

USP

Campus de São Carlos

**UMA AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE
PLANEJAMENTO DE PROCESSOS (CAPP) NA
INDÚSTRIA DE MANUFATURA BRASILEIRA**

Leonardo Charles Malafaia Paranaguá

Orientador: Prof. Titular Henrique Rozenfeld

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP

EXEMPLAR REVISADO

Data de entrada no Serviço: 10 / 12 / 01

Ass.: *Guilherme*

Uma Avaliação da Aplicação de Sistemas de Planejamento de Processos (CAPP) na Indústria de Manufatura Brasileira

Leonardo Charles Malafaia Paranaguá

DEDALUS - Acervo - EESC



31100036834



Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

ORIENTADOR: Prof. Titular Henrique Rozenfeld

São Carlos
2001

Class. TESE-EESC
Cutt. 4210
Tombo T0009/02

at 1820235

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da
Informação do Serviço de Biblioteca - EESC/USP

P223a Paranaguá, Leonardo Charles Malafaia
 Uma avaliação da aplicação de sistemas de
planejamento de processos (CAPP) na indústria de
manufatura brasileira / Leonardo Charles Malafaia
Paranaguá -- São Carlos, 2001.


 Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de
São Carlos-Universidade de São Paulo, 2001.
 Área : Engenharia de Produção.
 Orientador: Prof. Tit. Henrique Rozenfeld.

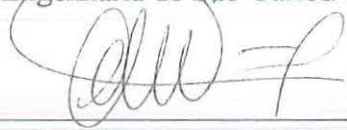
 1. CAPP. 2. Avaliação de sistemas de informação.
 3. Planejamento de processos. 4. Impacto. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro **LEONARDO CHARLES MALAFAIA PARANAGUÁ**


Dissertação defendida e julgada em 05-10-2001 perante a Comissão Julgadora:


Prof. Tit. **HENRIQUE ROZENFELD (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) aprovado


Prof. Dr. **EDSON WALMIR CAZARINI**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP) aprovado


Engenheiro **CARLOS EDUARDO SERRANO RIBEIRO**
(Especialista – DEBIS HUMAITÁ) aprovado.


Prof. Doutor **EDMUNDO ESCRIVÃO FILHO**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção


JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

“...É de mais valia, um bípede alado na parte posterior de seu membro superior, que o duplo produto da mesma espécie, desafiando a lei da gravidade...”

Machado de Assis

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte à pesquisa.

Ao Prof. e orientador Henrique Rozenfeld, pelo intenso crescimento que me proporcionou.

À minha família e à Gorda, por todo o incentivo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	VIII
RESUMO	IX
<i>ABSTRACT</i>	X
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVAS	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.3 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	3
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	4
2 ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	5
2.1 CLASSIFICAÇÃO DA METODOLOGIA.....	5
2.2 METODOLOGIA UTILIZADA	8
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1 AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	12
3.1.1 <i>Importância do Assunto</i>	12
3.1.1.1. Gastos com Sistemas de Informação.....	13
3.1.1.2. Paradoxo da Produtividade	14
3.1.1.3. Consistência dos estudos.....	15
3.1.2 <i>O Valor de SI</i>	16
3.1.2.1. Contexto	18
3.1.2.2. Benefícios de SI	20
3.1.2.3. Custos de SI	22

3.1.2.4. Riscos de Projetos de SI.....	25
3.1.2.5. Fatores Organizacionais de Influência no Desempenho de SI.....	25
3.1.3 <i>Métodos de Avaliação</i>	27
3.1.3.1 Abordagem Financeira.....	28
3.1.3.2. Abordagem Multi-Critérios.....	29
3.1.3.3. Abordagem de Taxa	32
3.1.3.4. Abordagem de Portfolio.....	33
3.2 CAPP	36
3.2.1 <i>Planejamento de Processos</i>	36
3.2.2 <i>Evolução do CAPP</i>	39
3.2.3 <i>Benefícios do CAPP</i>	40
3.2.4 <i>Fatores de Influência no Desempenho do CAPP</i>	42
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	44
4.1 AVALIAÇÃO DA TEORIA ESTABELECIDA.....	44
4.2 FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES.....	46
4.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	47
4.3.1 <i>Análise de Impacto do CAPP na Indústria</i>	48
4.3.2 <i>Análise do Relacionamento entre as Variáveis</i>	61
4.3.2.1 Treinamento/Capacitação dos Usuários.....	66
4.3.2.2 Processo de Implantação	68
4.3.2.3 Utilização do Sistema.....	70
4.3.2.4 Alinhamento Estratégico.....	74
4.3.2.5 Fatores Técnicos (Complexidade das Peças, Planejamento, e Funções de Planos).....	75
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
6 BIBLIOGRAFIA.....	85
ANEXOS.....	88

Lista de Figuras

FIGURA 1 - ETAPAS DA PESQUISA	8
FIGURA 2 - TIPOS DE AVALIAÇÃO DE SI (GROVER, 1996)	18
FIGURA 3 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO - INFORMATION ECONOMICS (PARKER ET AL., 1988)	30
FIGURA 4 - SIESTA (RENKEMA ET AL., 1997).....	31
FIGURA 5 - PORTFOLIO DE INVESTIMENTO (RENKEMA ET AL., 1997).....	34
FIGURA 6 - MAPEAMENTO DE INVESTIMENTOS (RENKEMA ET AL., 1997).....	35
FIGURA 7 - TEMPO DE USINAGEM EM FUNÇÃO DO PLANEJAMENTO (HALEVI & WEILL, 1995)	38
FIGURA 8 – FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES.....	47
FIGURA 9 - IMPACTO DO CAPP POR CATEGORIA DE MANIFESTAÇÃO.....	51
FIGURA 10 – GRÁFICO DE DISPERSÃO I.....	72
FIGURA 11 – GRÁFICO DE DISPERSÃO II	73

Lista de Tabelas

TABELA 1 - CUSTOS DIRETOS DE PROJETOS DE TI/SI	23
TABELA 2 - CUSTOS INDIRETOS (HUMANOS) DE TI/SI	24
TABELA 3 - CUSTOS INDIRETOS (ORGANIZACIONAIS) DE TI/SI	24
TABELA 4 - BSC PARA SI (MARTINSONS ET AL., 2000).....	32
TABELA 5 – RESULTADOS DA VERIFICAÇÃO QUALITATIVA DO IMPACTO DO CAPP .	49
TABELA 6 –ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS ITENS REFERENTES AO INDICADOR	56
TABELA 7 - ÍNDICE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON.....	64
TABELA 8 – RELAÇÃO IMPACTO X QUANTIDADE DE FUNCIONÁRIOS TREINADOS.....	67
TABELA 9 – RELAÇÃO IMPACTO X NÍVEL DE TREINAMENTO.....	67
TABELA 10 – RAZÃO DE CHANCE IMPACTO X METODOLOGIA.....	69
TABELA 11 – RAZÃO DE CHANCE IMPACTO X PROJECT CHAMPION.....	69
TABELA 12 – RAZÃO DE CHANCE IMPACTO X COMPLEXIDADE	76
TABELA 13 – RAZÃO DE CHANCE IMPACTO X PLANEJAMENTO	76
TABELA 14 – RAZÃO DE CHANCE IMPACTO X ABRANGÊNCIA	77

Lista de Abreviaturas e Siglas

SI	- <i>Sistemas de Informação</i>
TI	- <i>Tecnologia de Informação</i>
CAPP	- <i>Computer Aided Process Planning</i>
CAD	- <i>Computer Aided Design</i>
CAM	- <i>Computer Aided Manufacturing</i>
ERP	- <i>Enterprise Resources Planning</i>

Resumo

PARANAGUÁ, L. C. M. (2001). *Uma avaliação da aplicação de sistemas de planejamento de processos (CAPP) na indústria de manufatura brasileira*. São Carlos, 2001. 102p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A importância deste trabalho encontra suas fundamentações na atual relevância de pesquisas sobre avaliação de impacto de sistemas de informação e na importância dos sistemas CAPP para a indústria de manufatura. A necessidade de avaliar sistemas de informação surgiu de um fenômeno conhecido como paradoxo da produtividade (falta de evidência de retornos para altíssimos investimentos). Já o CAPP é um sistema fundamental na interface de Engenharias e Produções, sendo gerador de informações importantes para toda a empresa. Para a obtenção este objetivo foram realizadas análises de dados colhidos em 11 casos investigados.

Palavras-chave: CAPP, avaliação de sistemas de informação, planejamento de processos, impacto

Abstract

PARANAGUÁ, L. C. M. *An applicability evaluation of computer aided process planning systems (CAPP) in the Brazilian manufacturing industry*. São Carlos, 2001. 102p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

The importance of this work meets its foundation both in the nowadays relevance of studies on information systems impact and in the importance of CAPP systems to the manufacturing industry. The necessity of evaluating information systems emerged from a situation known as the productivity paradox (lack of return evidence in despite high investments). Regarding the CAPP, it is a fundamental system to do the interface between the Project and the Production areas, being also a generator of important information to the whole company. To reach these goals, some analysis were carried on data collected from 11 case studies.

Keywords: CAPP, evaluation of information systems, impact, process planning

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo contém as justificativas para a realização deste trabalho, os objetivos pretendidos, as limitações da pesquisa e uma indicação do conteúdo dos capítulos seguintes.

1.1 Justificativas

As justificativas para a realização deste trabalho podem ser vistas sob dois ângulos principais. O primeiro está relacionado à realização de uma atividade de avaliação de sistemas de informação, tema bastante atual, muito controverso e debatido atualmente no mundo dos negócios e entre acadêmicos. O segundo provém do sistema analisado, o CAPP, elemento chave nas empresas de manufatura, responsável pelo planejamento de processos e com o potencial de abastecê-las com informações essenciais nas mais diversas áreas.

Em relação ao assunto avaliação de tecnologia, DANILEVICZ (1998) afirmou: “A tecnologia de informação é um dos grandes temas de debate no mundo atual dos negócios, atingindo níveis de importância jamais vistos. A complexidade das variáveis envolvidas é tão grande que não existe ainda um ferramental, amplamente adotado pela comunidade empresarial, para auxiliar na tarefa de análise de investimentos em tecnologia de informação. Muitos estudos já foram realizados procurando quantificar os benefícios que as empresas têm obtido com tecnologia de informação, não sendo porém conclusivos, gerando questionamentos sobre a validade destes investimentos e alimentando, ainda mais, a discussão”.

Apesar de todo esse cenário de incertezas, as empresas têm investido cada vez mais maciçamente em tecnologia de informação, motivadas muitas vezes por inúmeras razões nem sempre explicáveis.

IRANI et al. (1997) discutem sobre o aumento exacerbado de investimentos em tecnologias e sistemas de informação nos últimos anos e também sobre a necessidade de justificativas para esses gastos. Contudo, seu trabalho reporta a incapacidade de as empresas justificarem esses investimentos em função da natureza dos custos e benefícios.

Para RENKEMA et al. (1997) a avaliação de sistemas de informação tem sido reconhecida como uma área problema durante as últimas três décadas, mas recentemente tem ganho interesse renovado tanto de gerentes quanto de acadêmicos.

Uma pitada extra de complicação ao assunto é dada por alguns autores como WEGEN et al. (1999), que consideram a maioria dos trabalhos realizados neste tópico sem uma fundamentação científica mais sólida.

De maneira geral, a opinião de importância e complicação deste assunto é compartilhada tanto por acadêmicos quanto pelas empresas. Não há também uma sistemática consistente amplamente aceita entre seus estudiosos. Neste contexto este trabalho se mostra relevante, já que se propõe a realizar uma análise de impacto (através de uma metodologia científica) de um sistema de informação de uso bastante crescente na indústria brasileira.

Em relação ao CAPP, HALEVI & WEILL (1995) demonstram sua importância através da atividade para a qual existe o sistema: “O planejamento de processo determina como um produto deve ser fabricado e por isso é elemento chave no processo de manufatura. Ele é usado em grande parte na determinação do custo de componentes e afeta todas as atividades de fábrica, competitividade da empresa, planejamento da produção, eficiência na produção e qualidade do produto. É uma ligação crucial entre projeto e manufatura”.

Alguns autores reportam diversos benefícios atingidos com a tecnologia CAPP, como CHANG & WISK (1985) e CROW (1999), mas nenhum deles realizou uma análise abrangente que compreendesse os gastos com o sistema e os fatores que implicaram nos resultados.

Apesar de seu potencial específico de vantagens a oferecer, os reais benefícios finais, como por exemplo aumentos de produtividade, redução nos custos do produto e aumento de qualidade, são questionáveis (HALEVI & WEILL, 1995).

Em função de sua importância e potencial de utilização na indústria de manufatura, e do desconhecimento do real impacto obtido com sua implementação, é que foi escolhido o CAPP para a análise.

1.2 Objetivos

Este trabalho pretende contribuir para o assunto através da obtenção do seguinte objetivo:

“Conhecer o impacto da aplicação de sistemas CAPP na indústria de manufatura no Brasil e verificar as condições que circundam os resultados obtidos nas empresas.”

1.3 Limitações do Trabalho

A primeira limitação deste trabalho é em relação à abrangência de sistemas CAPP investigados, já que não foram considerados na análise sistemas CAPP caseiros, ou seja, desenvolvidos nas próprias indústrias usuárias. O motivo para isso é a inviabilidade de identificar a população de sistemas desse tipo.

A segunda limitação é que o trabalho discute a avaliação do sistema no instante A POSTERIORI do investimento, ao contrário da maioria dos estudos neste campo que o consideram a PRIORI. Apesar de menos freqüente, este tipo de avaliação, quando ocorre dentro das empresas, têm a vantagem de aumentar a responsabilidade do dono do projeto, e conseqüentemente os cuidados tomados (DANILEVICZ, 1998).

Também não é realizado um estudo de confronto entre as avaliações preliminares realizadas pelas empresas e os resultados efetivos alcançados.

1.4 Organização do Trabalho

Este texto está organizado da seguinte forma: o primeiro capítulo é introdutório e contém, além das justificativas para a realização da pesquisa, os objetivos do trabalho e suas limitações. O segundo capítulo expõe a abordagem metodológica adotada, classificando e detalhando-a. O terceiro capítulo contém uma revisão bibliográfica sobre os tópicos “avaliação de sistemas de informação” e a tecnologia CAPP. No capítulo quatro são encontradas as análises para verificação dos objetivos. O quinto apresenta as considerações finais, e o sexto, as referências bibliográficas. Por fim é apresentado um anexo contendo o roteiro de entrevistas da pesquisa.

2 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Este capítulo expõe a metodologia de pesquisa seguida no desenvolvimento deste trabalho. É importante observar que uma metodologia de pesquisa refere-se a um *framework* de procedimentos dentro do qual a pesquisa é desenvolvida, ou seja, uma abordagem para um problema científico. Sua utilização é muito importante mas deve-se sempre lembrar que ela provê diretrizes ao invés de prescrições rígidas na maneira como uma pesquisa deve ser conduzida.

O início deste capítulo apresenta uma taxonomia de metodologias de pesquisa e classifica a metodologia deste trabalho. A parte final contém uma descrição da abordagem metodológica adotada em suas etapas.

2.1 Classificação da Metodologia

Em todas as disciplinas, o principal propósito de uma pesquisa é contribuir para o corpo de conhecimento estabelecido através do endereçamento de algumas das incontáveis perguntas não respondidas. Para fazê-lo satisfatoriamente, e para afirmar que uma contribuição significativa para a coleção de conhecimentos foi feita, um pesquisador deve cumprir o método científico, que é um conjunto de regras informal mas rigoroso, que foi desenvolvido para garantir a integridade, confiabilidade e reproducibilidade do trabalho (REMENYI et al., 1995).

A escolha de uma metodologia de pesquisa está intrinsecamente relacionada à forma de observação do objeto de estudo. Segundo REMENYI et al. (1995), a essência do conhecimento científico é que ele é derivado das observações realizadas no mundo e que então, tudo que não pode ser observado, direta ou indiretamente, através de seus efeitos ou conseqüências, está fora do domínio da ciência.

Quanto às formas de observação, as pesquisas podem ser divididas em observações passivas, observações das conseqüências de intervenções não controladas, ou observações dos resultados de intervenções deliberadas.

A observação passiva representa a observação de fatos sem que haja qualquer interferência externa no fenômeno investigado. Nela, o pesquisador coleta evidências na forma de entrevistas, questionários, artefatos, etc.. Sua utilização em um ou mais fenômenos, normalmente dificulta a determinação de que variáveis são as causas do(s) fenômeno(s), e quais os efeitos dos fatores observados.

A observação de intervenções não controladas corresponde à sistemática de observação dos efeitos causados em uma ou mais variáveis dependentes por uma intervenção em uma variável independente. A mudança na variável ocorre sem qualquer possibilidade de controle do pesquisador. Neste tipo de observação, a verificação do relacionamento entre causa e efeito é bem mais clara. Este tipo de pesquisa se aproxima do conceito de pesquisa experimental.

O último tipo, a observação dos resultados de intervenções deliberadas, corresponde à denominada metodologia experimental. Permite que as relações entre causa e efeito sejam interpretadas com maior facilidade, já que o pesquisador intervém diretamente modificando as variáveis independentes.

GIL (1987) propõe uma taxonomia em que as pesquisas são classificadas segundo seus objetivos gerais e quanto ao seu desenvolvimento.

Em função dos objetivos gerais, uma pesquisa pode ser exploratória, descritiva, ou explicativa. Para DANE (1990), uma pesquisa exploratória envolve a tentativa de determinar se um fenômeno existe ou não. GIL (1987) define esse tipo de objetivo de forma mais abrangente, considerando exploratórios os estudos que procurem uma maior familiarização com o objeto de estudo, numa tentativa de torná-lo mais explícito e/ou formular hipóteses.

A pesquisa descritiva, segundo DANE (1990), envolve o exame de um fenômeno para defini-lo mais profundamente, ou para diferenciá-lo de outros fenômenos. Esta definição também é estendida por GIL (1987), que além do objetivo

de descrição das características de uma população ou fenômeno, considera a possibilidade de estabelecimento de associação entre as variáveis da pesquisa.

A última forma de pesquisa segundo a classificação de GIL (1987), a pesquisa explicativa, é a que tem os objetivos mais ousados entre as pesquisas. Essa forma de pesquisa se propõe a estabelecer as relações causais dos efeitos observados nos fenômenos estudados, e explicar os porquês de cada relação entre as variáveis da pesquisa.

DANE (1990), também considera outros dois tipos de pesquisa, ainda classificando-as quanto aos seus objetivos, que são a pesquisa preditiva e a pesquisa ação. A pesquisa preditiva tem o objetivo de estabelecer relacionamentos entre variáveis através de especulação, a partir do conhecimento de um fato. Já a pesquisa ação tem o objetivo de agir na solução de um problema de um fenômeno.

Quanto ao delineamento, as pesquisas são classificadas por GIL (1987) em função do procedimento adotado para coleta de dados, elemento mais importante do desenvolvimento da pesquisa. Assim, podem ser definidos dois grandes grupos principais: os que se valem das fontes de papel e aqueles cujos dados são fornecidos por pessoas. O primeiro grupo contém as pesquisas documental e bibliográfica, e o segundo, as pesquisas experimental, *ex-post-facto*, levantamento (*survey*), e pesquisa em campo. Também são consideradas, de forma mais controversa, as pesquisas ação (classificada quanto aos objetivos, por DANE (1990)), e participante. Obviamente que essa classificação não pode ser totalmente rígida já que é muito difícil enquadrar todos os tipos de pesquisa segundo uma classificação.

Assim, considerando os tipos de pesquisa levantados, este trabalho pode ser classificado, a partir dos objetivos apresentados, como uma pesquisa descritiva. Esta classificação é considerada adequada, já que o que se pretende é descrever a aplicação do CAPP no Brasil através de sua manifestação de impacto na indústria de manufatura. O levantamento das condições que cercam diferentes resultados de impacto nas empresas é uma tentativa de complementar o trabalho, caminhando na direção da explicação do fenômeno.

Já o desenvolvimento da pesquisa deve estar coerente com a ambição dos objetivos pretendidos. Como o objetivo é descrever, recorreu-se a uma metodologia característica de observação passiva, com a pesquisa em campo como técnica de coleta de dados.

2.2 Metodologia Utilizada

REMENYI et al. (1995) afirma que a observação passiva é o método mais freqüentemente utilizado em pesquisas relacionadas à área de sistemas de informação quando o pesquisador é incapaz de conduzir um experimento e tem que confiar em evidências que já existam. A figura seguinte resume as principais etapas da pesquisa com base na metodologia utilizada:

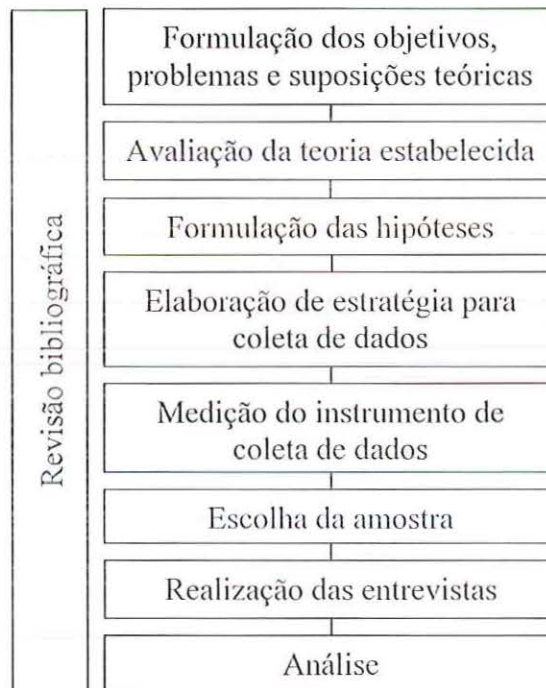


FIGURA 1 - Etapas da Pesquisa

Revisão bibliográfica: Esta etapa realizou-se durante todo o processo de desenvolvimento do trabalho. É essencial para qualquer tipo de pesquisa e neste trabalho e concentrou-se principalmente nos assuntos avaliação de sistemas de informação e resultados de aplicações de sistemas CAPP.

Formulação dos problemas: Os problemas dessa pesquisa nasceram juntamente com os objetivos. Os problemas da pesquisa são a tradução do objetivo da pesquisa de conhecer o impacto do CAPP na indústria brasileira e as situações que cercam os resultados em perguntas objetivas.

GIL (1987), indica algumas regras que auxiliam na formulação de problemas científicos:

- O problema deve ser formulado como pergunta;
- O problema deve ser claro e preciso;
- O problema deve ser empírico;
- Deve ser suscetível de solução;
- Deve ser limitado a uma dimensão viável.

Em seguida são apresentados os problemas da pesquisa:

1. Qual o impacto do CAPP na indústria de manufatura brasileira?
2. Quais os fatores principais que influenciam no impacto do CAPP?

Avaliação da teoria estabelecida: Em campos de estudo relativamente maduros, há fatos e teorias estabelecidos que permitem que o pesquisador possa deduzir uma nova teoria através de análise e síntese de idéias e conceitos já presentes na literatura da disciplina.

Contudo, no caso de estudos em sistemas de informação, a situação é diferente. Há muito pouca teoria estabelecida, e muita controvérsia sobre os fatos publicados DANILEVICZ (1998), PARKER (1989), IRANI (1997), MITRA (1996). Isso é particularmente intenso no caso de avaliação de impacto de sistemas de informação, onde fatores como interesses de patrocinadores de tecnologia e novidade do assunto têm dificultado a realização de pesquisas cujos resultados sejam realmente consistentes. Assim, recorreu-se ao suporte da *Grounded Theory*, desenvolvida por GLASSIER & STRAUSS (1967), para a formulação teórica da pesquisa.

A *Grounded Theory* é uma metodologia indutiva de descobrimento de teoria que permite ao pesquisador desenvolver descrições teóricas sobre as características gerais de um tópico a partir de observações empíricas. Para isso apoia-se fortemente em entrevistas de profundidade para coleta de evidências.

Para esta fase da pesquisa, foram realizadas duas entrevistas com especialistas em CAPP (engenheiros que participaram de várias implantações de sistemas CAPP no Brasil) para coletar suas impressões a respeito dos reais benefícios obtidos, da natureza das barreiras enfrentadas, dos riscos envolvidos, das mudanças necessárias à execução do projeto, dos custos envolvidos, etc.

A partir dessas observações empíricas, foram formulados conceitos a respeito da implantação de sistemas CAPP que serviram de embasamento teórico para o desenvolvimento da pesquisa.

Formulação das hipóteses: Em função das características dos problemas, as hipóteses para essa pesquisa devem tentar estabelecer uma relação de dependência ou pelo menos de associação entre as variáveis. O que se busca é o estabelecimento de relações assimétricas entre as variáveis. “As relações assimétricas indicam que os fenômenos não são independentes entre si (relações simétricas) e não se relacionam mutuamente (relações recíprocas), mas que um exerce influência sobre o outro” (GIL, 1987).

As hipóteses foram formuladas a partir de variáveis que foram agrupadas em fatores organizacionais, fatores técnicos, e impacto do CAPP. Para representar o impacto do CAPP, foi escolhida a variável “valor do CAPP”, que será discutida no capítulo de revisão bibliográfica. Os fatores organizacionais e os fatores técnicos são fatores potenciais de influência no impacto do sistema. Os detalhes das variáveis escolhidas sob essas categorias são dados no capítulo de desenvolvimento do trabalho.

H1: Fatores organizacionais influenciam no desempenho do sistema CAPP;

H2: Fatores técnicos influenciam no desempenho do sistema CAPP;

Elaboração da estratégia para coleta de dados: Nessa etapa foi definida a realização de entrevistas semi-estruturadas para a coleta de dados. Segundo REMENYI et al. (1995), essa forma de coleta permite que detalhes de evidências sejam trazidos à tona pelos entrevistados, que são encorajados a levantar e a sugerir assuntos e problemas por eles considerados importantes ao fenômeno investigado. Esta escolha permite tanto a categorização das variáveis envolvidas quanto à observação de algumas nuances do fenômeno, consideradas muito importantes e obtidas através do discurso qualitativo dos entrevistados.

Medição do instrumento de coleta de dados: É essencial que o instrumento de coleta passe por um estudo piloto para garantir sua inteligibilidade e clareza, e que os dados sendo coletados correspondam realmente aos dados de interesse da pesquisa.

Para esta pesquisa foi realizado um teste em uma empresa usuária de CAPP que contribuiu bastante para a melhora do roteiro utilizado.

Escolha da amostra: A amostragem é a técnica que viabiliza a realização de uma pesquisa sem que haja investigação de todos os integrantes de uma população, o que a dificulta e encarece muito.

Ao contrário da amostragem com objetivo de generalização dos resultados de uma pesquisa, este trabalho pretende compreender as condições em que ocorrem as diferenças de impactos. Assim foi evitada uma amostragem aleatória, sendo escolhida em seu lugar uma amostragem orientada pelos especialistas em CAPP.

Análise: As evidências coletadas neste trabalho são de natureza qualitativa. Num evento qualitativo são medidas suas manifestações e não o fenômeno em si. (PEREIRA, 1999). Para tanto, é utilizada para essa fase, uma abordagem de análise de dados qualitativos, que possui um potencial maior de construção de conhecimentos que a pesquisa qualitativa.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo aborda os tópicos avaliação do impacto de sistemas de informação e o sistema CAPP, mostrando suas características mais relevantes e seu papel na indústria de manufatura.

3.1 Avaliação de Sistemas de Informação

Esta seção do capítulo foi dividida em três partes. A primeira mostra as principais razões que motivam os estudos de avaliação de SI (sistemas de informação). A segunda discute os principais conceitos relacionados ao valor dos sistemas e a parte final relaciona alguns dos métodos principais utilizados na avaliação de SI e diversas considerações realizadas em tais métodos.

3.1.1 Importância do Assunto

A importância em se avaliar o impacto de projetos de investimentos em sistemas de informação pode ser demonstrada através da observação de uma situação antagônica por qual passam as empresas atualmente. Esta corresponde à crescente taxa de investimentos em TI e SI nos mais diversos tipos de empresas em todo o mundo, acompanhada simultaneamente de uma insatisfação generalizada por parte de seus altos executivos com os resultados apresentados por tais investimentos. Além disso, outro fator importante para a realização deste tipo de pesquisa é a falta de consistência encontrada nos estudos realizados. Em seguida são apresentados estes três fatores que caracterizam a importância destes estudos.

3.1.1.1. Gastos com Sistemas de Informação

Abaixo estão relacionados alguns dados que demonstram a dimensão do volume de investimentos realizados pelas empresas em sistemas de informação:

- Segundo DAVENPORT (1997), nos Estados Unidos os gastos em TI e SI subiram de 3% do PIB em 1990 para 5% em 1995, e foram os responsáveis por mais de um terço do crescimento de toda a economia americana de 1994 a 1998;
- Uma pesquisa realizada em mais de 1100 companhias pela Datamation/Cowen & Company, publicada em março de 1998, os orçamentos de TI em 1998 eram em média 10% mais gordos que os de 1997(DATAMATION, 1998);
- Após a recessão do final dos anos 80 e início dos anos 90, a receita mundial da indústria de TI e SI voltou a crescer, como mostram os resultados estimados em US\$ 840 bilhões em 1985, US\$ 1490 bilhões em 1990, e US\$ 2100 em 1995 (IRANI, 1997);
- Os gastos globais com TI em 1997 foram estimados em US\$ 1,8 trilhões (REMENYI & BANNISTER, 1997).
- Nos Estados Unidos, na União Européia e no Japão, os gastos de negócio em TI estão crescendo a uma taxa média anual de 12%, número muito maior que a taxa de crescimento em todos os outros investimentos (The Economist, 2000).
- Segundo a pesquisa anual realizada pelo CIA – Centro de Informática Aplicada da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas – EAESP/FGV, realizada em 1000 empresas brasileiras, os índices de gastos com TI sobre o volume de vendas crescem a uma taxa média de 9% ao ano.

3.1.1.2. Paradoxo da Produtividade

A insatisfação dos altos executivos das empresas se deve a um motivo denominado paradoxo da produtividade. Este é a situação caracterizada pela fraqueza dos resultados apresentados pelos investimentos em TI e SI, apesar do crescente volume desses investimentos. O paradoxo pode ser sintetizado na frase de Robert Solow, prêmio Nobel de Economia: “Nós vemos computadores por todos os lugares, exceto nas estatísticas de produtividade” (DANILEVICZ, 1998).

STRASSMANN (1997), em um estudo, afirmou não haver relação entre o volume de investimento em TI e a lucratividade das empresas. Ele também cita o trabalho de Gary Loveman, que afirma que os gastos de capital em TI foram os menos efetivos no aumento de produtividade considerando todos os outros tipos de gastos.

ROACH *apud* MITRA (1996) realizou um estudo onde documentou um aumento de investimentos em TI de 1970 a 1986, observando ao mesmo tempo que a produtividade dos trabalhadores da produção aumentou em 16,9%, e a de trabalhadores de informação diminuiu 6,6%. Estes dados o levaram a concluir que os computadores ainda não contribuíram para a produtividade dos trabalhadores de informação. Ele também afirma que não há relação entre o nível de gastos em TI de uma empresa e seu desempenho no negócio.

O mesmo ROACH afirma que todo o volume investido em TI pelas empresas americanas deixou a produtividade sem qualquer mudança essencial.

DIGRIUS (1996) aponta para o problema de as empresas estarem gastando milhões de dólares em grandes compromissos com consultorias por não saberem se seus projetos em sistemas de informação são bons investimentos para seus negócios;

“Apesar de anos de desenvolvimento tecnológico e investimentos, não há ainda qualquer evidência de que SI esteja melhorando a produtividade ou outras medidas de desempenho de negócio em grande escala” LOVEMAN (1992) *apud* REMENYI & BANNISTER (1999).

3.1.1.3. Consistência dos estudos

O outro fator que têm estimulado a realização de um volume maior de pesquisas em avaliação de impacto de sistemas de informação é a inconsistência dos estudos realizados.

Um problema dos estudos, segundo JURISON (1997), é a definição do que deve ser considerado investimento de capital em SI. As pesquisas normalmente incluem somente o que a contabilidade declara como gasto de informática. Porém, há diversos outros investimentos que podem ser considerados, como treinamento, suporte e manutenção, perdas de produtividade, entre outros, que não são considerados por razões contábeis.

STRASSMAN (1997) questiona a validade das informações utilizadas nessas pesquisas. Ele menciona que muitos desses estudos foram realizados a partir de dados coletados junto às empresas sem terem sido tomadas as devidas precauções para divulgar corretamente as informações levantadas.

Para JURISON (1997), o principal problema com os estudos realizados é a utilização de medidas tradicionais de produtividade como medidores do impacto de SI. Ele afirma que a natureza e o papel de TI e SI nos negócios está sob mudança fundamental e que portanto torna-se necessário repensar as estratégias de negócio e a relação entre trabalho, capital e tecnologia. Como resultado, uma das mais importantes medidas de desempenho de negócio, a produtividade, precisa ser reavaliada. É importante avaliar se a medida tradicional de produtividade, estabelecida na era industrial, continua sendo um indicador apropriado para medir desempenho de negócios em um mundo onde mais valor é criado pelo conhecimento e informação do que pela produção de produtos físicos.

DANILEVICZ (1998) tem opinião semelhante à de JURISON (1997). Ele diz que na medida que os negócios tornam-se cada vez mais orientados a serviços e conhecimento, as fraquezas das medidas tradicionais ficam aparentes. “A medição clássica da produtividade é especialmente limitada em lidar com tempo, qualidade, trabalho intelectual e investimentos de TI. Isto não significa que as medidas tradicionais serviram bem no passado e devam ser abandonadas. Em muitos negócios

ainda desempenham papel importante no apoio a atividades gerenciais, mas outros métodos precisos também são necessários para medir o valor que TI cria”(DANILEVICZ, 1998).

IRANI (1997) aponta para a mesma direção quando identifica o problema da falta de critérios adequados para a tomada de decisões a respeito de projetos em SI apesar de ser crescente o volume de investimentos.

WEGEN & HOOG (1999) chegam a afirmar que a maioria dos estudos de avaliação do impacto de SI ainda são baseados em anedotas e folclore, geralmente na forma de *checklists*. Eles dizem que essa abordagem pragmática não está errada, mas há uma necessidade de se colocar o assunto em uma fundamentação mais firme, científica.

3.1.2 O Valor de SI

Avaliar, segundo FERREIRA (1986), é o ato de apreciar ou analisar o valor ou importância de alguma coisa. A dificuldade de uma avaliação é que valor é algo pessoal que só diz respeito ao avaliador, e generalizar seu resultado parece incabível. Para cada pessoa ou organização, coisas iguais podem possuir valores diferentes. No caso de avaliação de SI, a situação não é diferente. Tanto pesquisadores quanto empresas caracterizam o valor dos sistemas sob enfoques mais condizentes com os objetivos do avaliador. Os próximos parágrafos discutem o problema do valor para os sistemas de informação.

Uma grande corrente de economistas desacredita no potencial da tecnologia e dos sistemas de informação na melhoria de produtividade das empresas. Para eles, a produtividade é o valor que deveria ser alcançado com a tecnologia. Porém, diversos acadêmicos apoiam que o conceito de valor para TI/SI deve ser considerado bem mais abrangente que simplesmente o resultado de produtividade.

REMENYI & BANNISTER (1999) ilustram a falácia da medida produtividade através da afirmação de Brynjolfsson de que “a produtividade é a medida econômica fundamental da contribuição tecnológica” (BRYNJOLFSSON, 1993). Para estes pesquisadores, a percepção da medida produtividade para a lucratividade das empresas é provável. Para a satisfação de clientes, possível. Já para uma melhor

tomada de decisões, difícil. E tanto a satisfação de clientes quanto a melhoria na tomada de decisões são questões essenciais no mundo dos negócios de hoje.

A resposta dos pesquisadores de sistemas de informação à falta de evidências econômicas pronunciada pelos economistas veio através de duas formas: a primeira, como afirmam REMENYI & BANNISTER (1999), pode ser descrita como econométrica, e procura o valor de TI/SI através do relacionamento entre entradas e saídas, baseando-se contudo, em medidas de produtividade. São atuantes nesta corrente pesquisadores como LOVEMAN (1991) apud REMENYI & BANNISTER (1999), BRYNJOLFSSON (1993), entre outros. A segunda corrente, apoiada por pesquisadores como BARUA et al. (1995), e MOONEY et al. (1995) apud REMENYI & BANNISTER (1999), corresponde à visão de processo do valor de TI/SI. Para REMENYI & BANNISTER (1999), tratar a criação de valor como um processo provê uma descrição mais rica da natureza da evolução do valor de TI/SI, mas as métricas usadas são ainda essencialmente econômicas.

Então, para responder à pergunta do porquê as empresas continuam investindo maciçamente em TI/SI, REMENYI & BANNISTER (1999) acreditam que TI/SI sejam avaliadas pelos executivos de maneira mais complexa e sutil do que sugerem os dados econômicos e financeiros. Para os autores, o conceito de valor para o negócio e para as pessoas pode ser bem mais profundo e abrangente do que a racionalidade estreita permitida pelos modelos econômicos e contábeis.

Outros pesquisadores põem muito mais ênfase nos valores sociológicos e humanos dos sistema de informação, como SYMONS et al. (1990) e PETERS (1994), apud REMENYI & BANNISTER (1999).

PARKER & BENSON (1985) baseiam seu conceito de valor de TI/SI na cadeia de valor de Porter. Valor, na definição deles, pode ser resumido como a capacidade de TI em melhorar o desempenho de negócio de uma empresa.

Os sistemas de hoje, para DANILEVICZ (1998), são mais complexos que os sistemas do passado, focados principalmente na redução de custos de transações. Seus benefícios incluem objetivos estratégicos envolvendo consumidores,

provedores e concorrentes. Portanto, estes sistemas de informação requerem mecanismos de avaliação mais sofisticados. Os benefícios de aplicações estratégicas tendem a afetar a companhia inteira e são difíceis de medir com técnicas tradicionais.

Vários outros pesquisadores definem diferentemente o valor de TI. Cada definição se dá em diferentes níveis, podendo ser o valor no nível de negócio, no de usuário, e no de sistema. Em todas, porém, há sempre um balanço entre os benefícios e malefícios trazidos pelo sistema. Os itens em seguida mostram alguns destes encontrados na literatura.

3.1.2.1. Contexto

Talvez o estudo que melhor tenha contextualizado as avaliações de desempenho de SI seja o de GROVER (1996). Neste trabalho ele observou diversos trabalhos publicados sobre critérios de medição de desempenho, e organizou as avaliações de impacto de SI da seguinte forma:



FIGURA 2 - Tipos de Avaliação de SI (GROVER, 1996)

Os critérios de avaliação descrevem o padrão relativo usado como base para avaliar o desempenho, podendo ser: comparativos, quando comparam o desempenho de um sistema com um similar, normativos, quando a comparação é realizada em relação a um sistema teoricamente ideal, ou de melhoria, quando comparam o desempenho de um sistema ao longo do tempo.

A unidade de análise corresponde à visão conduzida durante a avaliação, podendo ser: macro ou organizacional, quando o desempenho é medido sobre o

quanto a organização obtém da aplicação de SI, e micro ou individual, quando o desempenho é medido sobre o quanto alguns membros da organização são atendidos em sua demanda por SI.

O tipo de avaliação pode ser: processo, quando os recursos da organização são limitados e seus membros trabalham para assegurar seu uso eficiente; resposta, quando a avaliação ocorre sobre a reação de indivíduos ou organização frente aos serviços ou produtos de SI; e impacto, que está relacionado ao desempenho de indivíduos ou organização frente à implementação de SI.

Os seis tipos de avaliação resultantes são caracterizados pelas seguintes medidas:

- **Medidas de infusão:** captam a extensão com que SI permeia a organização, em termos de amplitude, eficiência e precisão na análise e distribuição da informação. Também pode identificar a extensão com que SI influencia no controle gerencial da organização.
- **Medidas de mercado:** captam as reações do mercado frente à introdução de SI.
- **Medidas econômicas:** captam os efeitos da introdução de SI e seu uso através de critérios de produtividade ou financeiros.
- **Medidas de utilização:** captam a extensão com que usuários utilizam SI, a facilidade de acesso aos sistemas, além de aspectos motivacionais relacionados ao uso de SI.
- **Medidas de percepção:** captam atitudes, crenças e percepções de usuários frente aos sistemas.
- **Medidas de produtividade:** reflete como SI influencia ou aperfeiçoa o desempenho dos membros da organização.

3.1.2.2. Benefícios de SI

Uma classificação dos benefícios de SI é dada pela Benchmarking Partners, citada por DANILEVICZ (1998), que os divide da seguinte forma:

1. Técnicos: são aqueles relacionados à evolução técnica dos sistemas, geralmente reduzindo custos de manutenção de sistemas atuais. Alguns exemplos são a melhor eficiência de linguagens de programação modernas em relação às linguagens para mainframes da década de 70, e as soluções para o problema do bug do ano 2000 proporcionada por alguns sistemas ERP.

2. Operacionais: estes benefícios são aqueles medidos como aumento da eficiência dos processos. KEEN (1997) apud DANILEVICZ (1998) cita que os sistemas de informação podem melhorar os processos de uma empresa de diferentes maneiras, como por exemplo redução de tempo (produção, desenvolvimento de produtos, distribuição, etc.), aumento de qualidade, diminuição de pessoal utilizado, etc.

JURISON (1997) comenta sobre a necessidade da existência de novas medidas que levem em conta a melhoria de qualidade, especialmente em segmentos que usam TI/SI para obter vantagem competitiva através de qualidade superior.

3. Estratégicos: são aqueles que melhoram a posição competitiva de uma empresa no mercado.

HORNGREN (1994) apud DANILEVICZ (1998) cita o tempo de reação à mudanças de mercado como um dos benefícios para implementação de sistemas de manufatura integrada (CIM).

PARKER (1989) trata os benefícios estratégicos de SI pelo termo valor. Para ela, valor é a vantagem obtida sobre os concorrentes, refletida em desempenho de negócios atual ou futuro. Para identificar se uma empresa está obtendo ganho de valor com o emprego de TI/SI, deve-se verificar o quanto a empresa é dependente da tecnologia para aumentar acesso ao mercado, fornecer diferenciação de produtos, facilitar introdução de novos produtos e serviços, ou introduzir eficiência

operacional. PARKER ainda classifica este valor em seis categorias: retorno sobre investimento, alinhamento estratégico, vantagem competitiva, gerenciamento da informação, reação competitiva, e arquitetura estratégica de SI.

O alinhamento estratégico está relacionado ao grau de suporte que o sistema de informação dá aos objetivos estratégicos da empresa ou linha de negócio da empresa.

A vantagem competitiva para PARKER (1989) considera as estratégias principais seguidas pela empresa. Assim, um sistema é avaliado segundo sua capacidade de levar a empresa à liderança em custos, à diferenciação de produto, ao foco em certo segmento de mercado, etc..

O gerenciamento de informações se refere ao quanto um sistema alimenta os executivos com informações gerenciais a respeito das atividades e processos principais da empresa. Este benefício é citado também por MITRA (1996), que o considera como o principal.

4. Econômicos: estes benefícios são os que melhoram o fluxo de caixa e aumentam a rentabilidade. São os primeiros a serem exigidos quando projetos de implementação de tecnologia de informação são apresentados.

PARKER (1989) afirma que independentemente de qualquer questão, a visão tradicional de custo-benefício continua válida para a criação de valor à empresa. Para muitas empresas, baixo custo é a base de suas estratégias.

MITRA (1996) discorre profundamente o impacto de sistemas de informação nas organizações e distingue dois efeitos de TI/SI: o da automação e o da informação. O efeito da automação se refere à substituição de trabalho por capital. Seja nos escritórios ou na produção, o propósito principal é substituir mão-de-obra cara por capital de TI mais barato.

Apesar de a maioria dos economistas apontarem para a falta de evidências de sucesso dos investimentos em TI, alguns estudos mostram o contrário. MAHMOOD e MANN apud DANILEVICZ (1998) descobriram, usando uma lista de 100 empresas de uma publicação da Computerworld, que investimentos em TI estão

levemente relacionados a medidas de desempenho financeiros como retorno sobre investimento, retorno sobre ativos, e crescimento de vendas e de produtividade, quando agrupados e analisados utilizando regressão canônica.

BRYNNJOLFSSON & HITT (1994) apud DANILEVICZ (1998) realizaram o estudo que talvez seja o mais comentado entre os autores desse campo. Eles pesquisaram 380 grandes empresas durante 4 anos e publicaram números impressionantes de retorno de investimento em TI, quase sempre maiores que 54% de ROI.

Há outros relatos interessantes como o de SANTOS et al. apud MITRA (1996) de que o mercado de ações reage favoravelmente quando empresas anunciam investimentos inovadores em TI, ao mesmo tempo que investimentos não inovadores não alteram o valor de mercado da empresa.

3.1.2.3. Custos de SI

Vários são os malefícios verificados em muitas pesquisas, sendo o maior deles o enorme volume de gastos incorridos com projetos de SI. O trabalho de IRANI et al. (1997) agrupa diversos desses malefícios citados sob a forma de custos incorridos. Ele comenta que na tentativa de justificar os projetos de investimentos em SI, pode haver, e normalmente há um esforço muito maior na tentativa de encontrar os benefícios do que os custos incorridos. Neste trabalho, ele propõe uma classificação dos custos relacionados a SI em diretos e indiretos. Custos diretos são aqueles que podem facilmente ser atribuídos à implementação e operação de SI. Contudo, os custos indiretos, divididos em humanos e organizacionais, são os mais relevantes em projetos de SI. As tabelas seguintes relacionam esses custos classificados por IRANI et al. (1997):

TABELA 1 - Custos diretos de projetos de TI/SI (IRANI, 1997)

Custos diretos associados à implementação de TI/SI	Exemplos de custos diretos associados à projetos de implementações de TI/SI
Custos operacionais de ambiente	Instalações de ar condicionado, <i>no-brakes</i> , mobílias de computador
Custos de hardware iniciais	Servidor de arquivos, impressora de rede
Custos de software iniciais	Sistema operacional, software de rede
Custos de instalação e configuração	Suporte de consultoria, engenheiros de instalação, cabos de rede, conectores
Custos de desenvolvimento do sistema	Tempo de desenvolvimento e/ou customização
Custos de gerenciamento do projeto	Recursos organizacionais: mão-de-obra, tempo, ferramentas de planejamento
Overheads de projetos	Eletricidade, espaço, tempo de telecomunicação, aumento de seguros
Custos de treinamento	Cursos de treinamento de <i>upgrades</i>
Custos de manutenção	Contratos periódicos de assistência
Custos de hardware não esperados	Dispositivos de armazenagem, <i>upgrades</i> no poder de processamento
Custos de software não esperados	<i>Upgrades</i> de sistemas operacionais
Custos com seguros	Proteção contra vírus
Consumíveis	Papel, discos, cartuchos

TABELA 2 - Custos indiretos (humanos) de TI/SI (IRANI, 1997)

Custos indiretos humanos	Exemplos
Recursos de gerenciamento/staff	Integração de um sistema nas práticas de trabalho
Tempo de gerenciamento	Planejamento, aprovação, e acompanhamento de TI/SI.
Custo de propriedade, suporte de sistema	Suporte de vendedor / custo de resolução de problemas
Esforço gerencial e dedicação	Integração de sistemas, exploração do potencial do sistema
Tempo dos funcionários	Alimentação de dados do sistema
Treinamento dos funcionários	Treinamento de funcionários e custo de funcionários treinando funcionários
Motivação dos funcionários	Redução do interesse pelo sistema com o passar do tempo
Mudanças em salários	Aumento de salários em razão de melhor flexibilidade dos funcionários
Troca de staff	Aumento em custos de entrevistas, custos de treinamento baseados na necessidade de pessoal altamente qualificado

TABELA 3 - Custos indiretos (organizacionais) de TI/SI (IRANI, 197)

Custos indiretos organizacionais	Exemplos
Perdas de produtividade organizacional	Desenvolvimento e adaptação a novos sistemas, procedimentos e diretrizes
Encolhimento da utilização de recursos organizacionais	Maximização do potencial de novas tecnologias através da integração de fluxos de informação e aumento da disponibilidade da informação
Reengenharia dos processos de negócio	Projeto de novas funções organizacionais, processos e estruturas
Reestruturação organizacional	Resistência às mudanças

Além do balanço entre benefícios e malefícios causados por projetos de SI, um outro fator extremamente importante nas avaliações desse tipo é o conjunto de riscos envolvidos.

3.1.2.4. Riscos de Projetos de SI

Um fator muito importante e bastante relacionado aos estudos de avaliação de SI são os riscos. Como uma avaliação deste tipo só ocorre a priori dos investimentos, esta seção apenas expõe brevemente o assunto.

PARKER (1989) foi a pesquisadora que mais trabalhou na identificação de riscos relacionados a projetos de investimentos em SI. Ela identifica riscos categorizados em do negócio e tecnológicos. O primeiro risco do negócio é chamado risco organizacional, que foca no quanto uma organização é capaz de conduzir as mudanças necessárias para a execução de um projeto de implementação de um sistema de informação. Componentes dessa capacidade organizacional são o suporte gerencial a mudanças, a maturidade da organização na utilização de computadores, e uma avaliação realista das tarefas necessárias para completar o projeto através do entendimento dos processos de negócio suportados.

Os outros riscos identificados por PARKER (1989) são relativos ao domínio tecnológico. O primeiro, chamado de incerteza de definições, avalia o grau de conhecimento dos requerimentos para o desenvolvimento. Também avalia a complexidade da área e probabilidade de mudanças não rotineiras. Outro risco considera o preparo da área de TI da organização para realizar o projeto. São realizadas avaliações quanto às habilidades necessárias, às dependências em hardware e em software. O último risco considerado é o de infra-estrutura de SI, que avalia a chance da existência de investimentos extra para realizar o projeto.

3.1.2.5. Fatores Organizacionais de Influência no Desempenho de SI

Esta seção trata dos fatores organizacionais considerados pela literatura como sendo possíveis de influenciar o impacto de sistemas de informação nas

organizações. Os fatores referentes ao sistema CAPP especificamente são discutidos na seção que trata sobre os fatores técnicos de influência no desempenho do CAPP.

O primeiro fator aqui considerado é existência de um planejamento de SI e seu alinhamento ao planejamento estratégico do negócio.

KING (1995) descobriu em seu estudo com 254 das 1000 maiores empresas da indústria e de serviços que a qualidade do processo de planejamento influencia alguns tipos de resultados organizacionais, entre eles o desempenho funcional de SI. Para ele, os componentes de um planejamento estratégico de SI são informações sobre a estratégia de negócios e a especificação da missão de SI.

WANG (1995) afirma que a grande consequência da desconexão entre as operações e a tecnologia é quase sempre o fraco desempenho dos SI na empresa.

BARTEL & FINSTER (1995) comentam que quando os objetivos do projeto não estão claros é muito comum os objetivos da equipe transformarem-se na instalação do sistema por si só, ao invés de assegurar que a implementação do sistema ajude as empresas a atenderem às questões estratégicas. Nesses casos é normal que o desempenho do sistema fique bem abaixo do esperado.

Outro fator importante é a gestão da organização após a introdução da TI/SI. DANILEVICZ(1998) afirma que máquinas idênticas com software idênticos executarão coisas maravilhosas em companhias bem estruturadas e organizadas, mas serão apenas uma fonte de gastos em outras com administração inferior.

Exemplos de práticas administrativas necessárias a um bom desempenho de um SI são vários. O Gartner Group, por exemplo, estima que 70% dos projetos de TI não trazem retorno justamente por falhas na integração dos sistemas com os funcionários (EXAME, 1997). Outro fator crítico citado pelo Gartner Group é a criação de um *Business Case* do projeto como primeiro passo para a implementação de um sistema de informação. Ele afirma que se este passo inicial não acontece, as empresas muito provavelmente perderão tempo e dinheiro com retornos marginais ao negócio e ficarão sem a possibilidade de avaliar as contribuições.

SLATER (1998) bate na mesma tecla, falando especificamente sobre treinamento. Ele afirma que apesar de subestimado, o treinamento é essencial para um bom desempenho de um sistema. E complementa dizendo que os trabalhadores têm que aprender a atuar sobre novos processos e não, simplesmente, conhecer a tela de um novo software.

Outro fator bastante comentado é o uso do sistema. LUCAS (1975) apud RAI et al. (1996) já dizia há vários anos que um grande fator de influência no desempenho de SI era forma com que as empresas utilizavam um sistema. TORKZADEH & DOLL (1999) afirmam hoje que o impacto organizacional de SI é principalmente determinado pelo uso dos sistemas.

WOMACK & JONES (1998) pensam da mesma forma. Para eles, os avanços em tecnologias pesadas podem ser úteis e, em muitos casos, são muito importantes, mas é improvável que gerem mais do que uma fração de seu potencial, a não ser que sejam incorporados a uma organização capaz de fazer uso total deles.

JONES & HUGHES (1999) dão grande importância à implantação dos sistemas. Consideram necessária ao sucesso da aplicação uma metodologia estruturada de implantação, garantindo que o sistema seja aprovado por todos os usuários, tenha comprometimento da alta gerência, e seja dirigida pela estratégia do negócio.

Um outro fator é citado por PARKER (1989), que afirma que sem a existência de um “patrocinador” interno (project champion) do projeto de SI, as chances de sucesso são menores.

3.1.3 Métodos de Avaliação

O objetivo desta seção é apresentar, brevemente, os principais métodos utilizados para a avaliação de TI/SI.

Toda a discussão acerca da dificuldade que as organizações enfrentam para justificar seus investimentos em TI/SI intensificou a elaboração de métodos de avaliação. Como o valor analisado é distinto para cada método, para fins de organização do assunto, é mais conveniente que os métodos sejam agrupados

segundo características similares. Neste trabalho será adotada a classificação fornecida por RENKEMA et al. (1997), que divide os métodos da seguinte forma:

- Abordagem financeira;
- Abordagem multi-critério
- Abordagem de taxa;
- Abordagem de portfólio;

3.1.2.2. Abordagem Financeira

Métodos da abordagem financeira são tradicionalmente prescritos para a avaliação e seleção de todas as propostas de investimentos corporativos. Focam nos resultados dos fluxos de caixa resultantes dos investimentos realizados. Os principais métodos são:

1. **Payback:** período de tempo entre o momento da realização do investimento e o momento em que a soma total dos investimentos é recuperada através das entradas de fluxo de caixa (HIRSCHFELD, 1984). Segundo este método, a organização decide qual deve ser este período de recuperação e investimentos que forem recuperados em um tempo inferior a este valor são aprovados.
2. **Retorno sobre Investimento:** esta técnica, também conhecida como taxa de retorno, corresponde ao resultado líquido anual médio dividido pelo investimento efetuado no projeto. Este método é típico para projetos de SI em processamento de dados. Os custos de operação e implementação e os benefícios esperados são comparados com os do período anterior. O ponto onde os benefícios acumulados ultrapassam os custos acumulados estabelece o ponto onde a base do ROI ocorre (PARKER, 1989).
3. **Valor Presente Líquido:** representa o valor do resultado financeiro do investimento trazido a valor presente através do desconto de uma taxa de oportunidade, denominada custo de capital (HIRSCHFELD, 1984). Um

investimento é viável para um valor presente líquido superior a zero. A taxa de desconto pode ser ajustada para refletir outros critérios definidos pelo gerenciamento, tais como, por exemplo, ajustes para compensar risco percebido (PARKER, 1989).

- 4. Taxa Interna de Retorno:** corresponde ao limiar em que, após o desconto das entradas e saídas de fluxo de caixa, o valor presente líquido se iguala a zero. Se esse limiar excede ao custo de capital, o investimento é viável (RENKEMA et al., 1997).

Os dois últimos métodos são vistos pelos especialistas em finanças como superiores, já que consideram o valor do dinheiro no tempo. Isso significa que se o momento de recebimento do fluxo de caixa é no futuro, o valor dessa entrada (ou saída) é menor.

3.1.3.2. Abordagem Multi-Critérios

Os métodos dessa abordagem surgiram para solucionar o problema de comparar, em uma mesma base, as conseqüências financeiras e não financeiras de um projeto de implantação de TI/SI, necessidade pré-requisito de uma avaliação deste tipo, segundo RENKEMA et al. (1997).

Estes métodos, bastante difundidos na literatura de orçamentação de capital, possuem algumas variações mas são sempre utilizados da seguinte forma: primeiramente são definidos os objetivos ou critérios de decisão. Em seguida, pesos são associados aos critérios escolhidos. Por fim, são dadas notas para cada critério e o valor final resulta da multiplicação dos pesos pelas notas.

Abaixo são apresentados alguns dos principais métodos representativos dessa abordagem.:

Information Economics: este é o clássico dos métodos de avaliação de sistemas de informação. Desenvolvido por PARKER et al. (1988), este método rompeu os limites acadêmicos e passou a ser utilizado por diversos desenvolvedores de software, como a Oracle (DANILEVICZ, 1998).

O primeiro critério deste método trata da avaliação financeira do investimento em um sistema. PARKER et al. (1988) chama esse critério de análise custo-benefício melhorada, já que olha não só para redução de custos mas também provê algumas técnicas para estimar outras entradas de fluxo de caixa:

- *Value linking*: fluxo de caixa adicional proveniente de outros departamentos ou áreas da organização.
- *Value acceleration*: fluxo de caixa adicional em função de redução de tempo das operações.
- *Value restructuring*: fluxo de caixa adicional em razão de uma reestruturação do trabalho realizado pelas pessoas. Um exemplo disso é um engenheiro realizando mais tarefas de engenharia e menos tarefas burocráticas em função da implantação de um sistema.
- *Innovation valuation*: fluxo de caixa adicional em razão de aspectos inovativos de um investimento.

Os outros critérios, PARKER et al. (1988) os distribuiu em dois domínios: domínio do negócio e domínio tecnológico. A figura 3 resume o escopo do método:



FIGURA 3 - Critérios de Avaliação - Information Economics (PARKER et al., 1988)

SIESTA (Strategic Investment Evaluation and Selection Tool Amsterdam): este segundo método recebe considerável atenção dos especialistas por ser provavelmente o mais abrangente método disponível (RENKEMA et al., 1997). Foi desenvolvido pela Universidade de Amsterdã e é suportado por diversos questionários, além de um software. Os critérios de avaliação são deduzidos de um modelo, onde há distinção entre os domínios de negócio e de tecnologia e também três níveis de tomada de decisão. O modelo pode ser visto na figura abaixo:

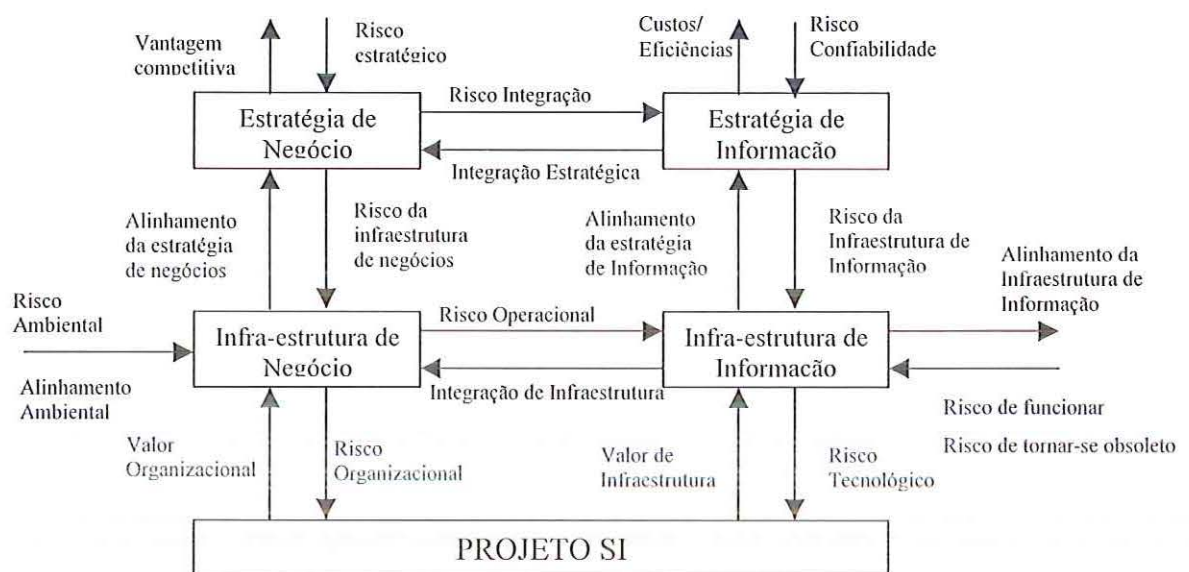


FIGURA 4 - SIESTA (RENKEMA et al., 1997)

BSC-IS (Balanced Scorecard IS): o BSC (Balanced Scorecard) foi desenvolvido e amadurecido por Robert Kaplan e David Norton em três artigos, tendo sua síntese publicada em um livro (KAPLAN et al., 1996). A idéia era a de um sistema de medição de desempenho capaz de traduzir claramente a estratégia de uma empresa. É composto pelas dimensões financeira, do cliente, dos processos internos e de aprendizado, organizadas hierarquicamente.

Com o grande sucesso e popularidade alcançados pelo sistema após sua publicação, várias pesquisas foram realizadas na tentativa de adaptar sua estratégia a outros fins. Uma delas foi a de utilizar o BSC para avaliação de desempenho de sistemas de informação nas organizações (GREMBERGEN et al., 2000),

(MARTINSONS et al., 2000). A tabela seguinte demonstra a organização do BSC para a análise de desempenho de SI:

TABELA 4 - BSC para SI (MARTINSONS et al., 2000)

<u>Dimensão Usuário</u> Como os usuários vêem o departamento de TI?	<u>Dimensão Financeira</u> Como a gerência vê o departamento de TI?
<p><i>Missão</i> Ser o fornecedor principal de SI e explorar oportunidades de negócio ao máximo através de TI</p> <p><i>Objetivos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fornecedor principal de aplicações • Fornecedor principal de operações • Parceria com os usuários • Satisfação do usuário 	<p><i>Missão</i> Obter boas contribuições para o negócio dos investimentos em SI</p> <p><i>Objetivos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Controle dos gastos com SI • Vender produtos e serviços de SI a terceiros • Valor para o negócio a partir de novos projetos de TI/SI
<u>Dimensão Processos Internos</u> Quão eficientes são os processos de TI/SI?	<u>Dimensão Aprendizado</u> SI/TI estão posicionados para atingir os desafios futuros?
<p><i>Missão</i> Entregar produtos e serviços de TI/SI com eficiência</p> <p><i>Objetivos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de software eficiente • Operações eficientes • Gerenciamento de problemas • Treinamento de usuários • Gerenciamento do pessoal de TI 	<p><i>Missão</i> Desenvolver oportunidades para responder a futuros desafios</p> <p><i>Objetivos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Treinamento permanente do pessoal de TI • Capacidade do pessoal de TI • Idade do portfolio de aplicações • Pesquisa em novos sistemas

3.1.3.3. Abordagem de Taxa

Em pesquisa econômica, atenção especial é dada à possibilidade de comparar eficiências organizacionais por meio de taxas. RENKEMA et al. (1997) mostra alguns exemplos da utilização de algumas taxas para avaliação de investimentos em SI, em sua maioria no entanto, premiando relações financeiras.

Uma taxa que tem atraído muita atenção é o método ROM (*Return on Management*) de STRASSMANN (1990). O método pressupõe que na atual economia da informação, o gerenciamento tornou-se um recurso escasso. Assim,

neste método o valor adicionado de gerenciamento é relacionado aos custos de gerenciamento. As equações abaixo mostram sua forma de cálculo:

$$ROM = \frac{\text{resultados} - \text{custos operacionais totais}}{\text{custos totais} - \text{custos operacionais totais}}$$

$$ROM = \frac{\text{valor adicionado pelo gerenciamento}}{\text{custos totais de gerenciamento}}$$

$$ROM = 1 + \frac{\text{lucro antes dos impostos}}{\text{custos totais de gerenciamento}}$$

3.1.3.4. Abordagem de Portfolio

Portfolios são ferramentas de tomada de decisão bastante conhecidas na literatura de gerenciamento. Os métodos de portfolios usados na avaliação de investimentos de SI são todos portfolios de projeto, em que projetos de investimento são traçados contra diversos critérios de avaliação. São normalmente utilizados para avaliações a priori do investimento, mas também funcionam como ferramentas de acompanhamento dos sistemas em uma organização. Os principais métodos desse tipo são:

Método de Bedell: este método tenta responder se uma organização deve investir em sistemas de informação, em que atividades deve ocorrer o investimento, e quais sistemas devem ser desenvolvidos/implantados.

A premissa central deste método é a necessidade de haver um balanço entre qualidade e importância. Esta também é a base para responder às três questões. Investimentos em SI são mais necessários quando a relação entre a qualidade percebida do sistema e a importância do sistema de informação é pior. Sistemas de informação são mais importantes se suportam atividades importantes e se essas atividades são importantes para a organização. Assim, são necessários para os cálculos dados relativos à importância das atividades para a organização, à importância dos sistemas de informação para as atividades e a qualidade dos sistemas em termos de eficiência e eficácia.

A avaliação se dá pelo cálculo da contribuição dos sistemas de informação e pelo desenvolvimento de três portfólios (importância das atividades, suporte dos sistemas às atividades e qualidade dos sistemas). A contribuição de um sistema é definida como a importância do sistema multiplicada pela melhoria de qualidade após sua implantação (BERGHOUT & RENKEMA, 1992) apud (RENKEMA, 1997).

Portfólio de Investimento: este método avalia investimentos em SI sob três critérios:

- Contribuição para o domínio do negócio;
- Contribuição para domínio tecnológico;
- Resultado financeiro, através do cálculo do valor presente líquido.

A figura seguinte exemplifica um portfólio deste tipo:

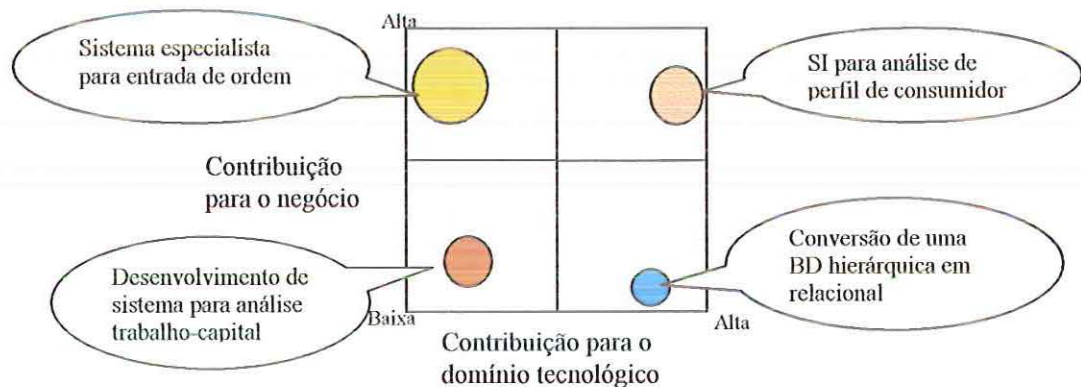


FIGURA 5 - Portfólio de Investimento (RENKEMA et al., 1997)

Na figura, quanto maior o diâmetro do círculo, maior o valor presente líquido. A contribuição ao domínio do negócio foca em benefícios a longo prazo que melhorem os produtos ou serviços da organização (os autores sugerem que os critérios da teoria Information Economics sejam utilizados para isso). A contribuição

ao domínio tecnológico é avaliada por critérios como conformidade com padrões tecnológicos, aceitação de mercado da tecnologia utilizada, etc..

Mapeamento de Investimento (*Investment mapping*): PETERS (1988) elaborou o “Mapa de Investimentos” no qual investimentos ou propostas de investimentos são traçados contra dois critérios de avaliação principais: a orientação do investimento e os benefícios do investimento. A orientação do investimento é dividida em infra-estrutura, processos de negócio e influência no mercado. Os benefícios são aumento de produtividade, minimização de risco e expansão do negócio, com parcial sobreposição entre essas categorias. A figura 6 ilustra um exemplo desse tipo:

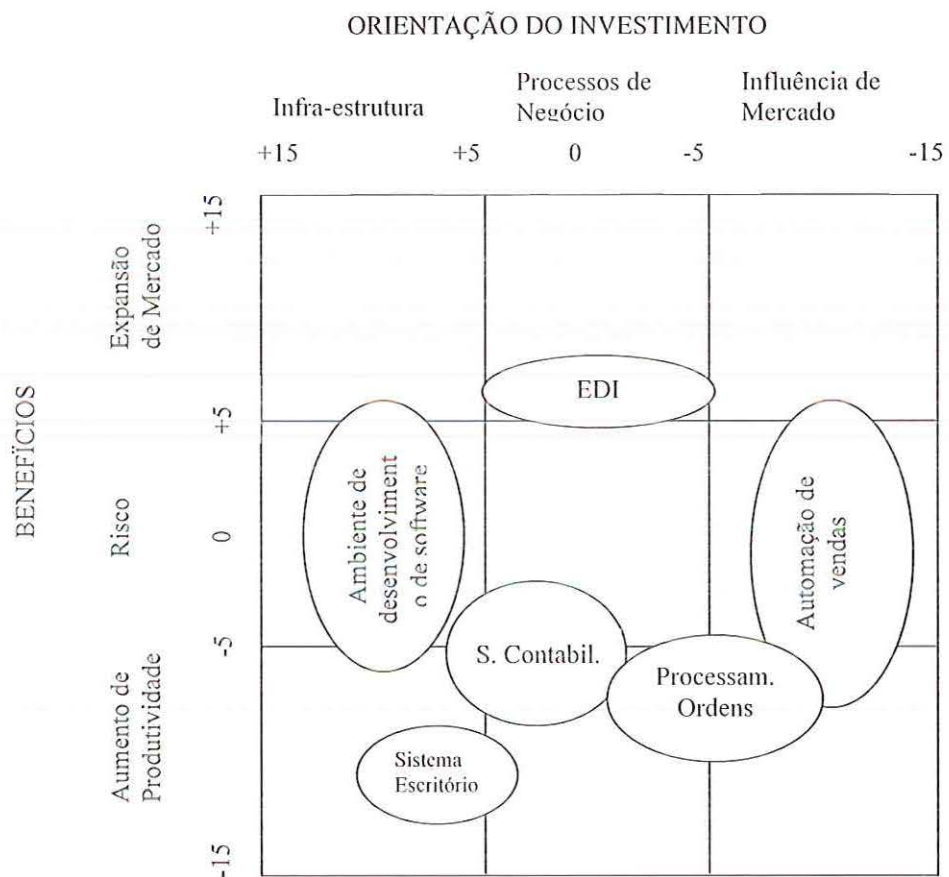


FIGURA 6 - Mapeamento de Investimentos (RENKEMA et al., 1997)

A posição dos investimentos é dada por pontuações nos critérios de avaliação e o tamanho do investimento é caracterizado por cores.

RENKEMA (1997) também propõe a utilização deste portfolio para investigar o alinhamento entre a estratégia de investimentos em SI e a estratégia do negócio, e análise dos investimentos dos principais competidores no mercado.

Na seção seguinte deste capítulo passa-se à revisão sobre pontos principais relacionados à aplicação de CAPP.

3.2 CAPP

Várias pesquisas têm sido realizadas sobre o sistema CAPP nas mais diversas áreas de conhecimento, principalmente nas relacionadas à automação total da atividade de planejamento de processos, como inteligência artificial e algoritmos genéticos (CAY & CHASSAPIS, 1997), e (XIYANG, 1998). Nesta seção, no entanto, serão abordados alguns tópicos mais relacionados à aplicação dos sistema e suas implicações. Assim, o texto em seguida apresenta uma descrição introdutória à tecnologia CAPP e principalmente discussões sobre resultados de aplicações.

3.2.1 Planejamento de Processos

Segundo CROW (1999), o planejamento de processos abrange todas as atividades e funções necessárias à preparação do conjunto detalhado de planos e instruções para se produzir uma peça. O planejamento é iniciado a partir dos desenhos de engenharia de uma peça, suas especificações (dimensões, tolerâncias, rugosidade, material, etc.), seus componentes e uma previsão de demanda. Os resultados do planejamento são:

- Operações, sua seqüência, estações de trabalho, padrões, ferramentas e dispositivos. Estas informações tornam-se a principal fonte de dados para alimentar sistemas de planejamento e controle da produção (PCP).
- Planos de processo que tipicamente provêm instruções de trabalho mais detalhadas, como parâmetros de máquinas, instruções de *set-up*, métodos, instrumentos e locais de verificação para controle de qualidade, etc..
- Desenhos de fabricação e montagem (croquis) para suporte à produção.

HALEVI & WEILL (1995) complementam a lista com as seguintes funções:

- Determinação das tolerâncias de produção e cadeias dimensionais que garantam a execução da especificação de tolerâncias;
- Seleção das superfícies de referência para garantir precisa execução das operações do processo;
- Agrupamento de operações elementares em uma mesma máquina para redução do tempo de operação, porém respeitando as respectivas tolerâncias exigidas;

Ainda segundo outros autores, o planejamento de processo compreende outras atividades, como a de definição de dados organizacionais (ROZENFELD, 1992), de determinação da peça em bruto (AGOSTINHO et al., 1978), programação CN (ROZENFELD, 1992), de cálculo das condições de usinagem (EVERSHEIM & KONIG, 1978), entre outras que acontecem com menor regularidade.

A observação dos tipos de informações de entrada e saída mostra claramente que a atividade de planejamento de processos estabelece um elo de ligação entre projeto e produção, além de ter interfaces com outras áreas (ROZENFELD 1993). Resumidamente, as áreas de uma empresa com maior contato com o planejamento de processos são:

- Projeto do Produto: para ir ao encontro das novas demandas de mercado (velocidade, qualidade, etc.), muita ênfase tem sido dada na interação entre projeto do produto e planejamento de processo. Desta forma, obtém-se melhores alternativas de fabricação ainda na etapa de desenvolvimento do produto (HALEVI & WEILL, 1995).
- PCP: o planejamento e controle da produção necessita das informações do plano de processo para planejar eficientemente os recursos de produção (homens, máquinas e equipamentos). Estas informações são a base para o fornecimento de datas de entregas, custos e, a longo prazo, para a análise de investimentos, objetivando adequar o setor produtivo às necessidades de mercado (ZACCARELI, 1987).

- Produção: a interação neste caso é bastante intensa, já que é o planejamento de processo que estabelece as alternativas de fabricação dos produtos a serem seguidas pelos operadores. Segundo HALEVI & WEILL (1995), os benefícios obtidos na produção (chão de fábrica) podem ser vistos na figura 7, que mostra que quanto maior o tempo de planejamento, menor o tempo de usinagem.

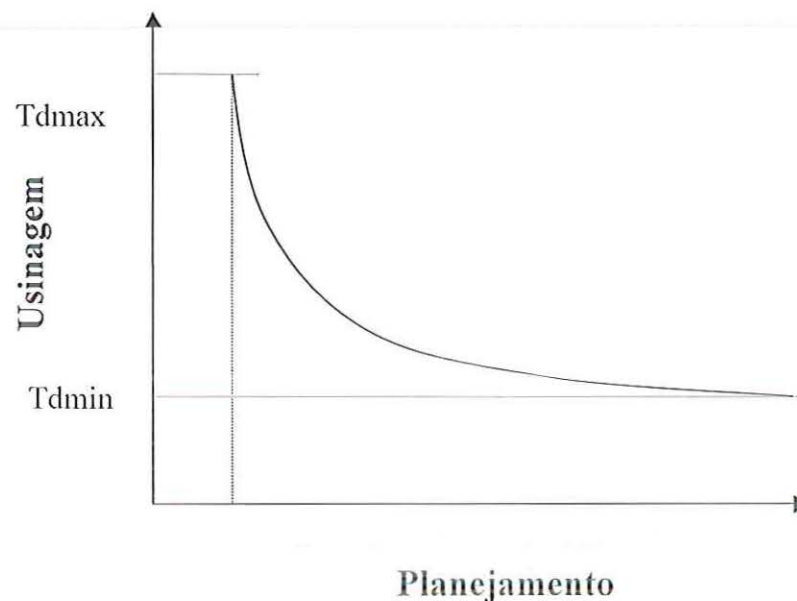


FIGURA 7 - Tempo de Usinagem em Função do Planejamento (HALEVI & WEILL, 1995)

Apesar de sua importância, o planejamento de processos convencional apresenta algumas limitações que o tornam lento e repleto de atividades que não agregam valor ao produto. Segundo ROZENFELD & MODOLO (1991), quando cada uma das funções de planejamento é decomposta em funções elementares, 63% do tempo é gasto com a redação do plano. Junto a isto, o tempo empregado em cálculos diversos é 21%, o que significa que 84% do tempo é gasto em funções que não agregam valor diretamente, como as funções de concepção e de análise.

O que se observa é que a atividade de planejamento de processos é fortemente apoiada na experiência, habilidade e intuição do processista. Dependência em experiência prática freqüentemente impede uma análise minuciosa e otimização do

plano de processo e quase sempre resulta em custos de produção maiores que os necessários, atrasos, falhas e não padronização de processos (HALEVI & WEILL, 1995).

Essas são algumas das dificuldades enfrentadas no planejamento convencional que então impulsionaram o desenvolvimento de um sistema que auxilia-se a realizá-lo, o CAPP (Computer Aided Process Planning – Planejamento de Processos Auxiliado por Computador).

3.2.2 Evolução do CAPP

Antes do surgimento de um sistema CAPP propriamente dito, os processistas tentavam superar os problemas do planejamento convencional através da classificação de peças em famílias com características geométricas semelhantes, e da padronização dos planos de processos para essas famílias de peças. Quando uma nova peça era introduzida a uma família, seu plano de processo era manualmente recuperado e reeditado para a peça. Essa abordagem melhorava a produtividade, mas não a qualidade de planejamento e pouco considerava as diferenças entre peças e evoluções dos processos produtivos (CROW, 1999).

Os primeiros auxílios do computador à atividade foram destinados à armazenagem eletrônica de planos de processo quando criados, à sua recuperação, edição e impressão. Essa utilização do computador auxiliando o planejamento de processo evoluiu para o que hoje é conhecido como CAPP variante. A grande diferença é que este é baseado no conceito de classificação e codificação de Tecnologia de Grupo, que possibilita a identificação de um número maior de parâmetros e atributos das peças. Estes atributos permitem ao sistema selecionar um plano de processo base a partir de uma família ou de uma peça semelhante que abrange grande parte do escopo do novo plano (WANG & LI, 1991). O processista então adiciona as informações restantes e realiza os ajustes finais no plano. As principais vantagens desse tipo de planejamento são: é aplicado a qualquer tipo de peça e em consequência, a qualquer processo; possui alta velocidade de planejamento em função de ser baseado em recuperação de planos antigos; é de fácil utilização. Por outro lado, possui desvantagens como a demorada e cara preparação, a dependência de códigos para a classificação e recuperação de informações a serem

reutilizadas e a baixa integração com sistemas CAD (Computer Aided Design – Projeto Auxiliado por Computador) (ROZENFELD, 1992).

Uma outra corrente da evolução dos sistemas CAPP é a dos sistemas generativos. O planejamento generativo automático sintetiza informações de processo em tabelas e árvores de decisão nas quais a lógica da manufatura é armazenada. O termo generativo é baseado no fato de um plano de processo poder ser gerado a partir de uma descrição de uma peça. Suas maiores vantagens são a repetibilidade e a velocidade de planejamento. Além disso permite a integração com sistemas CAD. Já a maior desvantagem se refere à sua especificidade, pois normalmente só é aplicável a um certo tipo de peças e dificilmente atende a todas as funções de planejamento (KIRITSIS, 1995).

Além desses, ROZENFELD (1992) também considera dois outros tipos de CAPP: interativo e híbrido. No sistema interativo, o processista gera os planos de processo segundo suas próprias regras de seqüenciamento das operações e o computador auxilia ao disponibilizar textos, desenhos e catálogos. As vantagens são referentes à flexibilidade quanto à diversidade de peças e processos, à fácil implementação e simples sistematização. Como desvantagens, possui pouca automação das funções, não permite recuperação de planos, e depende extremamente do processista.

O método de planejamento de processo híbrido reúne as vantagens dos três métodos anteriores. Nessa solução, o método mais apropriado de planejamento é aplicado em função da tarefa (objeto) de planejamento. O planejamento de processo de peças mais complexas e novas acontece interativamente. Peças semelhantes a outras já documentadas, ou pertencentes a uma família de peças, são planejadas pelo método variante. O método automático é utilizado para peças pertencentes a famílias de peças bem comportadas (pouca variação), mas com muitas alternativas de processamento.

3.2.3 Benefícios do CAPP

Algumas pesquisas têm relatado diversos benefícios possíveis de serem obtidos com a aplicação de sistemas CAPP.

A idéia atual é utilizar o poder dos computadores para assistir o processista com o trabalho repetitivo e clerical, deixando-o livre para o trabalho técnico. A idéia é dividir o trabalho entre o processista e o computador, deixando cada um atuar nas tarefas que melhor realizam. Isso reduz o lead time de pré-produção e aumenta a produtividade do processista em 600%, permitindo mais tempo a ser gasto na avaliação das alternativas de planejamento (HALEVI & WEILL, 1995).

CAY & CHASSAPIS (1996) afirmam que o CAPP tem potencial para:

- Aumento da produtividade de planejamento;
- Aumento da qualidade do planejamento de processo;
- Integração com outros sistemas;
- Redução do custo do produto;

Para CROW (1999), o potencial do CAPP é:

- Facilitar a atualização de planos de processo;
- Melhorar a qualidade de planejamento e seus efeitos no chão-de-fábrica;
- Reduzir os esforços de planejamento;
- Economizar mão-de-obra direta;
- Economizar material;
- Economizar refugos;
- Economizar em ferramental;
- Reduzir trabalho em processo (work in process);
- Reduzir o tempo de planejamento de processo e leadtime de produção;

- Dar maior consistência no plano de processo devido ao acesso atualizado a uma base de dados central.
- Melhorar os procedimentos de estimativas de custos;
- Elaborar planos de processo mais completos e detalhados;
- Permitir uma melhor programação da produção e utilização da capacidade;
- Padronização

De CHANG e WISK (1985) foram relatados os seguintes ganhos:

- Redução dos custos de planejamento de processo e de manufatura.
- Redução do tempo de planejamento.
- Redução da capacidade necessária aos processistas.
- Criação de planos mais consistentes.
- Produção de planos com maior acuracidade.
- Aumento de produtividade.

MARRI et al. (1997) também ressalta como benefícios principais do CAPP o tempo de ciclo e a melhoria de qualidade em geral.

3.2.4 Fatores de Influência no Desempenho do CAPP

Alguns trabalhos têm apontado para possíveis fatores capazes de influenciar o desempenho de sistemas CAPP nas organizações.

KAMRANI et al. (1995) indicou os seguintes fatores:

- Abordagem de planejamento;
- Variedade de produtos suportados;
- Capacidade de classificação e codificação;

- Capacidade de análise de tempo;
- Qualificação e suporte do fabricante.

HALEVI & WEILL (1995) também consideram o tipo de peças que têm seus planejamentos suportados como um fator determinante do desempenho. Segundo eles, a complexidade das peças produzidas têm resultado em sistemas CAPP em estágios conceituais.

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Este capítulo apresenta o desenvolvimento das atividades planejadas para a pesquisa. As etapas e os resultados obtidos são apresentados na mesma seqüência exposta no desenvolvimento da metodologia.

4.1 Avaliação da Teoria Estabelecida

Durante esta etapa os esforços foram concentrados na busca de informações para formação de uma base teórica sobre o objeto de estudo. Os primeiros levantamentos de informações foram realizados através de revisão bibliográfica sobre avaliação de desempenho de SI e sobre impactos de implantações de CAPP. Os resultados iniciais foram observações de que existe uma preocupação crescente com a avaliação de SI, de que há muito pouco consenso entre os pesquisadores sobre a forma de conduzir tal tipo de trabalho, e de que resultados de aplicações de sistemas CAPP, assim como os de muitos outros sistemas, vêm sendo obtidos baseados mais na expectativa gerada pelos fornecedores de sistemas do que na experiência de utilização dos usuários.

Como estas primeiras observações ainda não permitiam a formulação de uma base teórica que sustentasse o início da investigação principal do trabalho, recorreu-se à técnica de entrevistas com especialistas para tentar descobrir indícios de possíveis relacionamentos entre prováveis variáveis da pesquisa. Como comentado no capítulo de descrição da abordagem metodológica, essa técnica é conhecida como *Grounded Theory* e tem sido bastante utilizada em diversos tipos de pesquisa como ponto de partida.

As entrevistas, realizadas com os especialistas comentados no capítulo sobre abordagem metodológica começaram a revelar as informações iniciais necessárias ao desenvolvimento da pesquisa, que são algumas formas de manifestação do impacto do CAPP e peculiaridades que provavelmente influenciariam o desempenho do sistema. Para uma melhor organização do trabalho, as formas de manifestação benéficas receberam o título de “benefícios resultantes da aplicação de CAPP” e as peculiaridades ou situações com provável poder de influência sobre o desempenho foram chamadas de “fatores de influência”. Abaixo são apresentados os benefícios e os fatores levantados:

Benefícios de aplicação de CAPP:

- Ganhos de produtividade, tanto na redução de tempo consumido em algumas atividades realizadas por processistas, quanto no aumento do escopo de atividades realizadas;
- Aumento na complitude e consistência das informações geradas pelos processistas;
- Melhoria na capacidade de planejamentos diversos (produção, expansões de instalações, etc.);
- Minimização de algumas perdas na produção;

Possíveis fatores de influência no desempenho:

- Estruturação do processo de implantação (utilização ou não de uma metodologia adequada);
- Existência de um patrocinador interno do projeto de implantação do CAPP;
- Treinamento/capacidade dos usuários;
- Grau de utilização do sistema em relação a seu potencial e/ou às necessidades de utilização;
- Complexidade das peças às quais se destinam os planos;

- Complexidade do planejamento;

4.2 Formulação das Hipóteses

A formulação de hipóteses foi uma etapa necessária para a obtenção do segundo objetivo da pesquisa que é levantar possíveis associações entre desempenho do CAPP e determinados fatores de influência. A partir das opiniões dos especialistas e dos indicativos encontrados na literatura, pôde-se elaborar um conjunto de hipóteses a respeito de como certos fatores podem influenciar no impacto do CAPP. Para facilitar a organização do assunto, esses fatores foram divididos em técnicos, quando relacionados ao planejamento de processos e/ou ao próprio sistema - como tipo de peça para a qual é realizado o planejamento, tipo de planejamento, e organizacionais, quando relacionados à forma pela qual a empresa cuida da utilização do sistema – como treinamento, capacitação dos usuários, alinhamento do sistema com a estratégia da empresa e área de informática, etc. O impacto foi dividido em algumas formas de manifestação como indicadas na literatura e pelos especialistas. Na figura 8 as linhas tracejadas demonstram como podem ser lidas as hipóteses de relacionamentos possíveis: “há associação entre a variável independente (fator) e a dependente (impacto)”.

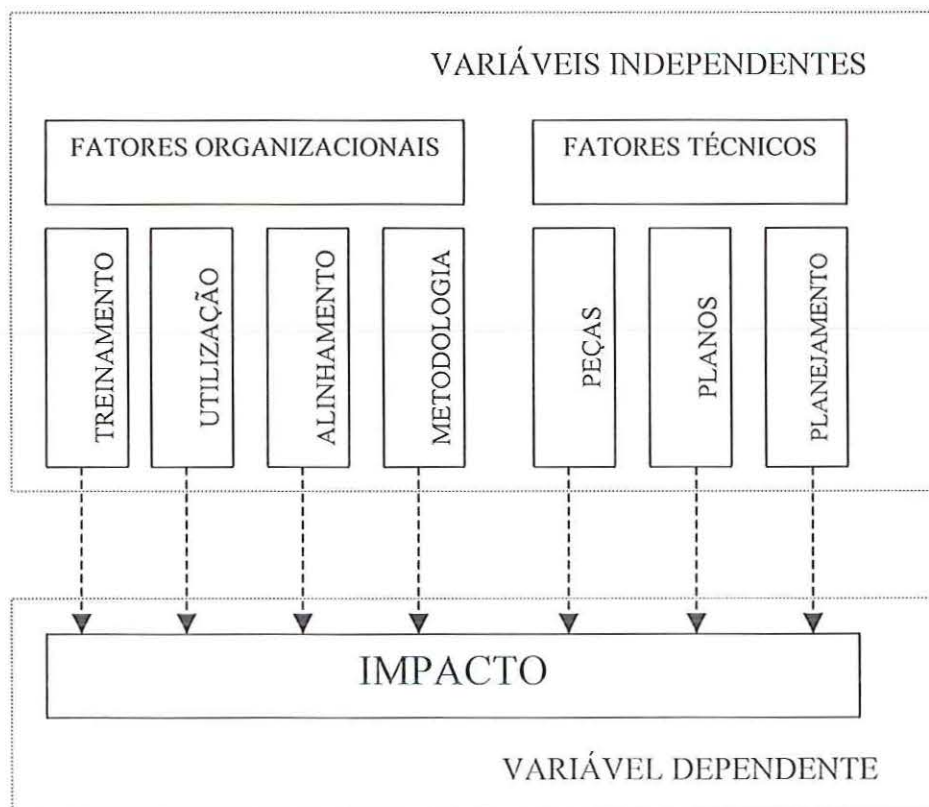


FIGURA 8 – Formulação das hipóteses

4.3 Análise dos Dados

Para o processamento dos dados levantados foram seguidos os conselhos contidos no trabalho de PEREIRA (1999), que ao custo da perda de oportunidades para produção de conhecimento da abordagem discursiva, prega a utilização de análise de dados qualitativos em trabalhos sobre este tipo de dados, a menos de assuntos totalmente inexplorados ou desconhecidos.

MILES e HUBERMAN *apud* PEREIRA (1999) recomendam que a análise de dados qualitativos se ampare em representações visuais, como gráficos ou esquemas, em lugar de modos narrativos. Outros autores também citados no mesmo trabalho recomendam outras técnicas, como a de construção de indicadores, abordagens

analíticas (comparações de proporções e análise de resíduos em tabelas de contingência), além da análise multivariada.

Este item do trabalho apresenta os dados observados nas entrevistas e seus processamentos. Primeiramente são demonstrados os procedimentos para a medição do impacto do CAPP na indústria e em seguida as análises para verificação das hipóteses.

4.3.1 Análise de Impacto do CAPP na Indústria

A análise do impacto do CAPP tinha em princípio o objetivo de abranger, com a mesma consistência, tanto os ganhos qualitativos quanto os quantitativos (verificados por uma análise financeira de investimentos). No entanto, a grande dificuldade em obter as informações que permitissem a análise financeira resultou em abrangência apenas sob o enfoque qualitativo. Esta foi realizada para aproximadamente 50% dos casos existentes no Brasil, podendo ser considerada como uma média da aplicação na indústria. Este item apresenta a análise qualitativa e no capítulo de considerações finais são comentadas algumas medidas quantitativas.

A verificação qualitativa do impacto do CAPP foi realizada através da medição de diferentes categorias de sua manifestação sugeridas pela literatura e pelos especialistas entrevistados. As categorias foram agrupadas em categorias maiores de acordo com o assunto em comum e foram todas medidas através de uma escala de Likert de cinco pontos. A síntese dos resultados obtidos pode ser vista na tabela 5, na página seguinte:

TABELA 5 – Resultados da verificação qualitativa do impacto do CAPP

	Muito Pouco	Pouco	Razoavelmente	Bem	Muito
Produtividade					
Tempo	-	-	-	5	6
Escopo	-	-	-	5	6
Lead-time de Produção	5	3	1	2	-
Desperdícios na Produção	5	3	1	2	-
Controle Gerencial					
Monitoramento e Controle das Atividades de Planejamento	-	-	1	4	6
Auxílio na Tomada de Decisões	6	3	2	-	-
Produto					
Qualidade do Produto	6	4	1	1	-
Diminuição de Custos dos Produtos	7	2	-	2	-
Processos					
Tempo de Desenvolvimento de Novos Produtos	-	4	4	3	-
Tempo do Processo de Fabricação de Produtos	-	3	4	4	-
Clientes					
Melhora no atendimento às necessidades dos clientes (relatórios)	4	3	2	-	2

Esta tabela de contagem de ocorrências de categorias já provê uma síntese dos dados, mas qualquer interpretação ainda é muito difícil, já que a única estratégia de análise se resume a observar o comportamento das modas (categorias de maior ocorrência), prestando-se elas tanto à avaliação das variáveis mais importantes (principais tipos de impacto) quanto à avaliação dessa importância (como se manifestam esses impactos). Como poderia ser esperado, é possível observar que atividades diretamente relacionadas ao planejamento de processos apresentam intensidade maior de impacto. A primeira manifestação não tão presumível que aparentemente se apresenta é a categoria relacionada ao controle gerencial, que também apresenta um valor alto de intensidade.

Uma estratégia um pouco mais elaborada para processamento dos dados pode ser realizada ao medir o impacto nas variáveis assumindo que a escala de medição seja do tipo proporcional e que contemple os contrários inerentes usados para a medida.

Uma escala proporcional significa em primeiro lugar que as categorias devem apresentar uma ordem hierárquica entre si (escala ordinal), o que em termos práticos resume-se a dizer que a intensidade de impacto muito grande é maior que a intensidade grande e assim por diante. Em segundo lugar, que os intervalos entre as categorias sejam representações de quantidades regulares de atributos (escala intervalar) - a escala é uma função linear dos atributos. Por último, significa que a escala mede os atributos de forma que os acréscimos em atributos sejam representados por acréscimos proporcionais em valores da escala. A razão entre dois valores da escala corresponde à razão entre dois valores de atributos. A escala é uma função linear dos atributos e a origem é comum, ou seja, há um zero real.

Já contemplar contrários de medidas é uma recomendação interessante de PEREIRA (1999) que se baseia no princípio aristotélico de que as categorias reconhecem contrários e na teoria de Osgood sobre o diferencial semântico. O trabalho de PEREIRA (1999) apresenta discussões interessantes sobre essas teorias, mas para este trabalho vale apenas citar a importância de um instrumento de medida possuir a sensibilidade de caracterizar opostos. A escala de Likert de cinco pontos já



é um instrumento com essas características, necessitando apenas de uma codificação que as reflita. Assim, uma alternativa de códigos pode ser a seguinte: -2, -1, 0, 1, 2. Ela reconhece opostos, um ponto intermediário, gradiente, e intervalos iguais entre categorias de impacto.

Os dados assim codificados resultam no seguinte esquema gráfico:

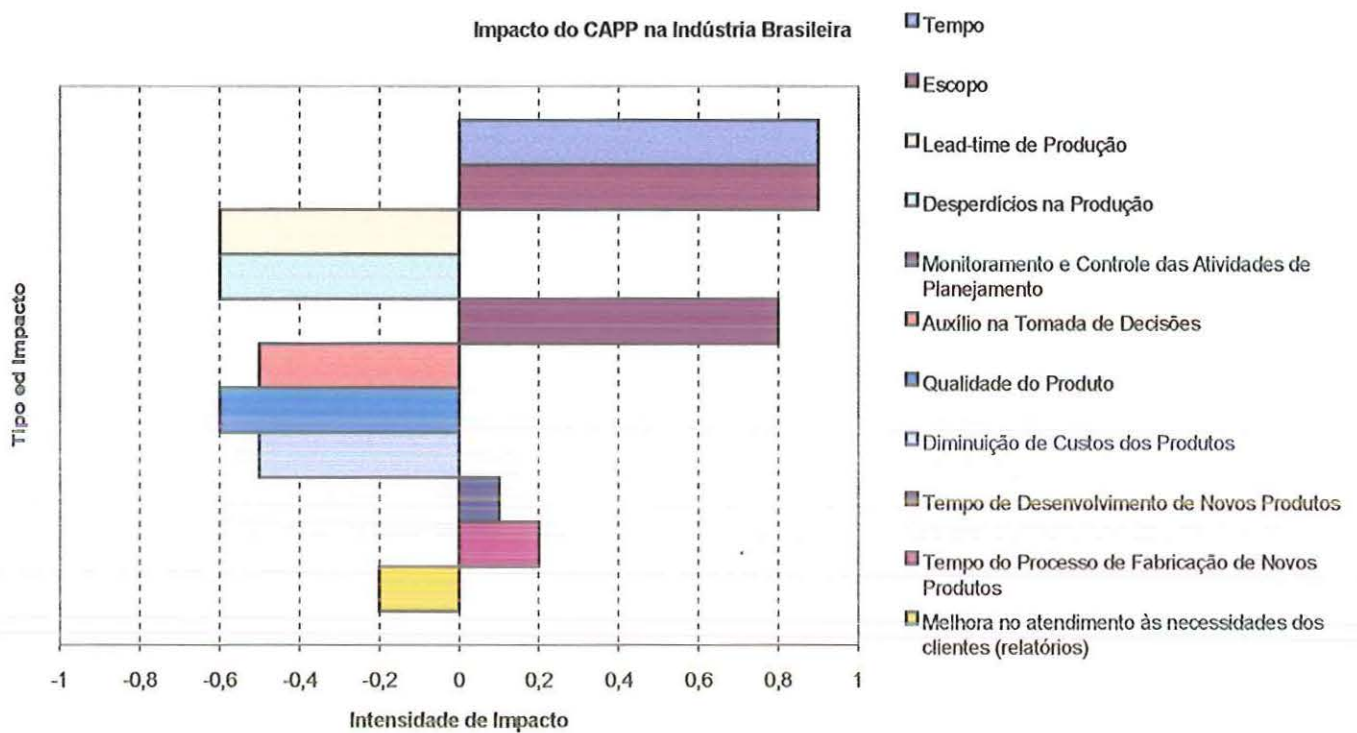


FIGURA 9 - Impacto do CAPP por Categoria de Manifestação

O processamento dos dados com a codificação proposta resulta em impactos com médias negativas (significando pequeno) e positivas (significando grande). Fica evidente no esquema gráfico que há concentração de impactos grandes em três variáveis, duas relacionadas à produtividade de planejamento, e uma relacionada à melhoria na capacidade de gerenciamento da atividade de planejamento de processos.

Impactos nas variáveis “melhoria na qualidade” nos “custos dos produtos” são muito pequenos. As variáveis restantes, relacionadas à melhoria no desempenho de

tempo consumido nos processos de desenvolvimento e fabricação de produtos podem ser considerados médios.

O trabalho de síntese realizado até agora para a obtenção do impacto do CAPP na indústria brasileira permitiu que se conhecessem intensidades médias de impactos em algumas formas de sua manifestação. O cálculo da média permitido pela assunção da escala proporcional é uma estratégia de redução de dimensionalidades. Partiu-se das medidas originais de cada variável (cinco categorias) para a obtenção de uma única variável, a média.

No entanto, resolvida a multidimensionalidade das variáveis, restou ainda a multidimensionalidade do fenômeno estudado. A estratégia de medir as formas de apresentação do impacto é interessante, já que se passa a conhecer as particularidades do efeito do CAPP nas empresas, mas também é interessante que se busque um indicador que concilie todas as variáveis consideradas.

Uma solução razoável para a computação desta nova variável é tratá-la como quantitativa discreta. Ela pode ser a contagem de impactos de qualquer tipo registrados pelos casos estudados, multiplicados pelos pesos dados às categorias de intensidade (evitando a perda de informação de intensidade causada por uma simples contagem). Assim, o indicador de impacto pode ser escrito na seguinte forma:

$$\textit{Impacto} = \textit{Impacto tipo 1} \times \textit{peso} + \dots + \dots + \textit{Impacto tipo n} \times \textit{peso}$$

Como os impactos de diferentes tipos estarão sendo computados como ausentes (0) ou presentes (1), a equação pode ser simplificada para a soma dos pesos desses impactos:

$$\textit{Impacto} = \Sigma \textit{pesos (códigos das categorias dos impactos de cada tipo)}$$

O indicador de impacto foi constituído em cima de uma função aditiva. Poderia ter contemplado pesos relativos entre as variáveis de impacto e também utilizado outros tipos de funções, além da aditiva, mas que dependeriam de premissas muito mais elaboradas.

A escolha de uma simples adição de pesos para formação do indicador significa que as variáveis de impacto estão recebendo o mesmo nível de importância na avaliação, ou em outras palavras, diminuir custos de um produto é tão importante quanto aumentar a produtividade dos processistas ou diminuir os desperdícios na produção.

É claro que isso é uma simplificação da realidade, já que quando as empresas adquiriram o sistema, elas valorizavam muito mais ou quase exclusivamente os benefícios que seriam trazidos no aumento de produtividade e consistência de informações. No entanto, assumir valores iguais para todas as variáveis está bem alinhado com o que foi observado nas entrevistas com especialistas sobre o potencial do sistema e com os valores que sistemas de informações devem ter segundo a literatura.

O indicador de impacto assim formado apresentou o valor médio de 21,84 em um escala que vai de zero a 44 (manifestação máxima de impacto em todas as categorias escolhidas para compor o indicador). Esta média indica bem a característica de intensidade média do impacto.

Calculado o valor do indicador, é importante que se realize uma boa prática em pesquisas qualitativas que é a verificação de consistência do indicador. Verificações desse tipo são conhecidas com Análises de Confiabilidade, que permitem o estudo das escalas de medição e os itens que as compõem. Em outras palavras, uma verificação deste tipo tenta determinar quão bem o questionário, e portanto o indicador formado, mede o impacto. Isso é obtido pois estas análises medem o quanto os itens que compõem o indicador estão relacionadas entre si (o quanto medem o mesmo objeto, apesar de estarem focados em aspectos específicos dele). Assim é possível conseguir um índice de consistência interna do indicador que dirá

se este atende aos objetivos para os quais foi construído. Ao medir a adequação, torna-se também possível identificar itens que devam ser retirados do indicador.

Para este tipo de verificação, YU (1999) sugere alguns testes como o Alfa de Cronbach, a fórmula de Kuder Richardson (KR), alguns coeficientes de confiabilidade como os modelos *split-half* de Guttman ou Spearman-Brown. Cada um deles apresenta características próprias e adequações a determinados tipos de dados, mas que não serão aqui comentadas, devido à extensão do assunto. Para este trabalho, foi escolhido o Alfa de Cronbach por dois motivos: é adequado aos dados da pesquisa e é o mais tradicional dos testes de confiabilidade.

O Alfa de Cronbach pode ser entendido como um coeficiente de correlação ao quadrado (R^2) com uma suposta medida real do fenômeno estudado. Abaixo há a fórmula que demonstra o cálculo do alfa de Cronbach, descrito como no trabalho de PEREIRA (1999):

$$\alpha = \frac{k \times \text{cov}/\text{var}}{1 + (k - 1) \times \text{cov}/\text{var}}$$

Onde:

K = número de variáveis consideradas

Cov = média das covariâncias

Var = média das variâncias

A computação do Alfa de Cronbach para o indicador formado foi realizada através do sistema SPSS, um pacote de software comercial. O valor obtido pode ser visto abaixo, no formato de saída do próprio sistema (razão de os termos estarem em inglês):

Reliability

R E L I A B I L I T Y A N A L Y S I S - S C A L E (A L P H A)

Reliability Coefficients

N of Cases = 11,0

N of Items = 11

Alpha = 0,7959

A interpretação do valor do alfa pode ser feita de diversas maneiras. Em uma primeira visão pode-se considerar que o valor de 0,7959 obtido sugere que se estaria medindo 79,59 % do impacto real, como seria medido por um suposto *gold standard* ao qual não se tem acesso.

Além dessa visão de confiabilidade, outras interpretações são igualmente interessantes. Por exemplo, também é possível entender o valor obtido sob a perspectiva da generalização dos resultados particulares de um estudo para o universo ao qual se refere. Isso significa que o indicador representa 79,59 % do universo de possíveis indicadores de impacto constituídos pelo mesmo número de itens, ou suas medidas com eles concordariam em 79,59% das vezes.

Calculado o valor do alfa, a próxima etapa é aceitar ou rejeitar o indicador formado. A definição de um valor do alfa de corte para esta definição é muito subjetiva, dependendo fortemente do bom senso do pesquisador em relação à complexidade do objeto estudado e objetivo da pesquisa. De qualquer forma, alguns valores têm sido sugeridos como padrões de boa confiabilidade. Na maioria das pesquisas sociais há um consenso em relação à sugestão de NUNNALLY (1978) para aceitação de 0,7 como valor razoável (é possível observar pela fórmula apresentada que o valor de alfa varia entre zero e um, sendo zero a representação de uma situação onde há total ausência de correlação entre os itens, e um, onde a correlação é perfeita).

Feito isso, resta ainda analisar as informações sobre o comportamento de cada item compondo o indicador. Para isto foi construída a tabela 6:

TABELA 6 –Análise do comportamento dos itens referentes ao indicador

Estatísticas p/ Escala	Média	Variância	Desvio-Padrão	N. Variáveis	
	21,83	58,96	7,68	11	
Estatística sobre Relacionamento Item-Total					
	Média se item retirado	Variância se item retirado	Correlação Item-Total corrigida	Correlação Múltipla (R²)	Alfa se Item retirado
Tempo	18,33	58,66	0,071	0,300	0,8081
Escopo	18,33	55,46	0,452	0,312	0,7906
Lead-time de Produção	20,83	60,96	0,017	0,125	0,8578
Desperdícios na Produção	20,83	46,56	0,721	0,328	0,7604
Monitoramento e Controle	18,5	49,5	0,808	0,111	0,7602
Auxílio na Tomada de Decisões	20,66	45,06	0,669	0,135	0,7725
Qualidade de Produtos	20,83	51,36	0,474	0,346	0,7931
Custo de Produtos	20,66	44,66	0,728	0,289	0,7595
Tempo de Desenvolvimento	19,66	45,86	0,806	0,177	0,7494
Tempo do Processo Fabricação	19,5	49,9	0,776	0,233	0,7630
Atendimento a Clientes	20,16	38,96	0,904	0,294	0,7224

A TABELA 6 permite a construção de diversas análises que são apresentadas abaixo. Estas são baseadas primeiramente nos números obtidos, mas são complementadas pelas observações realizadas sobre as impressões dos entrevistados manifestadas sob a forma de discurso.

Média se o Item é Retirado

O valor médio do indicador foi de 21,83 (cálculo não demonstrado) de um total possível de 44. A retirada de um item da composição do indicador modifica a média obtida, permitindo que se conheça sua contribuição para este valor. Diminuições maiores na média implicam em um maior peso do item na contribuição para o valor médio do indicador. Assim, esta análise identifica os itens que melhor compõem o indicador formado, o que em outras palavras corresponde ao esclarecimento dos itens que mais são impactados pelo CAPP.

A partir da tabela, as seguintes observações podem ser realizadas:

1. As maiores contribuições são realizadas pelos dois itens que estão relacionados ao aumento de produtividade da atividade de planejamento. Esta observação é óbvia e já era apontada pela análise gráfica do impacto apresentado na figura 6 (a vantagem com os valores da tabela é poder ter uma melhor sensibilidade sobre a dimensão da relevância destes itens). Os itens com maior contribuição (ambos diminuíram a média de 21,83 para 18,33 quando retirados) foram os seguintes:

- Diminuição do tempo de planejamento.
- Aumento do escopo de atividades realizadas durante a etapa de planejamento.

O empate entre esses dois itens reflete bem o que foi dito na maioria das entrevistas: a utilização do CAPP diminuiu o tempo necessário para a realização das atividades que correspondiam ao planejamento, mas ao mesmo tempo, o planejamento “aumentou de tamanho”.

A diminuição de tempo era esperada como o item campeão de impacto. A atividade de planejamento de processos, como apresentada no capítulo de revisão bibliográfica, é uma atividade de trabalho intensivo, sendo muitas vezes gargalo da Engenharia. E foi com o objetivo de diminuir o tempo da atividade é que foram desenvolvidos os sistemas CAPP. Dentre os casos citados foram encontradas reduções de até 80% no tempo, mostrando que o resultado obtido apenas confirma a maior vocação do sistema.

Já o aumento de escopo demonstra ser consequência da diminuição de tempo para realização da atividade. Algumas empresas relataram diferenças sensíveis na comunicação com a Produção comparando os períodos pré e pós CAPP, em função das novas informações fornecidas. Ou seja, os detalhamentos dos planos de processo mostravam-se necessários, mas como o tempo para realização da atividade era muito extenso, estes não eram incorporados.

2. A terceira maior contribuição foi realizada pelo item que representa o aumento da capacidade de monitoramento e controle da atividade de planejamento de processos. Os números refletem o que pôde ser observado nas conversas com os entrevistados que com frequência reforçavam o aumento do controle sobre a atividade em função de razões como a centralização de muitas informações da Engenharia na base de dados do CAPP, a existência de filtros para seleção de recursos, o controle de versões, etc.
3. As categorias relativas à diminuição do tempo dos processos de negócio desenvolvimento e fabricação de produtos apresentaram peso intermediário entre os itens na composição do indicador (média cai para 19,66 e 19,50, respectivamente).
4. As categorias de impacto diminuição dos desperdícios na produção, diminuição do *leadtime* de produção, e aumento na qualidade dos produtos, seguidos com um pouco mais de distância pela melhoria de capacidade na tomada de decisões e a diminuição dos custos dos produtos, são as que

menos pesaram na composição do indicador e portanto foram as categorias menos influenciadas pelo CAPP (média cai pouco mais de um ponto).

Variância se o Item é retirado

A maior redução na variância seria alcançada se a categoria de impacto “Atendimento às necessidades de clientes” fosse retirada. Diminuições próximas a esta seriam obtidas com a retirada das categorias que medem a diminuição do custo dos produtos em razão da aplicação do sistema, a melhoria no suporte à tomada de decisões, e a diminuição de desperdícios na produção, respectivamente.

O significado desta análise é o de que essas categorias apresentam as maiores variações de medidas observadas. De forma prática, a maior variabilidade dessas medidas pode ser consequência de ruídos nas medidas (por apresentarem problemas como ambigüidade de sentidos, falta de clareza, falta de aplicabilidade genérica, etc.), mas também pode ser indício de boas oportunidades de investigação, já que a não obviedade de resultados pode ser sinal de existência de relacionamentos do tipo causa e efeito.

Correlação Item-Total Corrigida

Este número mostra o item de correlação de Pearson entre o item e o indicador, corrigido de sua própria contribuição. Pode-se observar que o tipo de impacto “Diminuição do Lead-Time de Produção” é o que tem menor correlação com o indicador total, ou seja, é a medida com maior disparidade das outras tomadas em conjunto. Esta informação é importante para o caso de trabalhos futuros do gênero, já que torna-se possível realizar análises de custo-benefício para a realização de cada medida.

Correlação Múltipla

Esta medida representa o R^2 da regressão linear que toma o item considerado como variável dependente e todos os outros como variáveis independentes. Pode-se notar que nenhum item pode ter mais que 34,6% de suas variações explicadas pelos outros itens tomados em conjunto.

Alfa se Item Retirado

Esta simulação com o valor do Alfa mostra o impacto que teria a retirada de cada item considerado sobre o desempenho do indicador. Como é possível observar, apenas a categoria “*Leadtime* de produção” pode melhorar com alguma relevância o desempenho do indicador caso seja retirado, que atingiria o valor de 0,8578. A interpretação para esta situação é a de que há indicação de boa consistência interna para o indicador formado. No caso de uma extensão futura da pesquisa, poder-se-ia pensar na retirada da categoria *leadtime* de produção da composição do indicador, mas para este trabalho pode-se aceitar o resultado como satisfatório.

O alfa de Cronbach trabalha a relação entre covariâncias e variâncias internas das medidas. Segundo Cronbach *apud* PEREIRA (1999), o teste é robusto o suficiente para tlerar escalas não homogêneas e basear-se em correlações calculadas como razão de covariâncias e variâncias. Quanto mais as variações entre as medidas do fenômeno, realizadas pelas diferentes variáveis, superar as variações internas das variáveis individualmente, melhor será o indicador.

O alfa assume valores entre 0 e 1 e trabalha com a premissa de que as correlações entre os itens são positivas. Uma correlação negativa viola o modelo e para a manutenção de uma variável nestas condições seu sentido deve ser mudado multiplicando-se seus valores por -1 . Como neste caso alguns itens apresentavam correlações negativas entre si, houve a necessidade de mudança de sentido de alguns itens.

4.3.2 Análise do Relacionamento entre as Variáveis

Após verificação do impacto do sistema CAPP, primeiro objetivo do trabalho, este item apresenta as análises que exploram as hipóteses de relacionamento entre as variáveis do estudo.

A princípio, esta verificação pode ser conduzida de diversas maneiras, variando-se confiabilidade e complexidade de cálculo. A maneira mais simples seria observar cada caso particular do trabalho e investigar que fatores foram mais expressivos para os casos de maiores impactos, e vice-versa. É uma análise que não utiliza qualquer recurso matemático mas também limita a constituição de conclusões mais elaboradas. O parecer permitido por esse tipo de verificação é do tipo “há alguma possibilidade de tendência no relacionamento entre as variáveis”, já que a casualidade não pode ser verificada.

A busca da causalidade e eliminação da casualidade criou diversas ferramentas e testes quantitativos capazes de abordar dados qualitativos, caso desta pesquisa. A literatura sobre abordagens metodológicas e trabalhos com características similares a este apontam para um conjunto de técnicas mais aconselhadas, que são comentadas em seguida.

A técnica mais simples é a verificação do coeficiente de Pearson, que mede a correlação linear entre variáveis. Sua fórmula de cálculo é apresentada abaixo:

$$Pearson = \frac{\sigma_{A,B}}{\sigma_A \times \sigma_B}$$

Onde:

$\sigma_{A,B}$ = covariância entre as variáveis A e B;

σ_A = desvio padrão da variável A;

σ_B = desvio padrão da variável B

As vantagens desta forma de verificação de associação são a grande facilidade de cálculo e a boa tolerância a amostras pequenas. As desvantagens são a incapacidade de verificar relacionamentos que se distanciem muito do linear e relacionamentos múltiplos entre variáveis.

Um teste que melhora a capacidade de verificar relacionamentos mais complexos é o Qui-quadrado (χ^2), que calcula o total de desvios entre o número de ocorrências observadas e o de esperadas, e examina sua probabilidade segundo um padrão de distribuição definido pelo número de graus de liberdade de uma tabela de contingência do teste. A fórmula usada para seu cálculo é a seguinte:

$$\chi^2 = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Onde:

O = número de freqüências observadas;

E = número de freqüências esperadas;

As desvantagens deste teste são a inaplicabilidade em casos de amostras muito pequenas e/ou freqüências observadas muito baixas de determinadas células da matriz que relaciona duas variáveis, e como no coeficiente de Pearson, a incapacidade de relacionar mais de uma variável dependente à variável independente.

Por fim, o conjunto de técnicas mais interessantes na construção de conhecimento em pesquisas desse tipo são as análises multivariadas, como a Análise de Correspondência, a Análise Fatorial e a Análise de Agrupamento, entre outras. Cada uma dessas técnicas apresenta características e aplicações muito interessantes que permitem regressões múltiplas na verificação de relacionamentos. Contudo, essas técnicas são extremamente intolerantes a amostras pequenas.

A consideração de todos os prós e contras de cada alternativa leva a conclusão de que a melhor opção para verificação do relacionamento entre as variáveis desta

pesquisa é o cálculo do coeficiente de Pearson. Obviamente a utilização de uma análise multivariada seria muito interessante para a formação de conhecimento, e com o auxílio de pacotes de software disponíveis, o esforço de cálculo ficaria bastante reduzido. O problema neste caso é o tamanho da amostra que desautoriza qualquer afirmativa sobre as saídas calculadas (a mesma restrição se aplica ao teste Qui-quadrado).

Outro ponto importante para essa escolha é que o coeficiente de Pearson, apesar de sua simplicidade, permite que se obtenha a informação procurada, que é a existência ou não de relacionamento entre as variáveis. A maneira como se dá este relacionamento não faz parte do escopo deste trabalho.

A tabela seguinte apresenta o índice de correlação de Pearson entre cada categoria integrante do indicador e as demais categorias, e entre estas e cada possível fator de modificação do impacto. Os valores podem variar de -1 a 1 , significando fortes correlações negativas e positivas respectivamente. Valores próximos a zero indicam ausência de associação entre as variáveis.

Uma consideração importante é a de que o cálculo foi realizado computando as variáveis com suas respectivas escalas de medição. Assim, variáveis medidas em escalas diferentes podem apresentar forte relacionamento mas possuírem coeficientes de Pearson próximos a zero. Cada caso deste tipo é abaixo analisado particularmente através da transformação das escalas.

		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
CAPACITA SISTEMA (14)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.	a.
CAPACITAC PROCESSO (15)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	,689	,333	,333	,000	,289	,894 *	,570	,289	,124	,469	,447	,894 *	-,333	,	1,000					
ALINHAMENTO EST. EMPR. (16)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-,457	,447	,447	,316	-,775	-,400	-,866 **	,000	,055	-,768	-,400	-,400	-,447	,	-,447	1,000				
ALINHAMENTO EST. TI (17)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	,362	,374	,374	,541	,070	,432	,026	1,000	,917	,074	,432	,432	,374	,	,374					
NECESSIDADE UTL. POTENCIAL (18)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	-,047	-,196	-,784	-,485	,340	-,044	,559	,170	-,341	,490	-,307	-,241	,784	,	-,196	-,614	1,000			
UTILIZAÇÃO / POTENCIAL (19)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	,930	,710	,065	,329	,510	,934	,249	,748	,509	,324	,554	,645	,065	,	,710	,195				
UTILIZAÇÃO / NECESSIDADE (20)	Pearson Correlation Sig. (2-tailed)	,886 *	,156	,646	,435	,614	,879 *	,413	,173	,592	,545	,658	,777	-,646	,	,690	-,341	-,152	1,000		
		,019	,768	,166	,389	,195	,021	,416	,743	,216	,264	,156	,069	,166	,	,129	,509	,774			
		,958 **	-,099	,494	,208	,818 *	,714	,559	,273	,785	,747	,822 *	,769	-,494	,	,535	-,450	-,027	,914	1,000	
		,003	,852	,320	,692	,046	,111	,248	,601	,065	,088	,045	,074	,320	,	,274	,371	,960	,011		
		,876 *	-,270	,292	-,007	,868 *	,466	,591	,348	,847 *	,815	,803	,617	-,292	,	,280	-,451	,125	,712	,933	1,000
		,022	,605	,575	,990	,025	,352	,217	,499	,033	,048	,055	,192	,575	,	,591	,369	,814	,113	,007	

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
 ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
 a Cannot be computed because at least one of the variables is constant.

3.1.2.2. Treinamento/Capacitação dos Usuários

Como em qualquer tipo de ferramenta, é de se esperar que os usuários do CAPP mais capazes e com melhor treinamento produzam melhores resultados que usuários menos capacitados ou com treinamento mais deficitário.

Para a caracterização do fator treinamento foram apresentadas aos entrevistados três questões. A primeira é mais genérica e mede a fatia do orçamento das Engenharias que é destinada a treinamentos gerais de seus funcionários.

A segunda questão é mais específica e tenta identificar qual a quantidade de usuários do CAPP recebeu treinamento.

Por fim, a terceira questão mede, através de uma escala de Likert de cinco pontos, o nível de treinamento recebido pelos usuários.

A capacitação dos usuários, por sua vez, concentrou-se na caracterização do conhecimento dos usuários sobre a atividade de planejamento de processos e sobre o próprio sistema CAPP. Esta medição, a exemplo da terceira questão sobre treinamento, foi realizada através de uma escala de Likert de cinco pontos.

Há também uma última questão relacionada à capacitação que buscou conhecer o relacionamento do impacto com a origem dos usuários, já que a atividade de planejamento de processos é normalmente compartilhada por engenheiros, que possuem um processo de educação mais elaborado, e ex-operários de fábrica, menos privilegiados quanto à educação.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

- Uma única empresa apresentou um número correspondente à fatia do orçamento destinada a treinamentos, que foi de 3%, não permitindo qualquer análise;
- Em relação à quantidade de usuários do CAPP que receberam treinamento também houve dificuldade na obtenção de informações, já que apenas cinco empresas conseguiram responder a essa questão. Os números obtidos

não permitem análises estatísticas em função de seu pequeno volume, mas a menos do primeiro caso, os outros demonstram haver alguma tendência de aumento de impacto obtido com o aumento da fatia de funcionários treinados (é apenas uma especulação – não há como demonstrar), como pode ser observado na tabela abaixo:

TABELA 8 – Relação impacto X quantidade de funcionários treinados

Impacto	11	16	20	24	31
% Usuários Treinados	50	4	14	25	27

- Para a verificação de associação entre nível de treinamento e impacto, este foi dividido primeiramente em cinco faixas iguais, tornando-o uma variável categórica, assim como o treinamento. Dessa forma tornou-se possível a realização do cálculo do coeficiente de Pearson, que apresentou o valor de 0,66, não tão significativo. No entanto, como no caso anterior, pode-se observar através dos dados da tabela seguinte, que o primeiro caso é o que apresenta a maior distorção da tendência que se apresenta. Por exemplo, uma simples mudança do valor do nível de treinamento deste caso de 3 para 1 (significando uma possível falha de entendimento do entrevistado a respeito da questão) mudaria o valor do coeficiente para 0,85, indicando forte correlação linear.

TABELA 9 – Relação impacto X nível de treinamento

Impacto	11	16	16	16	17	18	20	22	24	29	31
Impacto Mod. (Likert 0-4)	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3
Nível de Treinamento	3	2	1	1	2	2	2	2	2	3	4

- Quanto à capacitação dos usuários em relação à atividade de planejamento de processos, nenhuma das questões demonstrou relacionamento com o nível de impacto. Os coeficientes de Pearson entre impacto e conhecimento dos usuários sobre processos é de 0,47, e entre impacto e conhecimento sobre o sistema é de 0,30, ambos muito baixos. A identificação da origem dos usuários também não permitiu qualquer análise.

Sucintamente, a análise deste primeiro fator permitiu a verificação de uma associação razoável entre o treinamento disponibilizado aos usuários e o nível de impacto alcançado. Por um lado percebe-se a possível tendência de o impacto aumentar em função do aumento da fatia de usuários treinados. Por outro, há uma indicação bem mais consistente da existência de associação entre o nível de treinamento e o nível de impacto.

Já a capacitação dos usuários não apresentou qualquer tipo de associação com o nível de impacto. Isso não significa que não haja relacionamento entre os dois, mas apenas que, na maneira com que foram medidos, o relacionamento entre as variáveis não se verifica. Razões para isso podem ser falhas na caracterização da variável capacitação, problemas com o tamanho amostral, ou que realmente, para a aplicação do CAPP, a capacitação dos usuários não é determinante para um bom impacto do sistema.

4.3.2.2 Processo de Implantação

O processo de implantação do CAPP foi considerado uma variável interessante de ser medida em razão de indicações dos especialistas entrevistados no início do trabalho. Este processo responde pela adoção de alguma metodologia estruturada de implantação, com definição clara de objetivos e escopo, definição de etapas para a implantação, etc. Para os especialistas, é sensível a diferença nos primeiros momentos de utilização do CAPP entre empresas que adotaram metodologias e empresas que fizeram a implantação sem uma estruturação do projeto.

A medição desta variável foi realizada através de duas questões consideradas relevantes. A primeira, referente à utilização de alguma metodologia na implantação do CAPP. A outra questão investiga a existência de um patrocinador ou “*project champion*” para o projeto. Ambas as questões permitem que sejam colhidas respostas do tipo SIM ou NÃO, juntamente com caracterizações qualitativas a respeito dos assuntos.

Para a análise deste fator foram construídas as tabelas 10 e 11 abaixo. Considerando que esses fatores são variáveis que assumem apenas valores 0 ou 1, como SIM/NÃO, houve a necessidade de estabelecer-se um corte na medida do impacto para permitir o cálculo de *odds ratio* (razão de chances). Para tanto, os casos investigados tiveram seus impactos caracterizados como abaixo e acima da média.

TABELA 10 – Razão de chance Impacto X Metodologia

METODOLOGIA	Impacto Acima da Média	Impacto Abaixo da Média
Sim	3	4
Não	3	3

TABELA 11 – Razão de chance Impacto X Project Champion

PROJECT CHAMPION	Impacto Acima da Média	Impacto Abaixo da Média
Sim	3	2
Não	1	5

O cálculo do *odds ratio* permite que se verifique associação entre variáveis deste tipo e é realizado da seguinte maneira:

$$Odds\ ratio = \frac{(a \times d / n)}{(b \times c / n)}$$

Onde:

a e d: quantidades pertencentes aos elementos da diagonal principal;

b e c: quantidades pertencentes aos elementos da diagonal secundária;

n: a quantidade de casos investigados

Na investigação do relacionamento entre impacto e existência de metodologia o valor da razão de chances foi de 0,75 e entre impacto e existência de um *project champion* foi de 7,50.

O primeiro valor indica inexistência de associação entre as variáveis, o que significa que a existência de uma metodologia estruturada para implantar o CAPP não causa melhora em seu impacto como seria possível esperar.

Ao contrário da situação anterior, a razão de chances do segundo exame é bastante alta, indicando forte associação entre a existência de um *project champion* e o desempenho do CAPP. O valor 7,5 confirma a afirmação de muitos pesquisadores da área de que o sucesso de implantação de sistemas de informação em geral depende fortemente dos esforços de um patrocinador interno com poder suficiente para transpor as barreiras que surgem naturalmente em projetos deste tipo.

Especificamente no caso do CAPP, a existência do patrocinador ou *project champion* caracterizou-se muito importante em razão dos conflitos gerados entre as áreas de Engenharia e de Produção. Na maioria dos casos investigados foi comentada a forte resistência da Produção a modificações de suas operações, normalmente sugeridas pela Engenharia. Diferenças técnicas e sociais são possíveis razões para a resistência e um patrocinador forte que saiba superar essas barreiras e conduzir o projeto até sua aplicação demonstra ser importante para um bom desempenho do CAPP, que é um projeto normalmente originado na Engenharia.

4.3.2.3 Utilização do Sistema

O uso ou utilização dos sistemas de informação está entre os fatores mais comentados na literatura como agente modificador direto de seu desempenho. Para

tentar verificar o relacionamento entre impacto do CAPP e sua utilização, este fator foi dividido nas três medidas seguintes:

- Relação entre as diferentes necessidades das empresas em utilizar o CAPP e seu potencial de utilização, ou seja, o quanto do suporte oferecido pelo CAPP é necessário para cada empresa;
- Relação entre a utilização do CAPP e seu potencial, ou seja, o quanto do suporte oferecido pelo CAPP é utilizado pelas empresas;
- Relação entre a utilização do CAPP e as necessidades de utilização de cada empresa, ou em outras palavras, o quanto das necessidades das empresas em relação ao suporte oferecido pelo CAPP é efetivamente utilizado ou suportado pelo CAPP;

O intuito na construção das três medidas foi o de “quebrar” o termo utilização em algumas situações possíveis para tentar conhecer melhor como pode se dar sua influência no impacto do CAPP, considerando que realmente haja relacionamento com este.

Para a medição das novas variáveis foi seguido o seguinte procedimento: primeiramente recorreu-se ao modelo de desenvolvimento de produtos apresentado no trabalho de ZANCUL (2000), que detalha as atividades componentes do processo, e recomenda a utilização de sistemas específicos para cada atividade (a escolha deste modelo deve-se ao fato de o CAPP ser um sistema de engenharia, e portanto bastante alinhado ao processo de desenvolvimento de produtos).

Em seguida este modelo foi apresentado às empresas investigadas que então identificaram as atividades que eram necessárias às suas operações, assim como as atividades que, dentre as anteriormente identificadas, eram realizadas através do uso do CAPP.

Por fim foi realizada a simples contagem das atividades identificadas em cada questionamento, que permitiu obter, em termos percentuais, os valores de cada uma das variáveis. A medida assim constituída é bastante simples, mas traz consigo a

vantagem de facilidade de manuseio e computação, além de que seu significado retrata, razoavelmente bem, o esforço de cada empresa em explorar o potencial da ferramenta.

Segundo os dados apresentados na TABELA 7, pode-se verificar que este fator é o que apresenta, de maneira geral, o maior coeficiente de correlação de Pearson com o indicador de impacto formado. Neste relacionamento, ambas as medidas de utilização (utilização em relação ao potencial de suporte do sistema e em relação às necessidades da empresa com potencial de suporte pelo sistema) apresentaram altos coeficientes de correlação linear, 0,958 e 0,876. Este alto coeficiente de correlação pode ser observado em gráficos de dispersão de valores, que demonstram visualmente a existência de um bom relacionamento linear. Abaixo tem-se gráficos deste tipo:

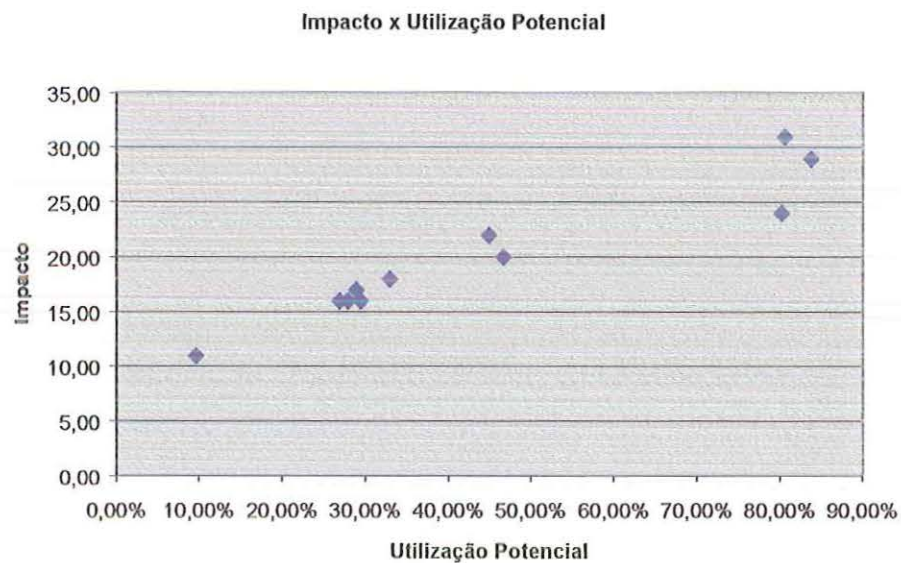


FIGURA 10 – Gráfico de Dispersão I

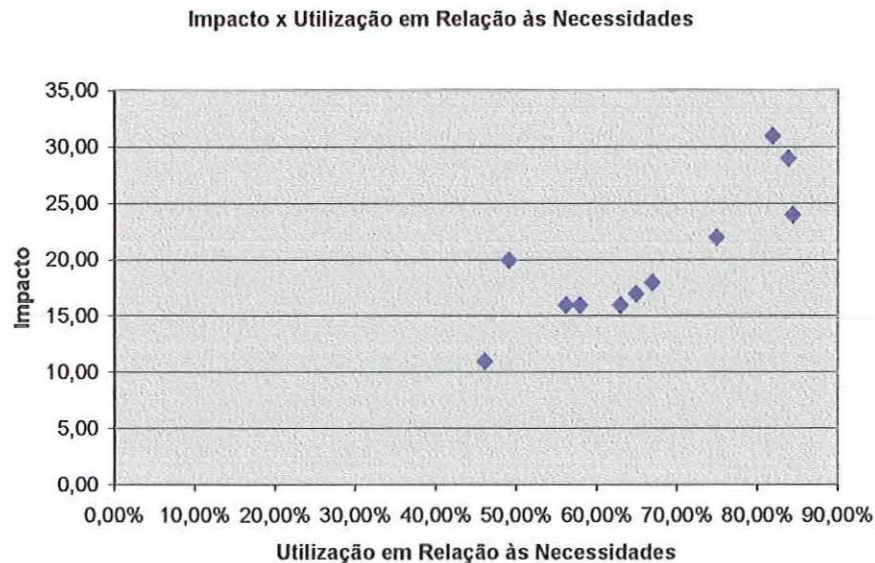


FIGURA 11 – Gráfico de Dispersão II

A primeira medida de utilização apresentou correlação mais relevante com o impacto ($0,958 > 0,876$), o que afirma que este, como constituído, é mais sensível a flutuações na utilização potencial que na utilização em relação às necessidades. Essa informação sugere que na medida do impacto que o CAPP tem na indústria, o uso de seu potencial é o fator que mais a influencia.

A análise da correlação deste fator com as categorias do indicador ainda revela que o fator utilização do CAPP apresenta fortes correlações com a diminuição de desperdícios na produção e diminuição dos custos dos produtos. Essas categorias são as que apresentaram os menores impactos relativos, mas demonstram ser oportunidades de aumento de valor do CAPP através do aumento do escopo de utilização.

Essa indicação de tendência reflete bem a baixa taxa de utilização das capacidades do CAPP relativas a detalhamentos que suportam a produção com informações. Alguns exemplos principais são o pouco uso do CAPP para geração de croquis, baixíssima utilização do módulo de FMEA, etc.

4.3.2.4 Alinhamento Estratégico

Alinhamento estratégico de um sistema de informação se refere ao quanto este suporta a obtenção de determinados objetivos estratégicos. Sua relevância é bastante enfatizada por PARKER (1989), que o considera como fator crucial ao desempenho de um sistema de informação. Essa importância parte do pressuposto de que os esforços das empresas estão voltados à busca dos objetivos estratégicos, e que portanto, se um sistema de informação não contribui ou contribui pouco para a obtenção destes objetivos, então seu valor, e portanto impacto, é bastante diminuído.

A caracterização deste fator foi realizada através de duas medidas: alinhamento com os objetivos estratégicos da empresa, e alinhamento com os objetivos estratégicos da área de TI. Este último também foi incluído, seguindo recomendação de PARKER (1989), em função da existência de momentos em que os esforços das áreas de informática das empresas estão voltados à busca de determinados objetivos com mais intensidade que a de outros, o que pode prejudicar bastante o suporte a determinado sistema.

Na verificação de associação com o impacto, estes fatores também foram medidos também através de uma escala de Likert de cinco pontos. Para o cálculo do coeficiente de Pearson a variável impacto sofreu a mesma transformação utilizada para a verificação de associação entre treinamento e impacto, ou seja, foi dividida em cinco partes iguais. Assim formada, os valores do coeficiente de Pearson entre alinhamento com os objetivos estratégicos e impacto, e alinhamento com a estratégia da área de informática e impacto foram 0,34 e 0,17, respectivamente. Estes valores são bastante baixos e apontam para uma falta absoluta de associação.

Portanto, em função da impossibilidade de realizar uma melhor análise (amostra maior, principalmente), a única conclusão permitida é a de que o desempenho do CAPP não demonstra aumentar como função linear de uma situação abstrata que reflete o alinhamento do sistema com a estratégia da empresa ou da área de TI. Alguém poderia até supor que haja algum outro tipo de relacionamento não linear entre as variáveis consideradas, o que obviamente não seria demonstrado pelo coeficiente de Pearson, mas isso parece ser muito pouco provável.

Todavia, dois pontos importantes devem ser considerados na verificação deste relacionamento. O primeiro refere-se à não proximidade das pessoas entrevistadas com o conhecimento e/ou ambiente que lhes permitisse afirmar impressões sobre alinhamento a objetivos estratégicos. Os entrevistados foram em sua maioria pessoas envolvidas fortemente com a atividade de planejamento de processos, e portanto distantes tanto da alta administração (que define os objetivos estratégicos da empresa) quanto dos gestores de tecnologia de informação das empresas. Portanto é bastante razoável esperar que haja falha nessa medição em razão da falta de entendimento das pessoas entrevistadas sobre a questão.

O segundo ponto é a possibilidade de que o alinhamento seja um fator relevante para o impacto quando considerado em conjunto com outros fatores de influência. Por exemplo, seria possível ocorrer a situação em que aumentos de alinhamento provocariam aumentos correspondentes no impacto, dada uma situação determinada de treinamento e utilização. Essa suposição está sendo feita, apesar da falta de evidências, em razão da grande ênfase dada pelos pesquisadores de SI no mundo. O problema para essa verificação é que ela depende de uma análise multivariada, problemática para populações deste tamanho, como comentado anteriormente.

4.3.2.5 Fatores Técnicos (Complexidade das Peças, Planejamento, e Funções de Planos)

A história do desenvolvimento do CAPP tem demonstrado a grande dificuldade enfrentada por pesquisadores e desenvolvedores de sistemas na luta pela automação completa da atividade de planejamento de processos. Uma dos fatores muito apontados como causa para essa dificuldade é a complexidade geométrica e de fabricação das peças.

Para tentar verificar essa possibilidade, a caracterização do fator complexidade das peças para as quais cada empresa realiza o planejamento dependeu da identificação de cada empresa sobre este grau, segundo uma escala de dois pontos, sendo que a complexidade simples representa peças normalmente rotacionais, com

poucos escalonamentos e baixa variabilidade de acabamentos, e a maior complexidade compreende peças normalmente prismáticas, contendo recortes, e com diferentes características de acabamento.

Os casos estudados, segundo a caracterização de suas peças, estão abaixo relacionados com o impacto da mesma forma com que foram na verificação do relacionamento entre metodologia de implantação e impacto.

TABELA 12 – Razão de chance Impacto X Complexidade

COMPLEXIDADE	Impacto Acima da Média	Impacto Abaixo da Média
Baixa	3	5
Alta	1	2

O valor da razão de chance para as duas variáveis é de 1,2, sugerindo uma leve associação entre complexidade de peças e impacto, descrita da seguinte maneira: quanto maior a complexidade das peças, menor o impacto.

Outro fator técnico considerado como possibilidade de relacionar-se com o impacto é o tipo de planejamento. Para a caracterização foram considerados apenas os dois principais tipos de planejamentos realizados no Brasil, que são o interativo, e o variante. O planejamento automático não foi constatado nos casos estudados. A tabela para o cálculo da razão de chance é apresentada abaixo:

TABELA 13 – Razão de chance Impacto X Planejamento

PLANEJAMENTO	Impacto Acima da Média	Impacto Abaixo da Média
Variante	3	5
Interativo	1	2

A razão de chances da associação entre planejamento e impacto também apresentou valor de 1,2, outra leve associação. Poder-se-ia esperar que esta

associação se demonstrasse muito mais forte, já que boa parte do aumento de produtividade ocorre em razão de o planejamento ser variante. Por outro lado, como a grande maioria das empresas já utiliza o planejamento variante, não é razoável esperar que haja concentração de empresas no quadrante “planejamento variante x impacto acima da média”. Assim, o valor de 1,2 talvez possa ser considerado suficiente para indicar o valor da automação do planejamento sobre o impacto do CAPP.

Por fim, o último fator técnico considerado na investigação é a abrangência do planejamento. Seria interessante conhecer uma associação entre o tipo de plano gerado (usinagem, montagem, soldagem, etc.) e o impacto resultante de tal alternativa, mas a insuficiência amostral não permite tal análise. Assim, uma alternativa é verificar se há associação entre impacto e a abrangência de funções dos planos. Para tanto, a matriz de associação teve a abrangência dividida em casos que utilizam o CAPP para um só tipo de plano e casos com mais de um tipo:

TABELA 14 – Razão de chance Impacto X Abrangência

ABRANGÊNCIA	Impacto Acima da Média	Impacto Abaixo da Média
Mais de um tipo	3	4
Um tipo apenas	1	3

Esta matriz de associação apresenta o valor de 2,25 como razão de chance, que indica uma associação um pouco mais forte que entre o impacto e os fatores técnicos anteriores. As empresas que utilizam um tipo de plano apenas focaram em planos de fabricação, e as demais concentraram o segundo plano em montagem, principalmente.

Um último comentário relevante é que a observação das tabelas dos fatores Complexidade de Peças e Tipo de Planejamento leva a acreditar que estes caminham muito paralelamente, ou seja, peças pouco complexas podem ter seu planejamento mais automatizado, e conseqüentemente apresentam melhores impactos. Conforme a complexidade aumenta, a automação tende a diminuir, e juntamente o impacto.

Como em análises anteriores, esta afirmação ainda não pode ser considerada conclusiva em razão da pequena amostra, mas demonstra ser uma consideração bastante provável, já que contempla o esperado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo final do trabalho tem os objetivos de sintetizar as análises realizadas, comentar os resultados obtidos, e indicar as limitações e possíveis contribuições futuras.

Para a síntese das análises deve-se lembrar que o objetivo que motivou a pesquisa foi o de verificar na prática se os benefícios prometidos pela aplicação do CAPP no ainda incipiente mercado brasileiro de software para Engenharia foram realmente alcançados, e a que esforço. Ao longo do desenvolvimento do trabalho este objetivo de medir o impacto passou a abranger também a obtenção de variáveis que tivessem o poder de modificar este impacto, para primeiro conhecer as condições sob as quais uma empresa retira melhores resultados do CAPP que outra, e por conseqüência poder gerar soluções aos vieses da aplicação do CAPP na indústria.

A primeira consideração se refere à forma de medição para obtenção dos objetivos propostos. Ao contrário da maioria das pesquisas de medição de impacto de sistemas de informação, este trabalho utilizou medição qualitativa. A medição quantitativa só tem valor quando se tem muito controle sobre o que se está medindo. No entanto, o que se verificou na prática é que as empresas não monitoram seus investimentos em sistemas de informação, e portanto, a maioria das informações necessárias às análises desta pesquisa só podem ser encontradas sob a forma de sensibilidade das pessoas a respeito das mudanças proporcionadas pelo CAPP nas empresas. Assim, a alternativa capaz de construir conhecimento a partir desse tipo de informação é a análise de dados qualitativos.

Uma outra consideração a respeito da medição é que, como comentado no capítulo de análises, a população investigada foi insuficiente para a realização de testes que permitissem a construção de afirmativas mais conclusivas para as respostas do objetivo. Mesmo assim, os testes utilizados (alfa de Cronbach, coeficiente de correlação de Pearson, e a razão de chances) são suficientes, mesmo para a quantidade de empresas investigadas, para garantir a confiabilidade do indicador de impacto constituído, e indicar possibilidade de associação ou sua ausência entre as variáveis dependente (impacto) e independentes.

A respeito do objetivo de obtenção do impacto na indústria, algumas poucas observações podem ser feitas além das realizadas no capítulo de análise. Aqui vale enfatizar que a caracterização de um impacto intermediário para a indústria como um todo (impacto de 21,83 de um possível de 44) é formada a partir de grande variabilidade, tanto dos itens componentes do impacto (formas de manifestação deste) como dos impactos dos casos estudados, e não de uma homogeneidade média de manifestações de impacto e impactos dos casos. Esta variabilidade de resultados aponta para boas oportunidades de melhoria dos resultados proporcionados pelo CAPP no Brasil como média, em cada empresa usuária, e para possíveis futuros usuários.

A outra consideração que pode ser feita é sobre o impacto medido quantitativamente. No corpo do texto não foi dedicado um espaço à demonstração de algumas medidas quantitativas obtidas, em função dos motivos já explicados. Porém, alguns dados relevantes foram identificados, sendo aqui apresentados os que se mostraram mais expressivos.

Um tempo bastante relevante para o planejamento de processos é o utilizado para o levantamento das informações necessárias, como ferramentas, máquinas, etc.. Para esse período do trabalho, um dos casos identificou uma redução de tempo importante de aproximadamente 80%. Para a atividade de planejamento completa, o índice de redução de tempo aparentemente mais consistente foi um caso que identificou 40% de economia. Apenas com a economia de tempo na geração de planos de processos, uma das empresas obteve uma redução de tempo, que em

valores monetários, representa uma economia anual aproximada de R\$1.000.000 (volume anual de 20.000 planos, gerados a uma média de 4,7 horas, e a um custo de mão-de-obra de R\$ 25,00/hora para um processista - média da indústria em 1999/2000). Considerando o baixo investimento inicial para a aquisição e treinamento inicial (as empresas não passaram os valores mas afirmaram ser muito baixo o investimento), e os baixos custos de manutenção, qualquer índice financeiro, como ROI – retorno sobre investimento, PAYBACK – tempo necessário para que as economias geradas paguem o investimento, entre outros, apresentaria resultados impressionantes.

Já sobre a verificação de associação entre impacto e determinadas circunstâncias (fatores), algumas considerações também merecem ainda destaque. Os fatores chamados técnicos (assim chamados por estarem mais relacionados ao ambiente/conhecimento técnico do CAPP) apresentaram, no geral, uma tendência de associação relativamente suave. Nenhum dos fatores específicos demonstrou forte associação com a variável impacto, mas todos se associam com esta. Algumas possíveis explicações para este comportamento de associações não tão intensas podem ser a dificuldade de caracterização dos fatores, ou mesmo erros da estratégia de medição em abordar estes fatores. De qualquer forma, a grande maioria dos pesquisadores em sistemas de informação não credita a fatores técnicos as causas de sucessos ou insucessos no impacto dos sistemas, o que pode também ser verdade no caso do CAPP, como demonstram os números obtidos.

Ao contrário, como aponta a literatura sobre sistema de informação, foram encontradas fortes associações entre a variável impacto e alguns fatores organizacionais (assim chamados por estarem relacionados a características mais comuns das organizações). Na aparente ordem que considera as forças de associação das variáveis dependente e independentes, a utilização ou uso do CAPP demonstrou ser o fator com maior associação com impacto do CAPP.

É importante observar que esta informação é bastante valiosa para a pesquisa e para as empresas. A abrangência de utilização do sistema associou-se fortemente ao impacto, apesar da não obviedade do relacionamento. Não é presumível pensar que o aumento do escopo de utilização aumente o impacto do sistema pois esse não tem em

sua formação qualquer manifestação que contemple a medição de escopo. O impacto mede manifestações como aumento de produtividade, melhoria de controle gerencial, diminuição de custo dos produtos, diminuição do tempo de processos de negócio, etc., mas tudo isso aumenta com o aumento do escopo de utilização.

Caminhando um pouco mais na direção do detalhamento dessa informação, pôde-se verificar que este aumento de escopo refere-se principalmente às seguintes atividades:

- Análise do fluxo de processo;
- Geração de planos de inspeção para componentes;
- Gerenciamento de desenhos de componentes;
- Cálculos de tempos;
- Geração de planos para produção de protótipos;
- Elaboração de FMEA de processo;
- Elaboração de orçamentos de peças/produtos;

Ainda sobre o fator utilização, uma última consideração deve ser feita. Ficou caracterizada no trabalho uma grande sobreposição de sistemas quanto às suas funcionalidades. Assim, atividades não assinaladas como desenvolvidas por meio do CAPP necessariamente deixam de acontecer. O que acontece na maioria dos casos é a realização destas em outros sistemas diversos.

Outro fator organizacional que apresentou forte associação com o impacto foi a existência de um *project champion* para a implantação do CAPP. Esta necessidade tem sido apontada como necessária a qualquer projeto de SI e demonstrou que há grande chance de ser verdadeira para o CAPP. O porquê de tal associação não pode ser explicado com facilidade, mas talvez possa estar relacionado aos conflitos existentes entre as Produções e Engenharias das empresas, como apontado pelos especialistas entrevistados.

O terceiro e último fator organizacional considerado que demonstrou associação com o impacto foi o treinamento, seja através de seu nível de qualidade e intensidade, seja através da fatia de usuários treinados. A tendência apontada é a de que quanto maior o percentual de usuários treinados, e quanto mais bem realizado o treinamento, melhor o impacto.

Capacitação de usuários, utilização de metodologia estruturada para implantação, e alinhamento do CAPP com os objetivos estratégicos da empresa e/ou da área de TI não demonstraram associação com o impacto.

Uma consideração extremamente importante que deve ser feita para a finalização do trabalho é a de que a demonstração de associações entre variáveis, por mais forte que os números as apresentem, e por melhor que se encaixem nas expectativas prévias, não podem ser consideradas como definitivas para afirmar que uma variável tem o poder de modificar a outra. Variáveis podem caminhar juntas, mas sob múltiplas condições. Além disso a amostra utilizada não é grande o suficiente para construir generalizações realmente consistentes. Para que a afirmativa de influência direta de uma variável sobre outra possa ser feita, é necessário que sejam realizadas análises mais complexas dependentes de amostras maiores, ou que outro método de pesquisa seja utilizado, como a interferência sobre uma variável e subsequente medição da outra.

Por fim, pensando nas contribuições do trabalho, há certas considerações a serem observadas. A compilação dos resultados sobre a influência de fatores técnicos e organizacionais sobre o impacto do CAPP leva à conclusão de que este será melhor influenciado sob a modificação de variáveis complexas sob o ponto de vista de modificação. Certamente o trabalho de melhoria do impacto seria bem mais simples se os fatores técnicos fossem os de maior peso. Uma empresa investiria no CAPP principalmente para a geração de planos para peças pouco complexas que permitiriam mais automação de planejamento. O que acontece no entanto não é isso. Essas situações ajudam, mas o impacto será maior para empresas que aumentarem o escopo de utilização, treinarem mais e melhor os usuários, e que tenham um patrocinador da idéia na empresa. O problema é que aumentar escopo significa modificar rotinas de trabalho e confronto com sistemas de funções sobrepostas, e

treinamento formal de funcionários nunca foi prática amplamente aceita nas empresas.

Considerando novas medições no futuro, deve-se considerar a possibilidade de modificar um pouco a formação do indicador, baseando-se para isso no índice de correlação de Pearson corrigido, como foi apresentado. O item que mede a diminuição do lead-time de produção seria excluído segundo esse critério.

Ainda quanto a futuros trabalhos, deve-se considerar a possibilidade do emprego da metodologia aqui utilizada para medição de impacto em outros sistemas de informação, já que é suficientemente genérica para isso.

6 BIBLIOGRAFIA

AGOSTINHO, O.L.; RODRIGUES, A.C.S.; LIRANI, J. Princípios de engenharia de fabricação mecânica: processos de fabricação. São Carlos: EESC/USP, 1978. V. 01

BARTEL, T., FINSTER, M. *A TQM process for system integration – Getting the most from COTS software*. Information Systems Management, v.12, N°3, 1995

BRYNJOLFSSON, E. (1993). The Productivity Paradox of Information Technology: Review and Assessment. Communications of the ACM, p. 66-77

CHANG, T.C., WYSK, R.A. Introduction to Automated Process Planning Systems. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1985.

CROW, K.A., 1992. Computer Aided Process Planning. DRM Associates

<http://members.aol.com/drmassoc/capp/html> (08/04/1999)

DANE, F.C. Research Methods. Belmont, California, Brooks/Cole, 1990.

DANILEVICZ, D. D. D. (1998). Análise de investimentos em tecnologia de informação. Dissertação de Mestrado – Fundação Getúlio Vargas. São Paulo.

DAVENPORT, T. H., PRUSAK, L. (1997). *Information Ecology: mastering the information and knowledge environment*. Oxford University Press, New York.

EVERSHEIM, W.; KONIG, W. Computer aided determination and optimization of cutting data and cutting time. 1978 p.01-08.

GIL, C. A. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. – São Paulo, 1988.

ATLAS.HALEVI, G.; WEILL, R.D. *Principles of Process Planning: a logical approach*, Editora Chapman & Hall, Inglaterra, 1995.

IRANI, Z., EZINGEARD, J. N., GRIEVE, R.J. *Integrating the costs of a manufacturing IT/IS infrastructure into the investment decision making process*, 1997.

JONES, S., HUGHES, J. *IS Value and Investment Appraisal: A Case Study of a Local Authority Site*: www.ejise.com (Electronic Journal of Information Systems Evaluation)1999

JURISON, J. *Reevaluating productivity measures*. *Information System Management*, v.14, Nº 1, 1997.

KAPLAN, R. S., NORTON, D. P., *A Estratégia em Ação – Balanced Scorecard*. Editora Campos, 1996.

KING, W. R. *The payoff from IS strategic planning*. *Information Systems Management*, p. 43-47, 1995

KIRITSIS, D. *A Review of Knowledge-Based Expert Systems for Process Planning. Methods and Problems*. Lausanne: Swiss Federal Institute of Technology, 1995.

MITRA, S., CHAYA, A. K. *Analyzing Cost-Effectiveness of Organizations: The Impact of Information Technology Spending*. *Journal of Management Information Systems*, 1996.

NUNNALLY, J. C., *Psychometric Theory*. New York, McGraw-Hill, 1978.

PEREIRA, J. C. R., *Análise de Dados Qualitativos – Estratégias Metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais*. EdUSP, 1999.

REMENYI, D., WILLIAMS, B. *Some Aspects of Methodology for Research in Information Systems*. *Journal of Information Technology*,v.10, p.191-201, 1997.

REMENYI & BANNISTER. *Value Perception in IT Investment Decisions*. Site: www.ejise.com (Electronic Journal of Information Systems Evaluation), 1999.

RENKEMA, T. J. W., BERGHOUT, E. W. *Methodologies for information systems investment evaluation at the proposal stage: a comparative review*. Information 1997

ROZENFELD, H.; Implantação distribuída de processo assistido por computador na manufatura integrada. São Carlos, 1992. Tese (Livre Docência) – EESC/USP.

ROZENFELD, H.; FAVARETTO, F. Metodologia de implantação de um sistema de planejamento fino da produção. Anais do COBEM, 1993.

ROZENFELD, H.; MODOLO, D.L. Sistema modular de planejamento de processo (CAPP) visando padronização e maior velocidade ao planejamento dos processos. COBEM. p.591-593, São Paulo, 1991.

STRASSMANN, P. A. *Information Payoff*. New York, Free Press, 1990.

STRASSMANN, P. A. *The Squandered Computer – Evaluating the Business Alignment of Information Technology*: The Information Economic Press, New Canaan, 1997.

WANG, C. B. O novo papel do executivo de informática. Makron Books, São Paulo, 1995

WEGEN et al. (1999). *Impacts of knowledge based systems: beyond anecdotes and checklists*. Expert Systems with Applications, v.16 , p. 197-219.

WOMACK, J. P., JONES, D. T. A Mentalidade Enxuta nas Empresas. Editora Campos, Rio de Janeiro, 1998.

ZACCARELI, S.B. Programação e Controle da Produção. São Paulo, Editora Pioneira, 1987.

ZANCUL, E. S. Análise da Aplicabilidade de um Sistema ERP no Processo de Desenvolvimento de Produtos, 2000 – EESC - USP

ANEXOS

I. Questionário

1. Produtividade:

A) A utilização do CAPP economiza tempo nas atividades dos processistas:

- () Muito
- () Bem
- () Razoavelmente
- () Pouco
- () Muito Pouco

B) Com o CAPP são realizadas mais atividades que não seriam realizados de outra forma:

- () Muito
- () Bem
- () Razoavelmente
- () Pouco
- () Muito Pouco

C) A utilização do CAPP aumenta a produtividade dos processistas:

- () Muito
- () Bem
- () Razoavelmente
- () Pouco
- () Muito Pouco

D) O CAPP permitiu diminuição do lead-time de produção:

- () Muito
- () Bem
- () Razoavelmente
- () Pouco
- () Muito Pouco

Não se aplica

E) O CAPP permitiu a diminuição de desperdícios na produção:

- Muito
- Bem
- Razoavelmente
- Pouco
- Muito Pouco
- Não se aplica

2. Controle gerencial

A) O CAPP melhora o monitoramento e controle gerencial das atividades de planejamento:

- Muito
- Bem
- Razoavelmente
- Pouco
- Muito Pouco
- Não se aplica

B) O CAPP melhorou na tomada de decisões a respeito de atividades da Engenharia:

- Muito
- Bem
- Razoavelmente
- Pouco
- Muito Pouco
- Não se aplica

3. Produto

A) O CAPP melhorou a qualidade dos produtos (em função de melhor escolha de processos):

- Muito
- Bem
- Razoavelmente
- Pouco
- Muito Pouco
- Não se aplica

B) O CAPP auxiliou o desenvolvimento de novos produtos

- () Muito
- () Bem
- () Razoavelmente
- () Pouco
- () Muito Pouco
- () Não se aplica

C) O CAPP acelerou o processo de desenvolvimento de novos produtos

- () Muito
- () Bem
- () Razoavelmente
- () Pouco
- () Muito Pouco
- () Não se aplica

D) O CAPP acelerou o processo de fabricação de novos produtos:

- () Muito
- () Bem
- () Razoavelmente
- () Pouco
- () Muito Pouco
- () Não se aplica

E) O CAPP diminui o custo dos produtos (em função de uma melhor seleção de processos):

- () Muito
- () Bem
- () Razoavelmente
- () Pouco
- () Muito Pouco
- () Não se aplica

4. Clientes

A) O CAPP melhorou o provimento de serviços a clientes (ex.: relatórios para QS9000)

- () Muito
- () Bem
- () Razoavelmente
- () Pouco
- () Muito Pouco

() Não se aplica

B) O CAPP auxilia a atender às necessidades dos clientes

() Muito

() Bem

() Razoavelmente

() Pouco

() Muito Pouco

() Não se aplica

FATORES

1. Treinamento dos usuários

A) Fator do orçamento da Engenharia destinada a treinamentos em sistemas de informação (se possível).

B) Qual o nível de treinamento dos usuários?

() Muito Bom

() Bom

() Razoável

() Fraco

() Muito Fraco

2. Capacitação dos usuários

A) Caracterizar o conhecimento dos usuários em relação ao sistema e a sua experiência com a área de processo

A1) Sistema

() Muito Bom

() Bom

() Razoável

() Fraco

() Muito Fraco

A2) Processo

- () Muito Bom
- () Bom
- () Razoável
- () Fraco
- () Muito Fraco

3. Utilização

Qual o nível de utilização do CAPP em relação às necessidades da empresa?

- () Muito Bom
- () Bom
- () Razoável
- () Fraco
- () Muito Fraco

4. Processo de Implantação

A) Foi seguida alguma metodologia (plano de implementação bem formulado) para a implantação do sistema? Comentar a implantação.

B) Quão bem eram conhecidas as necessidades da empresa para a necessidade de utilização de um sistema CAPP?

- () Muito Bem
- () Bem
- () Razoavelmente
- () Pouco
- () Muito Pouco

C) Quão bem era conhecido o potencial do CAPP?

- () Muito Bem
- () Bem
- () Razoavelmente
- () Pouco
- () Muito Pouco

D) Qual a relação de poder na tomada de decisões entre a Engenharia e a Fábrica na execução de projetos dentro da Empresa?

5. Alinhamento estratégico

A) *Qual o grau com que o CAPP está alinhado com os objetivos estratégicos da empresa?*

-)Muito Alto
-)Alto
-)Razoável
-)Baixo
-)Muito Baixo

B) *Qual o grau de alinhamento do CAPP com os objetivos da área de TI?*

-)Muito Alto
-)Alto
-)Razoável
-)Baixo
-)Muito Baixo

6. Complexidade de Peças

Categorizar as peças (segundo grau de complexidade) para as quais se realiza planejamento no CAPP na empresa, e marcar o impacto na economia de tempo (se houve) para cada caso:

Ex: Realizamos planejamento para peças complexas e simples, com impacto baixo e alto, respectivamente.

)*Complexas*
(*prismáticas*)

)*Complexidade Média*
(*rotacionais/algumas prismáticas*)

)*Simples*
(*rot. simples –ex: engrenagens*)

-)Muito Alto
-)Alto
-)Razoável
-)Baixo
-)Muito Baixo

-)Muito Alto
-)Alto
-)Razoável
-)Baixo
-)Muito Baixo

-)Muito Alto
-)Alto
-)Razoável
-)Baixo
-)Muito Baixo

II. MODELO DE UM PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

N.	Ação	Recurso	Necessidade	Utilização
1	Preparar Estruturas para o Desenvolvimento de Produtos			
3	Criar WBS padronizadas	ERP, Ger. Projetos		
3	Criar redes de atividades padronizadas	ERP, Ger. Projetos		
3	Criar milestones padronizados	ERP, Ger. Projetos		
3	Definir procedimentos de controle de modificações de engenharia	ERP, PDM		
3	Criar características, classes e hierarquia de classes para classificação (componentes, documentos, máquinas, ferramentas, operações)	ERP, PDM, CAPP		
3	Definir características de inspeção padronizadas	ERP		
3	Criar métodos de inspeção padronizados	ERP, CAPP		
3	Criar conjuntos de operações de fabricação padronizadas	ERP, CAPP		
3	Criar fórmula / métodos / processos de cálculo para CAPP	ERP, CAPP		
1	Desenvolver Plano Estratégico e Portfólio de Projetos			
2	Atualizar / Desenvolver Missão			
3	Atualizar / desenvolver missão			
2	Avaliar Posicionamento Estratégico			
3	Avaliar necessidades dos consumidores / tendências de mercado			
3	Avaliar tendências tecnológicas			
3	Avaliar capacidade dos canais de venda	ERP		
3	Avaliar capacidade da cadeia de valor	ERP		
3	Levantar metas financeiras	ERP		
3	Avaliar posição competitiva	ERP		
2	Atualizar / Desenvolver Estratégia			
3	Definir oportunidades estratégicas			
3	Desenvolver cenários (uso da value chain, tecnologia, crescimento, competição, eventos futuros, etc.)	Planilha Eletrônica		
3	Determinar estratégias para ser bem sucedido no maior número de cenários			
3	Avaliar Riscos			
2	Atualizar / Desenvolver Portfólio de Projetos			
3	Atualizar / desenvolver plataformas de produtos	Planilha Eletrônica		
3	Programar plataformas e oferta de produtos	Planilha Eletrônica, Ger. Projetos		
2	Aprovar Plano Estratégico			
3	Preparar documento do plano estratégico	Editor de Textos, Planilha Eletrônica		
3	Aprovar documento			
3	Divulgar plano estratégico	Sistema de Apresentação		
2	Propor Estudo de Produto			
3	Escolher Time de Concepção	ERP		
3	Propor Coordenador de Produto	ERP		

3	Iniciar a definição de diretrizes preliminares			
3	Distribuir diretrizes para análise individual	ERP, Correio Eletrônico, PDM		
1	Conceber Produto			
2	Planejar Concepção			
3	Criar / estruturar projeto	ERP, Ger. Projetos		
3	Elaborar cronograma macro das atividades de Concepção	ERP		
3	<i>Integrar cronograma macro das atividades de Concepção</i>	ERP, Ger. Projetos		
2	Gerenciar Concepção			
3	Verificar planejamento da Concepção	ERP, Ger. Projetos		
3	Confirmar o término das atividades de Concepção	ERP, Ger. Projetos		
3	<i>Integrar informações de acompanhamento das atividades de Concepção</i>	ERP, Ger. Projetos		
2	Identificar e Completar Diretrizes			
3	Analisar diretrizes preliminares			
3	Identificar e propor definições e conceitos como diretrizes a serem seguidas pelo produto			
3	Completar as diretrizes (tecnologia, mercado, investimentos necessários, custo alvo, data de lançamento, etc...)	Editor de Textos		
3	Identificar pessoas qualificadas para participar do Time de Desenvolvimento de Produto (PDT)	ERP		
2	Compilar Propostas de Diretrizes			
3	Compilar material para reunião	Editor de Textos		
3	Distribuir material para reunião	ERP, Correio Eletrônico, PDM		
3	Marcar reunião do Time de Concepção	ERP, Agenda Eletrônica		
2	Discutir e Definir Diretrizes			
3	Discutir diretrizes do produto (tecnologia, mercado, investimentos necessários, custo alvo, data de lançamento, etc...)			
3	Discutir cronograma macro de desenvolvimento de produto			
3	Formar Time de Desenvolvimento de Produtos (PDT) com especialistas das áreas afins e parceiros			
2	Completar e Consolidar Diretrizes			
3	Revisar diretrizes e consolidá-las	Editor de Textos		
3	Gerenciar documento diretrizes	ERP, PDM		
3	Gerar relatório de Concepção	Editor de Textos		
3	Gerenciar relatório final de Concepção	ERP, PDM		
2	Planejar Desenvolvimento			
3	Elaborar cronograma macro de desenvolvimento (WBS)	ERP, Ger. Projetos		
3	Marcar reunião com o Time de Desenvolvimento de Produto (PDT)	ERP, Agenda Eletrônica		
2	Phase Gate Conceber			
3	Análise financeira	ERP, Planilha Eletrônica		
3	Análise dos critérios do phase gate			
3	Registro das best / bad practices			
1	Conceituar Produto			
2	Planejar Conceituação			
3	Detalhar planejamento da Conceituação	ERP, Ger. Projetos		
3	<i>Integrar cronograma das atividades de Conceituação</i>	ERP, Ger. Projetos		
2	Gerenciar Conceituação			
3	Verificar planejamento da Conceituação	ERP, Ger. Projetos		

3	Gerar relatórios de acompanhamento das atividades	ERP, Ger. Projetos		
3	Confirmar o término das atividades de Conceituação	ERP, Ger. Projetos		
3	<i>Integrar informações de acompanhamento das atividades de Conceituação</i>	ERP, Ger. Projetos		
2	Divulgar Diretrizes			
3	Apresentar e discutir as diretrizes do produto para o PDT	Sistema de Apresentação		
3	Apresentar, discutir e refinar o cronograma de Conceituação	ERP, Ger. Projetos		
2	Detalhar Requisitos de Mercado			
3	Recuperar informações semelhantes (benchmarks e pesquisas de mercado anteriores)	ERP, PDM		
3	Recuperar reclamações de clientes e informações sobre defeitos em produtos semelhantes	ERP		
3	Sistematizar informações	Editor de Textos, Planilha Eletrônica		
3	Realizar pesquisa de mercado e benchmarking			
3	Comparar resultados com as diretrizes propostas na Concepção			
	Gerar relatório de requisitos de mercado	Editor de Textos, Planilha Eletrônica		
	Gerenciar relatório de requisitos de mercado	ERP, PDM		
2	Definir Características Técnicas			
3	Aplicar técnica de QFD			
3	Documentar QFD	QFD		
3	Gerar relatório de requisitos técnicos	Editor de Textos, Planilha Eletrônica		
3	Gerenciar documento QFD e relatório de requisitos técnicos	ERP, PDM		
2	Especificar Linha de Produto Modular			
3	Especificar número de produtos e principais características	ERP, PDM, CAPP		
3	Gerar croquis dos produtos	CAD		
3	Gerenciar croquis dos produtos	ERP, PDM, CAPP		
3	<i>Integrar identificação e característica de produtos</i>	ERP, PDM, CAPP		
2	Desenhar e Pré-Estruturar Produto			
3	Recuperar desenhos de produtos anteriores	ERP, PDM, CAPP		
3	Visualizar desenhos de produtos anteriores	Visualizador		
3	Acessar croquis dos produtos	ERP, PDM, CAPP		
3	Gerar/modificar croquis com dimensões básicas de cada componente quando necessário	CAD		
3	Classificar produto	ERP, PDM, CAPP		
3	Recuperar componentes semelhantes	ERP, PDM, CAPP		
3	Visualizar desenhos de componentes semelhantes	Visualizador		
3	Identificar novos componentes do produto	ERP, PDM, CAPP, CAD		
3	Classificar novos componentes do produto	ERP, PDM, CAPP		
3	Recuperar estruturas de produto semelhantes	ERP, PDM, CAPP		
3	Definir a estrutura de produto preliminar com os subconjuntos e os componentes principais, em paralelo a atividade de desenhar de conjunto	ERP, PDM, CAPP, CAD, DFMA		
3	<i>Integrar identificação e classificação de produtos e componentes</i>	ERP, PDM, CAPP, CAD		
3	<i>Integrar estruturas de produto</i>	ERP, PDM, CAPP, CAD, DFMA		
2	Pré-Estruturar Processo			
3	Recuperar planos de processo de produtos e componentes anteriores	ERP, CAPP		
3	Elaborar planos de processo macro de fabricação e montagem	ERP, CAPP		

3	<i>Integrar planos de processo macro de fabricação e montagem</i>	ERP, CAPP		
2	Decidir Make or Buy			
3	Analisar estrutura de produto	ERP, PDM, CAPP, CAD		
3	Cotar fornecedores	ERP		
3	Orçar componentes e subconjuntos	ERP, CAPP, Planilha Eletrônica		
3	Comparar custo calculado com orçamento/cotação	ERP, Planilha Eletrônica		
3	Decidir "make or buy"			
3	Documentar decisões de "make or buy"	ERP		
3	<i>Integrar informações de custo de componentes e subconjuntos e decisões de "make or buy"</i>	ERP, PDM, CAPP, Planilha Eletrônica		
2	Estudar Viabilidade Econômica e Avaliar Ciclo de Vida			
3	Estimar custo do projeto	ERP, Ger. Projetos, Planilha Eletrônica		
3	Montar fluxo de caixa do projeto	ERP, Planilha Eletrônica		
3	Analisar investimento (taxa interna de retorno, breakeven point, pay back)	ERP, Planilha Eletrônica		
3	<i>Integrar informações de fluxo de caixa e análise de investimentos</i>	ERP, Planilha Eletrônica		
2	Analisar Fluxo de Processo			
3	Elaborar fluxo de processo preliminar	CAPP		
3	Analisar layout de chão de fábrica com base no fluxo de processo preliminar			
2	Analisar Impacto Interno			
3	Analisar capacidade dos recursos	ERP		
2	Consolidar Conceituação			
3	Revisar as informações geradas e consolidá-las	ERP, PDM		
3	Gerar relatório de Conceituação	Editor de Textos		
3	Gerenciar relatório de Conceituação	ERP, PDM		
3	Marcar reunião com o grupo de concepção	ERP, Agenda Eletrônica		
2	Validar Diretrizes			
3	Aprovar os conceitos do produto, levando em conta suas diretrizes			
3	Identificar pessoas qualificadas para participar do time expandido de desenvolvimento de produto	ERP		
3	Escolher os especialistas a serem incorporados ao PDT Expandido (EPDT)			
3	Marcar reunião para a apresentação das informações com o EPDT	ERP, Agenda Eletrônica		
2	Phase Gate Conceituar			
3	Análise financeira	ERP, Planilha Eletrônica		
3	Análise dos critérios do phase gate			
3	Registro das best / bad practices			
1	Projetar Produto e Processo			
2	Planejar Projeto			
3	Planejar atividades de projeto	ERP, Ger. Projetos		
3	<i>Integrar cronograma das atividades de Projeto</i>	ERP, Ger. Projetos		
2	Gerenciar Projeto			
3	Verificar planejamento do Projeto	ERP, Ger. Projetos		
3	Gerar relatórios de acompanhamento das atividades	ERP, Ger. Projetos		
3	Confirmar o término das atividades de Projeto	ERP, Ger. Projetos		
3	<i>Integrar informações de acompanhamento das atividades de Projeto</i>	ERP, Ger. Projetos		

2	Divulgar Informações		
3	Apresentar conceito do produto para o EPDT	Sistema de Apresentação	
3	Apresentar, discutir e refinar o cronograma de Projeto	ERP, Ger. Projetos	
2	Estruturar Produto		
3	Recuperar componentes semelhantes	ERP, PDM, CAPP	
3	Visualizar desenhos de componentes semelhantes	Visualizador	
3	Identificar novos componentes do produto	ERP, PDM, CAPP	
	Classificar novos componentes do produto	ERP, PDM, CAPP	
3	Completar as estruturas de produtos preliminares	ERP, PDM, CAPP, CAD, DFMA	
3	Definir regras para a configuração de estruturas de produto variantes (rede de dependência, etc...)	ERP, PDM	
3	<i>Integrar identificação e classificação de componentes</i>	ERP, PDM, CAPP, CAD	
3	<i>Integrar estruturas de produto</i>	ERP, PDM, CAPP, CAD, DFMA	
3	<i>Integrar regras para a configuração de estruturas de produto variantes</i>	ERP, PDM	
2	Definir Procedência		
3	Analisar a curva ABC	ERP	
3	Cotar os fornecedores dos componentes B e C	ERP	
3	Definir os fornecedores dos componentes B e C		
3	Definir planos de inspeção para componentes comprados	ERP, CAPP	
3	Definir métodos amostragem para componentes comprados	ERP	
3	<i>Integrar planos de inspeção para componentes comprados</i>	ERP, CAPP	
2	Desenvolver/Conferir Conjunto		
3	Acessar desenho de conjunto preliminar	ERP, PDM, CAPP	
3	Detalhar desenho de conjunto	CAD	
3	Aplicar a técnica de DFA	DFMA	
3	Localizar desenhos de componentes	ERP, PDM, CAPP	
3	Verificar desenho de conjunto a partir de desenhos dos componentes	Visualizador	
3	Distribuir tarefas de projeto	ERP, PDM, Correio Eletrônico	
2	Simular Produto		
3	Simular o produto em funcionamento	CAE	
2	Desenhar Componentes		
3	Receber aviso de tarefa	ERP, PDM, Correio Eletrônico	
3	Recuperar componentes semelhantes	ERP, PDM, CAPP	
3	Visualizar desenhos de componentes semelhantes	Visualizador	
3	Localizar componentes padronizados em bibliotecas		
3	Desenhar componentes	CAD	
3	Gerenciar desenhos de componentes	ERP, PDM, CAPP	
3	Aplicar técnica DFM	DFMA	
2	Calcular Componente		
3	Calcular e otimizar componentes segundo os esforços a que são submetidos	CAE	
2	Detalhar Componente		
3	Receber aviso de tarefa	ERP, PDM, Correio Eletrônico	
3	Acessar desenhos de componentes	ERP, PDM, CAPP	
3	Detalhar componente (hachuras, cotas, tolerâncias, etc.)	CAD	
2	Verificar Montagem		
3	Verificar montagem através da cadeia dimensional	Planilha Eletrônica	

2	Elaborar FMEA de Produto		
3	Recuperar DFMEAs anteriores	FMEA	
3	Verificar problemas anteriores em produtos semelhantes	ERP	
3	Elaborar/alterar DFMEA de acordo com os requisitos da família de produtos		
3	Documentar DFMEA	FMEA	
3	Planejar e gerenciar ações corretivas	ERP, FMEA, Ger. Projetos	
2	Ajustar Processo Macro		
3	Ajustar processo de fabricação e montagem macros	ERP, CAPP	
3	<i>Integrar processo de fabricação e montagem macro</i>	ERP, CAPP	
2	Aprovar Desenho		
3	Receber aviso de tarefa	ERP, PDM, Correio Eletrônico	
3	Acessar desenhos de componentes	ERP, PDM, CAPP	
3	Verificar desenhos	Visualizador	
3	Indicar alterações necessárias	Visualizador	
3	Aprovar desenhos	ERP, PDM	
2	Detalhar Processo		
3	Receber aviso de tarefa	ERP, PDM, Correio Eletrônico	
3	Detalhar plano de montagem	ERP, CAPP	
3	Calculo de tempos de montagem	ERP, CAPP	
3	Detalhar plano de fabricação (setup, folhas de instrução, ...)	ERP, CAPP	
3	Detalhar plano de fabricação (CNC)	CAM	
3	Calcular tempos de fabricação	ERP, CAPP	
3	Definir ferramental de fabricação	ERP, CAPP	
3	Elaborar plano de controle	ERP, CAPP	
3	Definir métodos de amostragem	ERP	
3	Elaborar matriz de características	Planilha Eletrônica	
3	Elaborar fluxo de processo definitivo	CAPP	
3	Analisar layout de chão de fábrica com base no fluxo de processo definitivo		
3	Avaliar necessidade de calibração de meios de medição	ERP	
3	Analisar meios de medição		
3	Realizar estudo preliminar da Capabilidade de Processo		
3	<i>Integrar detalhamentos dos planos de processo de fabricação e montagem (tempos, suboperações, setup, documentos, ...)</i>	ERP, CAPP	
3	<i>Integrar planos de controle</i>	ERP, CAPP	
2	Projetar Recursos		
3	Especificar recursos utilizados na fabricação	ERP, CAPP	
3	Projetar recursos utilizados na fabricação	CAD	
3	Gerenciar documentos de recursos	ERP, PDM, CAPP	
3	<i>Integrar especificação de recursos</i>	ERP, CAPP	
2	Elaborar FMEA de Processo		
3	Recuperar FMEA anteriores	FMEA	
3	Verificar problemas anteriores em produtos semelhantes	ERP	
3	Elaborar/alterar PFMEA de acordo com os requisitos da família de produtos		
3	Documentar FMEA	FMEA	
3	Planejar e gerenciar ações corretivas	ERP, FMEA, Ger. Projetos	

2	Aprovar Processo		
3	Receber aviso de tarefa	ERP, PDM, Correio Eletrônico	
3	Verificar processos	ERP, CAPP	
3	Indicar alterações necessárias	ERP, PDM, Correio Eletrônico	
3	Aprovar processos	ERP, CAPP	
3	<i>Integrar status de planos de processo</i>	ERP, CAPP	
2	Projetar Embalagem		
3	Consultar padrões de embalagem		
3	Especificar embalagem	ERP	
3	Projetar embalagem	CAD	
3	Gerenciar documentos da embalagem	ERP, PDM	
2	Revisar Sistema de Qualidade		
3	Revisar sistema de qualidade		
2	Consolidar Projeto		
3	Revisar as informações geradas e consolidá-las	ERP, PDM	
3	Gerar relatório de Projeto	Editor de Textos	
3	Gerenciar relatório de Projeto	ERP, PDM	
2	Phase Gate Projetar		
3	Análise financeira	ERP, Planilha Eletrônica	
3	Análise dos critérios do phase gate		
3	Registro das best / bad practices		
1	Homologar Produto		
2	Planejar Homologação		
3	Planejar atividades de homologação de produto e processo	ERP, Ger. Projetos	
3	<i>Integrar cronograma das atividades de Homologação</i>	ERP, Ger. Projetos	
2	Gerenciar Homologação		
3	Verificar planejamento da Homologação	ERP, Ger. Projetos	
3	Gerar relatórios de acompanhamento das atividades	ERP, Ger. Projetos	
3	Confirmar o término das atividades de Homologação	ERP, Ger. Projetos	
3	<i>Integrar informações de acompanhamento das atividades de Homologação</i>	ERP, Ger. Projetos	
2	Definir quantidade e tipo de protótipos		
3	Definir quantidade e tipo de protótipos		
3	Especificar protótipos	ERP	
2	Definir e Planejar Programas de Testes		
3	Definir programa de testes		
3	Planejar testes utilizando a técnica DOE		
2	Produzir Protótipo		
3	Definir procedência dos componentes dos protótipos	ERP	
3	Definir processo dos componentes dos protótipos	ERP, CAPP	
3	Elaborar plano de controle dos protótipos	ERP, CAPP	
3	Definir equipamentos	ERP	
3	Adaptar equipamentos		
3	Planejar produção dos protótipos	ERP	
3	Fabricar componentes internos		
3	Comprar material e serviços externos		
3	Montar protótipos		
3	<i>Integrar plano de processo e plano de controle dos protótipos</i>	ERP, CAPP	



2	Testar Protótipo		
3	Especificar lotes de inspeção	ERP	
3	Ensaiar e testar protótipos		
3	Documentar resultados dos testes	ERP	
	Consolidar Homologação do Produto		
3	Revisar as informações geradas e consolidá-las	ERP, PDM	
3	Gerar relatório de Homologação do Produto	Editor de Textos	
3	Gerenciar relatório de Homologação do Produto	ERP, PDM	
2	Phase Gate Homologar Produto		
3	Análise financeira	ERP, Planilha Eletrônica	
3	Análise dos critérios do phase gate		
3	Registro das best / bad practices		
1	Homologar Processo		
2	Avaliar Meios de Medição		
3	Avaliar Meios de Medição		
2	Calcular Capabilidade de Processo		
3	Calcular capabilidade de processo		
2	Calcular Repetibilidade de Ferramental		
3	Calcular repetibilidade de ferramental		
2	Produzir Lote Piloto		
3	Disponibilizar recursos		
3	Definir e planejar produção do lote piloto	ERP	
3	Fabricar lote piloto		
2	Testar Lote Piloto		
3	Especificar lotes de inspeção	ERP	
3	Testar produtos		
3	Documentar resultados dos testes	ERP	
3	Avaliar embalagem		
2	Revisar Plano de Controle de Produção		
3	Revisar plano de controle de produção	ERP, CAPP	
3	Integrar plano de controle	ERP, CAPP	
2	Consolidar Homologação de Processo		
3	Revisar as informações geradas e consolidá-las	ERP, PDM	
3	Gerar relatório de Homologação do Processo	Editor de Textos	
3	Gerenciar relatório de Homologação do Processo	ERP, PDM	
2	Liberar Produção		
3	Preparar PAPP	PAPP	
2	Phase Gate Homologar Processo		
3	Análise financeira	ERP, Planilha Eletrônica	
3	Análise dos critérios do phase gate		
3	Registro das best / bad practices		
1	Lançar Produto		
2	Preparar Documentação Técnica		
3	Criar catálogo do produto	ERP	
2	Preparar Documentação Comercial		
3	Criar catálogo do produto	ERP	
2	Desenvolver Sistema de Apoio a Vendas		
3	Criar sistema de configuração de produtos	ERP, PDM	
3	Integrar regras e padrões de configuração de produtos	ERP	
		PDM	
2	Ensinar Empresa		

3	Treinar vendedores			
3	Treinar operadores			
3	Treinar assistência técnica			
2	Aprovar Lançamento			
3	Aprovar Lançamento			
2	Lançar Produto			
3	Lançar Produto			
1	Avaliar e Acionar Ações Corretivas			
2	Avaliar Desvios de Diretriz e Desenvolvimento			
3	Verificar planejamento do Projeto	ERP, Ger. Projeto		
3	Gerar relatórios de acompanhamento das atividades	ERP, Ger. Projeto		
3	Avaliar desvios de desenvolvimento			
3	Avaliar desvios de diretrizes			
2	Atualizar Diretrizes, Estudo de Viabilidade e de Ciclo de Vida			
3	Acessar documento diretrizes	ERP, PDM		
3	Atualizar diretrizes	Editor de Textos		
3	Atualizar estimativa de custo do projeto	ERP, Ger. Projeto, Planilha Eletrônica		
3	Atualizar fluxo de caixa do projeto	ERP, Planilha Eletrônica		
3	Atualizar análise de investimento (taxa de retorno, breakeven point, pay back)	ERP, Planilha Eletrônica		
2	Acompanhar Ações Corretivas			
3	Acompanhar ações corretivas	ERP, FMEA, Ger. Projetos		
3	Revisar FMEA de produto e processo	FMEA		
2	Monitorar Custo Calculado			
3	Orçar produto	ERP, CAPP, Planilha Eletrônica		
3	Analisar custo calculado	ERP		
2	Gerenciar Itens Críticos			
3	Identificar itens críticos			
3	Apresentar meios para não ocorrer atrasos			