

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL D/
TESE DEFENDIDA POR VIVIANO VIVIANI

E APROVADA PEL
COMISSÃO JULGADORA EM 02/03/98.


ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE PROJETO MECÂNICO**

Influência do Fator Econômico nas Metodologias de Projeto e Fabricação do Produto Mecânico

Autor: **Viviano Viviani**

Orientador: **Prof. Dr. Franco Giuseppe Dedini**

Curso: **Engenharia Mecânica**

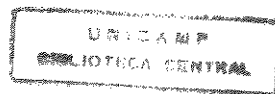
Área de concentração: **Projeto Mecânico**

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de Pos-Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica

**Campinas, 1998
S.P. Brasil**

V838i

34200/BC



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	UNICAMP
	(838)
V.	Ed.
T. Nº	BC/34200
P.º	395/98
C	☐ D ☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	10/06/98
N.º CPD	

CM-00112598-0

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

V838i

Viviani, Viviano

Influência do fator econômico nas metodologias de projeto e fabricação do produto mecânico. / Viviano Viviani.--Campinas, SP: [s.n.], 1998..

Orientador: Franco Giuseppe Dedini

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Engenharia. 2. Projetos mecânicos. 3. Processos de fabricação. 4. Otimização estrutural. I. Dedini, Franco Giuseppe. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

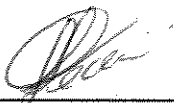
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE PROJETO MECÂNICO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

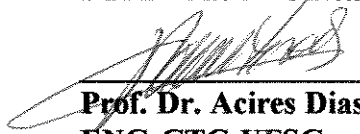
**Influência do Fator Econômico
nas Metodologias de Projeto e Fabricação do
Produto Mecânico**

Autor: **Viviano Viviani**

Orientador: **Prof. Dr. Franco Giuseppe Dedini**



**Prof. Dr. Franco Giuseppe Dedini, Presidente
DPM - FEM - Unicamp**



**Prof. Dr. Acires Dias
ENG-CTC-UFSC**



**Prof. Dr. Oswaldo Agostino
DEF-FEM-Unicamp**

Campinas, 2 de Março 1998

Dedicatória:

Dedico este trabalho à minha esposa Vanna, que sempre foi o estímulo da minha vida, à meu filho Vadim que é um exemplo de amor à ciência e aos exímios Prof. Dr. Fausto Caboni e Prof. Dr. Ettore Funaioli, da Universidade de Bologna, meus Professores de um passado longínquo, nunca esquecido e que voltou a reviver nestes estudos.

Agradecimentos:

Parte deste trabalho o devo ao Prof. Dr. Rosalvo T. Ruffino da USP S. Carlos, cuja apreciação muito me estimulou ha anos e anos.

Presto doverosa e sincera homenagem à muitas pessoas pela disinteressada e válida ajuda que me amparou neste trabalho:

Ao meu orientador, Prof.Dr. Franco G. Dedini, pela carinhosa paciencia com a qual ajudou-me na volta aos estudos.

A todos os professores pela compreensão que me dedicaram.

Aos colegas que me transmitiram a força da própria juventude.

Sumário:

	pag.
Capítulo 1 - Introdução	
1.1.0 Os limites do desenvolvimento	2
1.1.1. A problemática social	3
1.1.2. Os fatores de influência	5
1.1.3. O estado de equilíbrio	7
1.1.4. Conclusões	7
1.1.5. O perfil da empresa proativa	8
1.1.6. As eras do desenvolvimento industrial.	8
1.1.7. Os fatores de mudança na passagem da era atual à futura.	9
1.2.0. Objetivos do trabalho	14
1.3.0. Conteúdo deste trabalho	14
 Capítulo 2 - Influência do Fator Econômico sobre o Projeto Mecânico	 16
Revisão Bibliográfica	
2.1.0. Generalidades	16
2.2.0. Análise bibliográfica	17
2.2.1. Estado de desenvolvimento da sociedade humana, macro - tendências do eco-sistema, consequências e fatores de influência sobre à indústria de transformação.	17
2.2.2. Estado da arte existente sobre as várias metodologias técnico - organizacionais em uso efetivo na prática industrial.	19
2.2.3. Estado da arte existente sobre as metodologias visantes os custos de transformação.	20

2.2.4.	Trabalhos sobre as metodologias visantes também o uso da informática e/ou automação, no projeto e no sistema de manufatura.	21
	Capítulo 3 - Revisão das metodologias organizacionais	25
3.1.0.	O projeto como função da organização do sistema de manufatura	25
3.2.0.	Principais metodologias de projeto usadas nos sistemas de manufatura atuais	30
3.2.1.	A tecnologia de grupo	30
3.2.2.	O código Opiz	31
3.2.3.	O código Brish	33
3.3.0.	Requisitos básicos do sistema de classificação.	36
3.4.0.	Sistema de classificação e codificação baseado em famílias tecnológicas.	37
3.5.0.	Exemplo de classificação	39
3.5.1.	Introdução à classificação	39
3.5.2.	Quadro resumo da classificação	41
3.5.3.	Atribuição dos números chave	42
3.5.4.	Componentes mecânicos	43
3.6.0.	Influência do processo produtivo no sistema de classificação.	47
3.6.1.	O código auxiliar	47
3.6.2.	Análise das características das peças codificadas	51
3.6.3.	Padronização das características analisadas	54
3.7.0.	A Influência da tecnologia de grupo sobre o projeto de produto	55
	Capítulo 4 - A influência do fator econômico no processo de criação e fabricação	56
4.1.0.	Introdução	56
4.2.0.	As fases de implantação de novos produtos.	57
4.3.0.	Influência das fases nos custos e nos investimentos	59
4.4.0.	Análise das fases de projeto de novos produtos	60
4.4.1.	Identificação do estímulo externo	60
4.4.2.	O projeto conceptual	64
4.4.3.	O projeto preliminar	65

4.5.0.	Generalidades sobre os fatores de influência	67
4.6.0.	O projeto mecânico como função do ambiente	69
4.7.0.	As influências tecnológicas no novo projeto.	70
4.8.0.	As influências do mercado supridor	71
4.8.1.	As peças normalizadas.	72
4.8.2.	As peças especiais padronizadas.	79
4.8.3.	Os brutos metálicos e/ou não metálicos indefinidos	81
4.8.4.	Os produtos semi - acabados.	88
	 CAPÍTULO 5 - Estudo metodológico focalizado sobre os custos de fabricação e montagem dos produtos.	90
5.1.0.	Generalidades	90
5.2.0.	O projeto como função do processo de usinagem convencional.	91
5.2.1.	As operações de furação	92
5.2.2.	As operações de torneamento.	98
5.2.3.	As operações de fresamento.	99
5.3.0.	O projeto como função dos processos de usinagens automatizadas.	102
5.4.0.	O projeto como função do processo de fundição.	108
5.5.0.	O Projeto como função do processo de montagem.	112
	 CAPÍTULO 6 - Caráter holístico e peso dos fatores de influência. - Modelagem do projeto.	114
6.1.0.	Introdução	114
6.2.0.	O peso dos fatores de influência nos ambientes proativos.	116
6.3.0.	O fluxograma do projeto do produto	118
6.4.0.	O modelo do projeto do produto	120
	 CAPÍTULO 7 - Conclusões, prováveis extensões e passos sucessivos	125
7.1.0.	Conclusões	125
7.2.0.	Prováveis extensões e passos sucessivos	126

8 - BIBLIOGRAFIA	127
-------------------------	-----

APÊNDICE A1 - As dimensões e meta - dimensões do aparente e do oculto	133
--	-----

A1-1. Introdução	133
-------------------------	-----

A1-2. O obvio do aparente	136
----------------------------------	-----

A1-3. O oculto do aparente	138
-----------------------------------	-----

A1-4. O aparente do oculto	141
-----------------------------------	-----

A1-5. O oculto do oculto	145
---------------------------------	-----

APÊNDICE A2 - Glossário	147
--------------------------------	-----

RESUMO:

Viviani, Viviano, *Influência do Fator Econômico nas Metodologias de Projeto e Fabricação do Produto Mecânico*, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1998, 150 p. Dissertação (Mestrado)

Normalmente acha-se que a melhoria de muitos projetos mecânicos é possível somente através da implementação de metodologias organizacionais e de pesados investimentos no sistema produtivo. O atual momento de passagem entre a era industrial e a do conhecimento, está produzindo profundas mudanças sócio - econômicas e radicais transformações na postura industrial. Estas mudanças em todos os fatores externos e internos ao ambiente gerador, influenciam a viabilidade econômico - qualitativa de qualquer novo produto. Durante o anteprojeto, a necessidade de verificar este conjunto de aspectos vai ficando ainda mais necessária. Esta necessidade, envolve não somente o estado do sistema de manufatura e da postura empresarial, mas também os aspectos sócio - político e econômico - financeiro.

Das inúmeras metodologias existentes, que buscam a otimização de resultados funcionais e/ou qualitativos no desenvolvimento de novos produtos, raras são as que incorporam os aspectos acima citados, assim como seus fatores de influência. Tampouco são sensíveis aos estados de integração - localização no espaço de desenvolvimento e à característica de proatividade ou reatividade da empresa, bem como as características histórico - emocional dos mesmos projetistas.

Com a finalidade de estabelecer as bases metodológicas para um futuro desenvolvimento computacional, este trabalho analisa os fatores condicionantes o processo criativo, através de uma visão holística do universo sócio - empresarial.

Palavras chave

Engenharia, Projeto, Mecânica, Economia, Manufatura, Otimização.

ABSTRACT

Viviani, Viviano, *Influência do Fator Econômico nas Metodologias de Projeto e Fabricação do Produto Mecânico*, Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1998, 150 p. Dissertação (Mestrado)

Man thinks that the improvement of many mechanical projects, is possible only through the employ of organizative methodologies or remarkable investments of capital in the manufactory system. The actual transition from the industrial to the knowledge era, is performing social and economic deep changes and radical reforms for the industrial comportment. These changes in all the internal and external factors out the environment generator deeply affected the products economics and qualitative sufficiency. During the preliminary project, is more turning the testes of necessity of these aspects. These necessity is involving not only the Manufacturing Systems and the statement of industrial comportment, as well the Social, Politic, Economic and Financial aspect. Several methodologies of development for new products, are looking at the functional and optimal outputs, but seldom are looking the mentioned aspects and the relative factors of power. Still less are worried of the Integration's Statement, the Developments Space, the Reactive or Proactive Statements and of the Designer's Human Resources.

With the purpose to establish the methodological bases for the future computational development, this work analyse the conditioning factors of the creative process, through one of the holistic views of social-industrial universe.

Key Words

Engineering, Design, Mechanical, Economy, Manufacturing, Optimal.

Lista de Figuras:

Fig.	Denominação	Pag
1-01	Necessidade e disponibilidade de terra p/ uso agropecuário	3
1-02	Custo de extração e esgotamento das reservas de cromo	4
1-03	Andamento das funções básicas no eco-sistema	6
3-01	Inter - relação entre as diversas variáveis do modelo de competitividade	25
3-02	Localização das empresas no espaço de desenvolvimento	26
3-03	Exemplo de ferramental p/ usinagem de família de produtos	30
3-04	Estrutura do código Opiz	32
3-05	Representação de um particular segundo o código Brish	34
3-05	Estrutura de classificação Brish	35
3-07	Modelo estrutural do sistema de classificação em famílias tecnológicas	38
3-08	Significado dos dígitos	39
3-09	Atribuição dos números chave	43
3-10	Exemplo de classificação de um parafuso	44
3-11	Classificação de um componente padronizado	45
3-12	Classificação de um item tipizado	46
3-13	Classificação de um item de classe incompleta	47
3-15	Estrutura do código de serviço	51
3-16	Dispersão dos materiais	51
3-17	Dispersão dos processos de usinagem	52
		XI

3-18	Dispersão dos furos p/ estriados	52
3-19	Dispersão dos furos p/ chaveta	53
3-20	Dispersão dos módulos	53
4-01	Andamento dos valores congelados	59
4-02	Andamento dos valores de investimento	59
4-04	Resistência à tração dos parafusos comerciais	72
4-05	Comparação: exigências geométricas entre uso de parafusos Allen e sextavados	73
4-06	Diferencia de dificuldade de acesso aos diferentes parafusos	74
4-07	Diferentes soluções de sustentação do eixo de pequeno redutor	74
4-08	Tipos de rolamentos para uso especial	75
4-09	Aplicação dos rolamentos da fig. 4-08	76
4-10	Visíveis diferenças de custo de usinagem devida à uso de anel elástico	76
4-11	Bloqueio do eixo com anéis elásticos	77
4-12	Acoplamento forçado mediante bucha elástica	77
4-13	Compensação dos erros de montagem	78
4-14	Volante em resina de alta resistência	78
4-15	O uso de parafuso especial p/fabricação de arruela e custo de montagem	79
4-16	Variação de custo em função do tamanho de lote	80
4-17	Custo dos materiais por unidade de peso	81
4-18	Custo dos metais por unidade de volume	82
4-19	Espessura mínima aconselhável em fundição por tipo de material	82
4-20	Tampa em metal	83
4-21	Maquinabilidade dos vários metais	84
4-22	Peça para teste de maquinabilidade	85
4-23	Exemplo de elaboração de projeto em função do tipo de metal	87
5-01	Diferentes soluções para um esticador	92
5-02	Relação entre volume removido e velocidade de avanço durante a furação	93
5-03	Diferentes soluções p/ execução de furos	94
5-04	Alternativa econômica p/ realização de furo profundo	94

5-05	Furos e roscas p/ engraxadeiras, soluções alternativas	95
5-06	Diferentes soluções p/ correção do desvio do furo	95
5-07	Alternativa p/ correção do desvio do furo	96
5-08	Soluções p/ furos de difícil acesso	96
5-09	Furo parcialmente aberto	97
5-10	Solução p/ desvio nos furos parcialmente abertos	97
5-11	Soluções p/ executar furos em paredes inclinadas	97
5-12	Custo de torneamento do lote em função de N e do tipo de máquina	98
5-13	Desenho da peça em função do tipo de máquina a ser usada	99
5-14	Soluções várias p/ rasgo de chaveta executado por fresa de topo ou disco	100
5-15	Operações de fresa sobre paredes finas	101
5-16	Elaboração p/ automação de processo	105
5-17	Elaboração p/ automação de processo	103
5-18	Elaboração p/ automação de montagem	104
5-19	Elaboração para montagem	104
5-20	Elaboração para automação de solda	105
5-21	Elaboração p/ automação de montagem	105
5-22	Elaboração para montagem automática	106
5-23	Simplificação derivada da exigência de automação	107
5-24	Mudança de projeto para exigências de fundição	109
5-25	Variação de volume do F.F. durante a fase dendrídica e vazamento	109
5-26	Defeitos de fundição em função da composição do F.F.	110
5-27	Campo de tendência à porosidade para F.F.	111
5-28	Elaboração do projeto para simplificação de montagem	113
6-01	Visão holística de ação dos fatores de influência p/ desenvolvimento de projeto	115
6-02	Fluxograma das fases de projeto	120
6-03	Modelo das atividades de projeto	121
A1-1	Eixo de engrenagens	134
A1-2	Bomba de esferas	134

A1-3	Bomba de pistão	135
A1-4	Bomba fluídica	135
A1-5	Meta - dimensões do aparente e do oculto	137
A1-6	Projeto de um furo pequeno	140
A1-7	Posições da guia de um torno	141
A1-8	Figura de Rubin	142
A1-9	Tridente de Shuster - Cubos de Necker	143

Lista de Tabelas:

Figura N.	Denominação	Pag.
3-01	Mudança de coordenadas das empresas em função do desenvolvimento	29
4-01	Tipo de inovação versus exigência e oportunidade	62
4-02	Localização dos incrementos de venda pela inovação	63
4-03	Causa e soluções para os fracassos de venda	64
4-04	Comparação de custos entre as soluções da fig. 4-05	73
4-05	Verificação dos custos das soluções da fig. 4-07	75
4-06	Comparação de custo entre fabricação e compra do volante da fig. 4-14	79
4-07	Comparação dos resultados de maquinabilidade	85
4-08	Comparação econômica entre as soluções da fig. 4-23	88
4-09	Processos aceitáveis por cada tipo de metal	89
5-01	Volumes médios removidos na unidade de tempo por cv absorvido.	91
6.01	Peso dos fatores de influência extrínsecos	116
6.02	Peso dos fatores de influência intrínsecos	117
6-03	Peso dos fatores de influência do mercado supridor	118

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Na execução dos novos produtos, particular importância é devida ao ambiente gerador, cuja qualidade se diferencia pela característica reativa ou proativa da empresa.

Face a globalização dos mercados e das economias, a introdução de um novo produto sempre se apresenta como um fator de mudança, para tanto, no delimitar os parâmetros que influenciam o relativo projeto, é necessário encara-los segundo uma visão olistica do desenvolvimento sócio - industrial - tecnológico. A problemática social no sentido lato, com os relativos fatores geradores, as tendências dos fatores críticos, as reações e a procura do estado de equilíbrio, determinanam automaticamente o perfil da **empresa proativa** (KANTER, 1990).

Na execução de qualquer projeto de novo produto, particular importância é devida ao ambiente gerador, cuja qualidade se diferencia pela característica reativa ou proativa da empresa. Neste trabalho, será considerado principalmente o aspecto derivado por ambiente proativo, cujo perfil, já determinado desde os anos 80 nas obras de grandes economistas, como PETERS (1989) e KANTER (1990), produz uma série de influências que induzem nos produtos dotes de qualidade total, curtas fases de processo, alta potencialidade de diferenciação e especialização, competitibilidade internacional, curtíssimo tempo de "Set-Up", flexibilidade produtiva em quanto a materiais e sistemas de fabricação, ambiente altamente participativo

Normalmente os novos produtos apresentam vida sempre mais curta, o que significa produzir com características de alta inovação e respostas rápidas. "*Condicio sine qua non*" para isso é um ambiente participativo.

Considerando o puro processo criativo, se observa que na execução de projeto encontram-se uma série de estágios diferentemente encarados. Vários pesquisadores como ASIMOV (1968), PAHL & BEITZ (1988) e FINKELSTEIN (1983), traçaram os perfis de algumas escolas, denominadas por YOSHIKAWA (1993) de **semântica**, **sintática**,

historicista, psicológica e filosófica, mas todos os trabalhos publicados, apresentam resultados mais a nível conceptual do que pratico.

Na realidade da complexidade arcada pelas empresas proativas, poucos são os trabalhos que fornecem ao projetista metodologias e ferramentas para o auxiliar no campo da concepção do projeto. Quase todas estas escolas, visam o aspecto sistemático do desenvolvimento das atividades de projeto, pressupondo tacitamente a existência de projetistas suficientemente experientes, possuidores de conhecimentos adquiridos com o tempo e a prática. Estes procedimentos, sem duvida visam a otimização da seqüência lógica do processo rotineiro subsequente à concepção do produto, entretanto não auxiliam o ato criativo que, como pivô de projeto, é sempre o maior responsável pelo sucesso do produto. Na finalidade de evitar fáceis erros de entendimento, é oportuno definir claramente o significado da palavra projeto. A este propósito acha-se coerente a seguinte definição, concordata na UNICAMP (FEM, DPM, curso de projeto mecânico 1997):

**Conjunto sistematizado de todas as atividades que geram o produto,
desde o verificar-se da oportunidade até o processo de sucateamento após uso.**

Segundo esta especificação, para estudar o conjunto acima é necessário verificar todos os fatores de influência que atuam na sociedade e sucessivamente sobre as empresas, principalmente as que querem competir no mercado globalizado.

1.1. OS LIMITES DO DESENVOLVIMENTO

1.1.1. A problemática social

Nos anos 60 os componentes do System Dinamic Group (SDG), do Massachusset Institute of Technology, procuraram esclarecer as razões da proliferação de alguns problemas conexos ao desenvolvimento, dificilmente detectáveis e ainda mais difíceis a serem definidos, como :

- *O desgaste ambiental*
- *As crises institucionais*
- *O excesso de burocracia*
- *A expansão não controlável das cidades*
- *A instabilidade do trabalho*
- *A alienação da juventude*
- *O rejeito dos vigentes sistemas*
- *A decadência dos valores ético - morais*

- *As inflações monetárias*
- *Os desequilíbrios econômico - financeiros*

Nesta pesquisa, o MIT, chegou à conclusão (MEADOWS, RANDERS, BEHRENS, 1972) que os problemas acima, eram a consequência do desequilíbrio dos seguintes fatores:

- 1.1.1.1. *O incremento demográfico*
- 1.1.1.2. *A limitação das reservas energéticas, alimentares e minerais*
- 1.1.1.3. *A levitação dos custos*
- 1.1.1.4. *A degradação ambiental*
- 1.1.1.5. *A influência do desenvolvimento tecnológico*

A situação é esclarecida pelo gráfico 1-01, onde estão sendo indicadas as limitações das áreas cultiváveis versus a necessidade alimentícia do pressuposto incremento demográfico.

O gráfico mostra como a curva ascendente das exigências alimentares, encontra a curva descendente dos hectares disponíveis em um ponto aproximativo correspondente aos anos 2000.

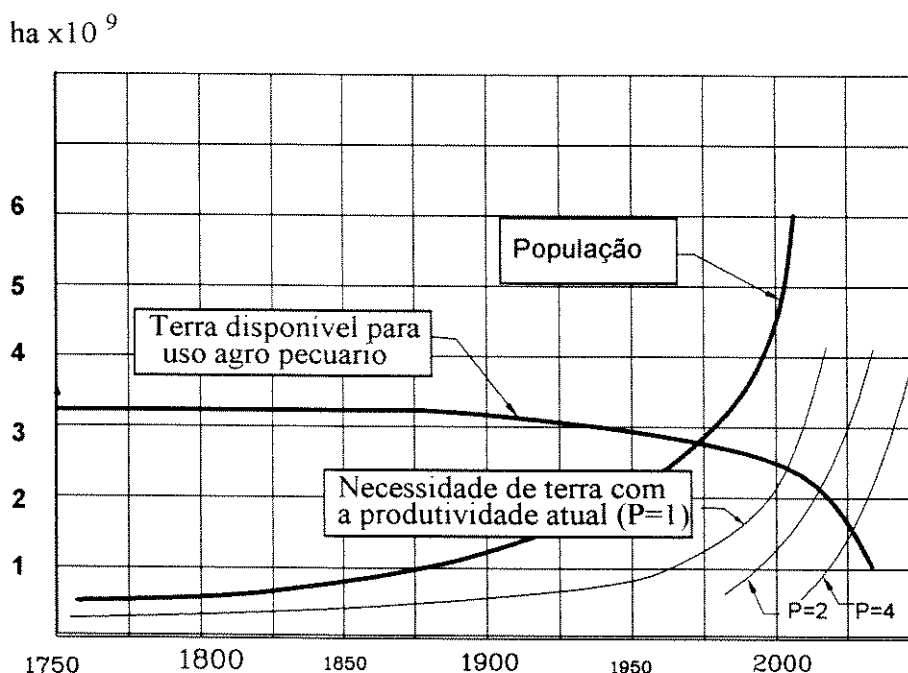


Fig 1-01, Necessidade e disponibilidade de terra para uso agropecuario (MEADOWS, RANDERS e BEHRENS, 1972)

Também se as hipóteses relativas ao rendimento da terra apresentassem produtividade dupla ou quádrupla em relação ao calculado nos anos 70, as exigências encontrariam o relativo limite, respectivamente nos anos 2010 e 2030.

Cabe aqui relatar, que todos os resultados apresentados pelos MEADOWS, RANDERS e BEHRENS (1972) devem ser entendidos como tendências, e não como dados exatos. No gráfico sucessivo (Fig.1-02), é representado o custo de extração e refinação do cromo em função do esgotamento das reservas existentes e do incremento do índice de consumo nos anos sucessivos ao 1970. O cromo foi considerado por ser um dos metais que apresenta reservas médias em relação aos demais minerais para uso industrial. Existem jazidas cujas reservas apresentam vidas bem mais curtas, como o petróleo, e outras de vidas mais longas como o ferro.

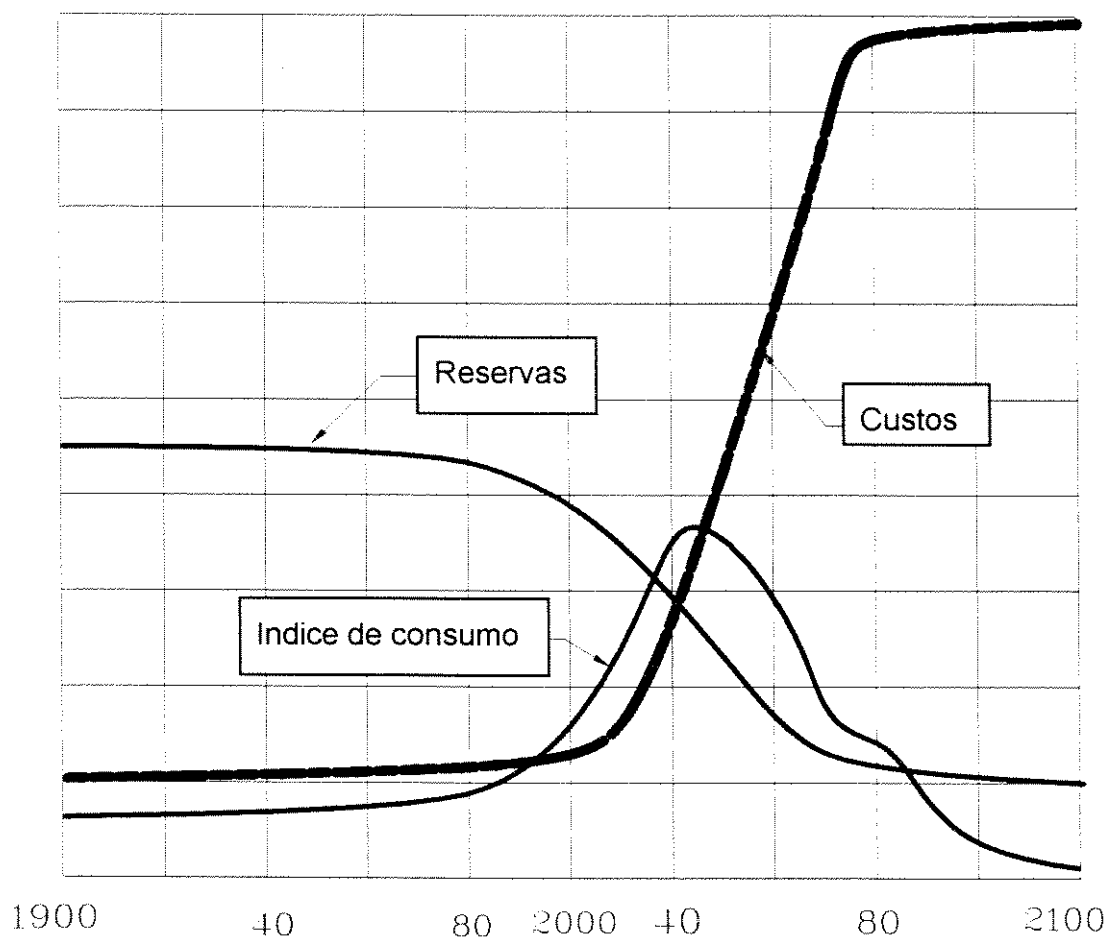


Fig. 1-02, Custo de extração e esgotamento
das reservas de cromo
(MEADOWS, RANDERS e BEHRENS, 1972)

Como para as terras cultiváveis, a disponibilidade detectada nos anos 70 pode ser sujeita a variações para novas descobertas ou aprimoramento dos meios de extração.

Apesar destas possibilidades, que podem afastar de alguma dezenas de anos o colapso, a tendência ao esgotamento permanece válida.

Cabe observar, que face um desenvolvimento mais hiperbólico do que previsto na época do estudo, o consumo das reservas seria sempre mais incrementado e para tanto a curva dos custos sem dúvida nunca poderia diminuir.

1.1.2. Os fatores de influência

Examinando cada um dos fatores acima e as recíprocas influências, foi deduzido que:

- A. O desenvolvimento energético tem limites nos custos e na contaminação.*
- B. O desenvolvimento agropecuário apresenta limites nas extensões territoriais, na contaminação, e na energia.*
- C. O controle ambiental é limitado pelos custos, pela produção de energias e pelo desenvolvimento industrial.*
- D. O controle demográfico tem o seu limite na extensibilidade da vida média.*
- E. O controle das reservas naturais depende dos custos e do desenvolvimento das energias.*

Note-se que estes fatores de influência formam um ciclo fechado, e para tanto insolúvel.

Baseado nas observações acima, o SYSTEM DINAMIC GROUP editou uma série de gráficos que projetam as tendências dos parâmetros A) B) C) D) e E) acima indicados. As tendências médias, no caso que nenhum governo tomasse as devidas contra - medidas ante do fim do milênio, são visíveis na fig. 1-03 a seguir.

O gráfico pode ser comentado pelas seguintes observações:

- 1.1.2.1. O crescimento contemporâneo do PIB e da população, junto à diminuição das reservas, provocará um incremento hiperbólico dos custos.*
- 1.1.2.2. Sendo a localização das reservas não uniformemente distribuída nos vários países, é possível se verificar tendências à exploração comercial destes reservas por parte dos países possuidores.*
- 1.1.2.3. Os países industrializados, que na maioria estão desprovidos de reservas, desenvolverão tecnologias avançadas com as quais contrastar a tendência acima.*
- 1.1.2.4. Vários países em desenvolvimento industrial, aproveitarão da tecnologia e dos baixos custos de mão de obra, para criar concorrências.*
- 1.1.2.5. A política dos países desenvolvidos, e para tanto com mais alto nível de vida, será ambígua e oscilante, na finalidade de manter a vantagem tecnológica*

impedindo assim o desenvolvimento dos países possuidores de reservas estratégicas. Ao mesmo tempo, procurarão investir nestes países, para se assegurar as fontes de abastecimento.

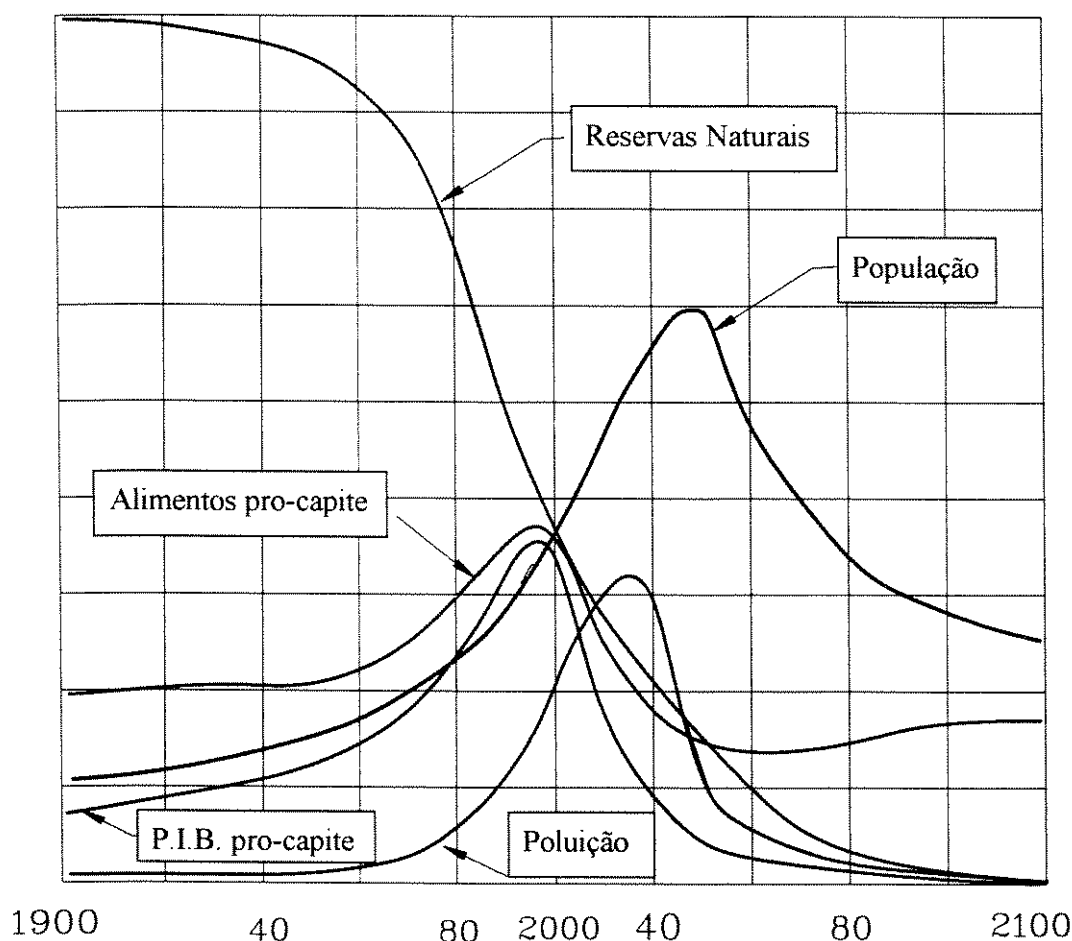


Fig. 1-03, Andamentos das funções básicas no eco-sistema
(MEADOWS, RANDERS e BEHRENS, 1972)

- 1.1.2.6. *As dívidas dos países em desenvolvimento e possuidores de reservas, representarão o meio de pressão mais eficaz para manter a supremacia dos mais industrializados.*
- 1.1.2.7. *Entre os países industrializados, os mais desprovidos de reservas, serão os mais prontos na exploração dos recursos tecnológicos, na finalidade de se apoderar dos capitais líquidos com os quais exercerão as pressões acima.*
- 1.1.2.8. *Após um período de repentinas e agressivas lutas de mercado, concorridas com o trinómio: dinheiro - tecnologia - recursos naturais, provavelmente será entendido que a solução do problema não pode ser tecnológica, mas de origem ético - moral.*

As deduções acima, não representam necessariamente a solução para o colapso indicado no gráfico da fig.1-03, mas representam simplesmente a imediata consequência de perda de controle no desenvolvimento.

1.1.3. O estado de equilíbrio

Sempre segundo o SDG, o estado de equilíbrio possível poderia existir baseado nas três condições seguintes:

1.1.3.1. Capital fixo e população com dimensões constantes. (o índice de natalidade igual ao de óbito, e taxa dos investimentos igual à depreciação).

1.1.3.1. Os índices acima, deverão ser mantidos nos mínimos níveis.

1.1.3.3. Os níveis de população e de capital fixo, bem como as recíprocas relações, projetados com base em objetivos e tempos predeterminados.

A procura de mudar o equilíbrio, operando mudanças sobre os parâmetros únicos, e não sobre as duplas, resulta em uma alteração incontrolável do equilíbrio, pois, a alteração dos níveis de investimento sem a necessária adaptação aos índices demográficos, e sem planejamento de objetivos razoáveis, pode produzir:

- ♦ *Recessão e conseqüente destabilização sócio - política nos países em procura de desenvolvimento.*
- ♦ *Recessão e desemprego pelo superávit de produtos massificados nos países industrializados.*
- ♦ *Lutas sociais, devidas as alterações de rendimento nas classes sociais nos países sem desenvolvimento técnico - industrial.*

1.1.4. Conclusões

As conclusões possíveis deste sintético resumo dos limites do desenvolvimento, no prisma das preocupações empresariais, são:

1.1.4.1. O caos atual, é uma lógica consequência histórica, e para tanto profundamente embasado.

1.1.4.2. *Esta situação não é transitória, mas apresenta característica de estabilidade pejorativa a longo prazo.*

1.1.4.3. *Eventuais mudanças poderão se verificar a médio prazo somente condicionadas pela consolidação de princípios básicos de ética e moralidade a nível internacional.*

1.1.4.4. *Neste período, cuja extensão não é identificável, o empresas, como micro no macrocosmo, pode-se unicamente adequar à situação caótica preparando as estruturas para não agir em conflito aos tempos e as tendências futuras.*

1.1.5. O Perfil da empresa proativa

Pelas considerações acima, fica bastante claro o perfil da postura a ser assumida das empresas pela própria sobrevivência .

Dito perfil, já determinado desde os anos 80, nas obras de PETERS (1989) e KANTER (1990), é resumível nas caracterizações a seguir:

- A. Curtas fases produtivas*
- B. Procura de nichos de mercado*
- C. Diferenciação e especialização*
- D. Internacionalismo*
- E. Política de qualidade total*
- F. Total imediatez de resposta*
- G. Inovação rápida e constante*
- H. Flexibilidade e adaptabilidade total*
- I. Regime amplamente participativo*
- J. Dimensões reduzidas ou participação em grandes grupos*

1.1.6. As Eras do Desenvolvimento Industrial.

Quanto visto no parágrafo acima, pode ser referido à todas as empresas de qualquer setor e de qualquer tipo, comercial, industrial ou de serviço.

As posturas das empresas, resultam particularmente úteis para determinar os conceitos de competitividade, cujos caracteres, para tanto, não são casuais, mas profundamente enraizados no desenvolvimento da sociedade. Entretanto, observa-se que raciocinando em termos de desenvolvimento propriamente industrial, podem-se distinguir três eras fundamentais (AGOSTINO, 1996) que governam em paralelo ao desenvolvimento da sociedade, o seu

estado de riqueza e de organização, através de uma progressiva mudança de princípios conceituais.

A primeira era na qual desenvolveram-se as atividades de manufatura dos nossos antepassados, é habitualmente denominada **Era da Agricultura**. Nesta era, a riqueza identificava-se na terra e a organização dos recursos foi baseada em uma administração desenvolvida desde a relação tipo *Dono - Escravo* da era antiga, até a relação *Príncipe - Servo da Gleba* da era média. Nesta era, os princípios conceituais eram vagos e não identificáveis.

A segunda era, cujo nascimento costumamos identificar com a invenção da máquina a vapor (anos 1780), é a **Era Industrial** que estendeu-se até a década dos anos 1980. Nesta era, a riqueza foi identificada inicialmente no trabalho e sucessivamente no capital. Os proprietários (sucessivamente, empresários) constituíram a forma principal de organização.

A visão de produto como série de operações encadeadas, inspirou a sucessiva concepção de divisão de trabalho em várias fases. Ulteriores princípios introduziram a especialização da mão de obra e uma progressiva distinção entre o conceito de **Proprietário** e de **Administrador**.

Formas de organização do trabalho e da administração baseadas sobre hierarquias modeladas no estilo das organizações militares, permitiram o crescimento das pequenas iniciativas até a formação de verdadeiras empresas de porte, como as ferroviárias, as telegráficas e de correio no fim do 1800. Neste período, com a evolução da organização, a riqueza cessou de ser identificada com o trabalho, passando ao novo conceito de capital. Este último conceito dominou o nosso século e somente nos últimos tempos estamos assistindo à sua decadência como forma de riqueza. Hoje em dia, esta nova era está se auto - identificando com o conceito de **Conhecimento**.

O nascimento desta nova **Era do Conhecimento**, está sendo promovido pela difusão das informações, que acontece de forma sempre mais rápida e eficiente pelo progresso tecnológico.

1.1.7. Os fatores de mudança na passagem da Era atual à futura.

A panorâmica observada nos precedentes parágrafos, nada mais é do que a evolução da sociedade rumo a um equilíbrio que, também se não é alcançável a breve término, está influenciando pesadamente sobre todas as atividades. O conhecimento das mudanças de hábito, dos

anseios e da evolução dos conceitos sociais, é o pressuposto básico da presente pesquisa, pois a ignorância destes fatores pode prejudicar qualquer iniciativa industrial.

Os fatores de mudança que estão regulando a passagem entre as eras industriais e do conhecimento, foram exaustivamente delineados nos parágrafos acima. Estes fatores são fortemente evidenciados nas características próprias das empresas em grau de sobreviver à mudança em ato. Para o nosso estudo porém, é necessário focalizar mais profundamente os fatores mais interligados as atividades de projeto de produto, cujos dados característicos, foram indicados no parágrafo 1.6.. A seguir pode-se observar as relativas implicações no âmbito do projeto.

1.1.7.1. Curtas Fases Produtivas

As empresas tendem a ser caracterizadas por curtas fases produtivas em oposição à tendências massificantes do período precedente, que iniciou na época Fordiana, e viu o ápice nos anos 1940-50. A redução das fases produtivas, é devida à vida útil dos produtos que resulta sempre mais curta pela presença de forte regime concorrencial no mercado globalizado. Praticamente a vantagem adquirida pela apresentação de um novo produto fica sempre mais efêmera. Para tanto, a primeira consideração que deve ser feita em sede de projeto, é a seguinte:

Os novos produtos tendem à apresentar ciclos de vida sempre mais curtos

1.1.7.2. Procura de Nichos de mercado

A procura de nichos de mercado, é a tendência que será (e é já) perseguida pelos departamentos de marketing . O nicho é caracterizado por alta especialização, inventiva e curta duração. O efeito destas características sobre o departamento de projeto do produto é preponderantemente constituído pela exigência de aprender a ver além das aparências e ter sempre presente o seguinte lema:

Não é importante o que é, mas o que pode ser

1.1.7.3. Diferenciação e Especialização

O significado íntimo desta característica é que a empresa, em particular modo nos projetos de produtos, deverá apresentar potencialidade de diversificação do mesmo, e no mesmo tempo apresentar aspectos especialísticos para sobrevier no mercado concorrente. São ótimos exemplos de diversificação, os carros atualmente produzidos, que sobre uma carroçaria única, podem aceitar motores diferentes e diferentes acabamentos internos, ao fim de poder se diversificar em carros desportivos ou particularmente econômicos, de grande luxo ou de

simplicidade básica. Com isso resulta coberta uma ampla fatia de anseios do público alvo. A especialização, é uma postura que tende a procurar aceitação em fatias de compradores com diferentes exigências. Observe-se que com a adoção de especializações, pode-se revitalizar segmentos de mercado cujos produtos encontram-se no rumo descendente da própria vida.

São exemplos de especialização, os pneus especializados para chuva ou para ralleys, os cigarros personalizados, a personalização das revistas, etc...

O efeito destas características na iminência de projetar um novo produto, é:

Dotar o produto de potencialidade de diversificação e especialização

1.1.7.4. Internacionalismo

Se a empresa deve apresentar características de internacionalidade, ou seja, quer participar do mercado globalizado, seus produtos devem apresentar o mesmo caracter. Isso implica que o projeto deve prever sempre a nacionalidade, ou seja as características de quem o usará. Por exemplo, seria extremamente difícil vender na Europa um produto mecânico cujas medidas e "*fastners*" não obedecessem ao sistema métrico decimal. Do mesmo jeito seria difícil convencer um europeu à comprar uma balança cuja agulha indicasse uma divisão em polegadas.

Isso leva à seguinte necessidade:

Conhecer usos e costumes do país alvo

1.1.7.5. Política de Qualidade Total

Esta característica, não precisa de comentários. A qualidade total é a base do sucesso de qualquer produto, para tanto é imprescindível no ato de projeto tomar cuidado para não esquecer este aspecto. Ainda mais, é um engano pensar que qualidade seja conceitualmente oposta à economia: sempre é verdade o contrário.

Por isso, o lema do Projetista deve ser:

Nunca sacrificar a qualidade à economia, pois quando isso acontece, o produto raramente resulta econômico.

1.1.7.6. Total Imediatez de Resposta

Se a empresa deve apresentar esta característica, é evidente que todos os seus departamentos devem ser equipados pela mesma finalidade. O projeto também deve possuir características de rapidez na sua definição.

O inimigo da rapidez é a indecisão, é porém difícil projetar com base em infinitas alternativas. Para evitar este tipo de armadilha, é oportuno restringir, o mais possível, as

opções inúteis. Nesta finalidade, é necessário trabalhar sobre normalizações inteligentemente adaptadas à característica da própria empresa, aprimorar um sistema de **Famílias**, e introduzir os conceitos dos **Grupos Tecnológicos**. Isso antes de iniciar qualquer projeto.

A postura a ser assumida por esta característica, deve portanto ser:

Organizar bem antes de projetar.

1.1.7.7. Inovação Rápida e Constante

Para obedecer à esta característica, o projetista deve apresentar uma série de requisitos em sintonia com a exigências acima. Produzir inovações com continuidade e rapidez, não é característica que nasce com o indivíduo, é pelo contrario a consequência de um treinamento organizado. A informação joga um papel de primeiro plano neste assunto. É preciso conhecer bastante sobre o que costuma-se produzir nas empresas concorrentes do setor e também externa ao setor. O costume de examinar nas exposições, nas revistas, nos panfletos ilustrativos e em qualquer outro meio de difusão, as diferentes soluções, é o mais útil dos treinamento pela finalidade acima.

A postura do projetista que queira se adequar à exigência acima, deve ser:

Treinar, treinar, sempre constantemente treinar.

1.1.7.8. Regime Participativo

A empresa que instalou ou está adotando o regime participativo, normalmente já possui um sistema de trabalho baseado em equipes.

Neste, sendo bem organizado, o projetista encontra-se na melhor situação para operar, portanto nada poderia ser adjunto à esta característica. Se pelo contrario, o sistema participativo não é presente na empresa, o projetista pode explorar esta característica para o próprio trabalho.

Participar, no termo de projeto, é comunicar com os outros as próprias dificuldades, e principalmente ouvir com muita atenção as observações e comentários alheios.

Principalmente se preocupando de participar aos problemas que se originam nos departamentos produtivos em consequência dos projetos a ser realizados, o projetista adquire a suficiente sensibilidade para evitar os erros que sucessivamente conduzem os departamentos de fabricação a perder tempos enormes nas inevitáveis operações de correção.

Uma série de erros que habitualmente estão sendo feitos pelos projetistas não novos, e que só por isso são julgados "*experientes*", é aquilo de trazer com sigilo na nova empresa, a mentalidade, costume e filosofia adquirida nas experiências precedentes. Quando a nova empresa é diferente da precedente, e sempre é diferente, o projetista tende a trazer as soluções antigas para novos produtos. Esta prática, pode ser origem de erros grosseiros,

para tanto é importante que as experiências passadas sejam estudadas ao extremo, abstraindo a essência e não a integridade. É ao mesmo tempo importante que os colegas possam opinar sobre as soluções elegidas, especialmente os colegas que as executaram materialmente.

A sugestão da característica acima, é para tanto:

Compartilhar os problemas, especialmente com os departamentos de fabricação.

1.1.7.9. Flexibilidade e Adaptabilidade Total

Flexibilidade e adaptabilidade são, para uma empresa, aspectos diferentes da mesma necessidade da responder imediatamente aos diferentes estímulos externos.

Em particular define-se como flexibilidade, a **capacidade de responder em tempo hábil às mudanças externas** (BOWIIN, 1998).

Define-se adaptabilidade, a **capacidade de adaptação dos sistemas de Engenharia e Marketing de introduzir simultânea e sucessivamente novos produtos, em tempos adequados** (AGOSTINO, 1996).

Praticamente as exigências acima, casam perfeitamente com quanto visto no parágrafo 1.1.7.7. acima e envolvem também as observações do parágrafo 1.1.7.8. .

O índice de adaptação (**Ta**), pode ser medido da forma a seguir:

Denominando:

Te = tempo necessário para que o estímulo externo seja absorvido pelo departamento de projeto.

Ts = tempo que o departamento emprega para apresentar o projeto aos departamentos de Fabricação.

Será :

$$\mathbf{T_a = T_s - T_e}$$

O índice acima, define a capacidade de adaptação do sistema de manufatura (**SM**) como a capacidade de implementar mudanças em tempo adequado às necessidades de atendimento de mercado (AGOSTINO, 1996).

Evidentemente este índice depende de uma série bastante ampla de outros fatores, como os derivados dos departamentos de marketing, engenharia do produto, engenharia de fabricação, fabricação propriamente dita, armazenamento e distribuição.

Estes fatores, fazem parte do sistema de influência que age sobre o departamento de projeto de produtos, como a ver nos próximos capítulos.

1.2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Face a necessidade de conferir competitividade à empresa geradora, é objetivo principal deste trabalho, fazer uma coletânea de todos os fatores que influenciam o projeto, principalmente em termos de economia, e os representar com um modelo significativo.

Como objetivo secundário, pode-se considerar que este modelo poderá servir de suporte para uma futura aglutinação de um programa, apto à auxiliar o projeto na escolha de soluções otimizantes e para tanto aptas à conferir competitividade.

1.3. CONTEÚDO DESTE TRABALHO

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica correlativa ao tema: **Influência do Fator Econômico sobre os Projetos Mecânicos.**

Nesta revisão são relatados os conceitos informativos básicos que constituem as várias obras consultadas e ressaltados os conceitos que auxiliam ou que apresentam discordância com o objetivo deste trabalho.

Poderá ser observado que a abrangência do assunto vai bem além dos comuns conceitos relativos ao projeto como simples conjunto de papéis gráficos.

De fato o tema invade campos normalmente considerados estranhos à engenharia de produto, como os campos de marketing, de métodos e processo de fabricação, de administração e finanças, de distribuição e assistência pos-venda.

O capítulo 3 apresenta uma panorâmica dos sistemas organizacionais e metodológicos mais usados na prática industrial pelo desenvolvimento de projetos mecânicos.

Além do resumo das obras de clássicos autores da teoria de grupos, é aqui apresentado uma metodologia de classificação e codificação baseada em famílias tecnológicas. Este trabalho foi concluído no departamento de pesquisa e desenvolvimento da engenharia de fábrica de uma considerada indústria de porte nacional.

O capítulo 4 é dedicado à determinação dos vários tipos de fatores de influência sobre a economia do projeto, durante as treze fases do seu desenvolvimento. Nesta exposição é ressaltada a expansão do projeto no campo do marketing e planejamento estratégico, bem como a sua passividade as influências intrínsecas e extrínsecas. Conclui o capítulo uma série de considerações estratégicas sobre a economia, derivante a escolha dos materiais mais comuns.

O capítulo 5 é dedicado à considerações econômicas derivantes pela escolhas das várias soluções em casos práticos envolvendo os processos tradicionais de transformação por remoção de cavaco, e as conseqüências derivantes pelo uso de sistemas de automação. Conclui o capítulo uma panorâmica sobre economia possível que deriva do correto projeto de produtos destinados a ser fundidos em ferro e algumas considerações sobre a economia relativa aos problemas de assemblagem.

O capítulo 6 é dedicado ao resumo holístico de todos os fatores de influência, introdução do conceito de peso relativo à ditos fatores e à apresentação do modelo de projeto.

O capítulo 7 apresenta a conclusão do trabalho e os possíveis passos sucessivos.

A Apêndice A1 apresenta um glossário de termos utilizados no presente trabalho.

A Apêndice A2 apresenta uma explicação relativa ao conceito de criatividade observado através do prisma das dimensões aparentes e ocultas da realidade.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades

Como determinado no capítulo precedente, todos os projetos, em particular o projeto mecânico, representam o conjunto sistêmico de todas as atividades existentes entre a procura da oportunidade de criar um produto e o sucateamento do mesmo após o relativo uso.

Este conceito parece novo, pois pelas características de extrema interligação entre a engenharia de produto e quase todas as demais funções da empresa, raramente poderia ser desenvolvido nas áreas acadêmicas, caracterizadas por domínios altamente especializados, e tampouco parece ter sido abordado na prática existente nas empresas industriais, muito mais receptivas à similares filosofias integracionais.

Assim sendo, pesquisada e verificada a inexistência de relatórios, estudos e/ou pareceres sobre a efetiva abrangência do projeto, a análise bibliográfica a seguir apresentada, tem como objetivo a verificação e o embasamento de conceitos mais particulares, mas que poderão contribuir à redação deste trabalho. A pesquisa bibliográfica foi como a seguir diferenciada:

- 2.1.1. O estado de desenvolvimento da sociedade humana, para entender as macro - tendências possíveis do eco-sistema, as possíveis consequências deste estado e os atuais ou prováveis fatores de influência sobre à indústria de transformação.
- 2.1.2. O estado da arte existente relativo as várias metodologias técnico - organizacionais em uso efetivo na prática industrial.
- 2.1.3. O estado da arte existente relativo as metodologias visantes os custos de transformação.
- 2.1.4. O estado da arte existente relativo as metodologias visantes o uso da informática e/ou automação, no projeto e no sistema de manufatura.

2.2. ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

2.2.1. Estado de desenvolvimento da sociedade humana, macro - tendências do eco-sistema, consequências e fatores de influência sobre a indústria de transformação.

O conjunto de atividades que constituem o projeto, observado na ótica holística, só aparentemente inicia com a procura da oportunidade de realizar um produto. Se deve também alcançar o sucesso, não é possível ignorar as necessidades, anseios e tendências do futuro usuário, verificar a compatibilidade com a postura, recursos, necessidades e tendências da empresa geradora e prever também o sistema de sucateamento deste produto após a relativa obsolescência.

Por sua vez, todo o conjunto das características acima é condicionado pelo estado de desenvolvimento do eco-sistema e pelos relativos limites.

2.2.1.1. MEADOWS, RANDERS e BEHRENS (1972) esclarecem cientificamente como o desenvolvimento da sociedade está condicionado pelos limites criados pelo conjunto de fatores como o incremento demográfico, a limitação dos recursos minerais e agropecuários, energias e agressão ao eco-sistema, frente a evolução da ciência e tecnologia e o resultante produto bruto industrial. Estes limites, segundo os autores da pesquisa, poderiam provocar um estado de colapso da sobrevivência no planeta, a menos que seja alcançado um estado de equilíbrio. Este estado de equilíbrio pressupõe soluções não somente de carácter tecnológico, mas também de carácter ético moral. Segundo MANSOLT (1972), presidente da CEE, não tem dúvida que estes parâmetros influenciam gravemente os fatores que determinam o futuro da humanidade e por abstração o futuro de todas as atividades associadas, como as indústrias e relativos produtos.

*A pesquisa acima, relatada através a publicação do livro: **The Limits of the Development**, foi premonitória das substanciais mudanças que afetam não somente o eco sistema, mas justificando perfeitamente o fim da era industrial e o início da era do conhecimento, constrói as bases da necessária inversão de postura empresarial, que está passando assim de reativa à proativa. Um aprofundado estudo sobre esta pesquisa, permite justificar o recém passado impulso à qualidade total, o atual impulso à globalização dos mercados, a incipiente e inadiável necessidade de controle ambiental e o próximo desenvolvimento das intercomunicações.*

As inversões de posturas empresarial preanunciadas na análise acima, tomaram corpo em obras sucessivas de muitos consultores e profundos conhecedores das estruturas empresariais.

O novo ambiente temporal no qual deveriam atuar as empresas foi denominado com vários apelidos, como **Era Pós - empresarial, Era do conhecimento, Era pós - industrial** etc...

No Brasil é uso comum aceitar o adjetivo "**Proativa**" criado por PETERS, (1989) relativo à postura da empresa em grau de sobreviver ao caos gerado no transitório entre as eras.

2.2.1.2. Para PETERS, (1989), a substituição da antiquada postura tradicionalista com a proativa não pode ser efetuada paulatinamente, mas somente via uma um forte impacto gerado pela revolução de todas as metodologias organizacionais que estruturaram as empresas até o presente momento.

A sua obra, **Thriving on Chaos**, é um volume articulado em cinco argumentos básicos:

- A criação de capacidade de resposta total ao cliente.
- A descrição da metodologia de inovação constante.
- O sistema para alcance da flexibilidade via participação.
- Descrição da nova conceitualidade da liderança.
- Metodologia para construir sistemas para o novo conceito empresarial.

Analizando o pensamento de Tom Peters, pode-se verificar que todas as mudanças de postura necessárias para a empresa sobreviver, assumir caracter proativo, condensam em si mesmas grande parte dos fatores de influência que agem sobre o desenvolvimento do projeto de novos produtos.

*A ênfase sobre a necessidade de **especializar - procurar ninchos de mercado - diferenciar os produtos**, não representa somente a premissa de guia para assumir uma capacidade de resposta imediata, mas representa também indicações estratégicas pela individuação da oportunidade e pela configuração a ser imposta ao produto.*

Sem entrar em detalhes sobre a profundidade de todas as cinco partes que constituem a obra de Tom Peters, pode-se afirmar que todos os quarenta e cinco argumentos tratados possuem preciosas correlações com o novo caracter do projeto.

2.2.1.3. KANTER, (1990), na sua obra: **When Giants Learn to Dance**, repete em forma diferente mas não menos incidente, a obra de Tom Peters. Articulado em doze

capítulos, o livro é uma resposta à crise que afetou as indústrias dos EUA, frente a concorrência dos países asiáticos e europeus. Trata principalmente das estratégias de gerenciamento avançado, baseadas sobre o **homem** como pivô do futuro desenvolvimento. A ampla visão estratégica de R.M. Kanter casa-se perfeitamente com quanto exposto no relatório do System Dynamic Group, enfatizando as mudanças ético - morais necessárias para a sobrevivência empresarial.

O comentário sobre o texto acima, não é diferente dos comentários apresentados pelos precedentes volumes: na obra são apontados todos os caracteres da empresa proativa, cuja influência sobre o projeto, e para tanto sobre as relativas metodologias, resulta fundamental. Por exemplo, as mudanças ético - morais acima epigrafadas, no caso empresarial e evidentemente também no caso do ambiente gerador do projeto, são referidas à necessidade de vigência do regime participativo.

2.2.2. Estado da arte existente sobre as várias metodologias técnico - organizacionais em uso efetivo na prática industrial.

2.2.2.1. SASIENI, YASPAN e FRIEDMAN, (1971), na obra: **Manuale di Ricerca Operativa**, ilustram uma série de metodologias para organização do sistema produtivo, como Programação linear, Teorias das filas, Estratégias de competição etc.

Muitas das teorias acima esclarecidas, resultam ser da maior importância pela aplicação aos conceitos de gerenciamento dos projetos. Por exemplo, na aplicação metodológica dos sistemas de simulação dos eventos, a teoria das filas aí relatada resulta extremamente interessante.

2.2.2.2. RICCARDO RUGGERI (1971) no texto: **Il settore tecnico progettuale dell'azienda**, relata sobre os vários sistemas de organização adotados nos departamentos de projeto nas indústrias europeias. O texto é particularmente importante, pois além de problemas específicos sobre o sistema organizacional, apresenta uma clara visão comparativa entre as teorias de grupo segundo vários autores, como MITROFANOF (1958), OPIZ (1967) et ALII.

Baseado na teoria de Grupo, que nada mais é que um sistema de classificação dos desenhos, foi desenvolvida uma sistemática para limitar a proliferação de dispersões de

projeto e para tanto apta á auxiliar o projetista na escolha de soluções mais adequadas à empresa.

2.2.3. Estado da arte existente sobre as metodologias visantes os custos de transformação.

2.2.3.1. FARAUDO, (1956), o texto **Critica Economica del Progetto Meccanico**, dividido em três volumes, é um estudo dirigido essencialmente à pratica de projeto mecânico com o intuito de introduzir o conceito de economia que é intrínseco em cada escolha entre as soluções normalmente escolhidas durante o projeto. Considera assim o fator econômico como função de cada operação a ser efetuada durante a transformação no sistema de manufatura, seja esta transformação efetuada por operações de fundição, de remoção de cavaco, de conformação ou de uso de produtos normalizados. Enfatiza como todas as operações acima devem ser analisadas durante o projeto e estabelece critérios de escolha ótimal para as necessárias eleições.

Não ha dúvida que o texto, editado bastante tempo atrás, ainda hoje resulta extremamente válido, não resultando existente ainda nenhuma obra póstuma tão significativa. Todos os conceitos permanecem de estarrecente eficácia, ao ponto que a leitura deste texto constitui um verdadeiro tutorial pelo aprendizado da filosofia de otimização dos custos de produção.

2.2.3.2. ZHANG, STEPHEN e LU, (1990), no trabalho: **An expert system framework for economic evaluation of machining operating planning** visam o custo de transformação na usinagem como função do parâmetro velocidade de corte da ferramenta. Na análise dos custos são previstos os custos de:

2.2.3.2.1. Desgaste do ferramenta, os tempos de preparação da máquina, a incidência dos salários e das repartição dos custos gerais.

2.2.3.2.2. Inventário (em particular os custos dos tempos de produção, os relativos à demanda de Marketing e à capacidade de máquina)

2.2.3.2.3. Custos fixos.

É traçado um gráfico interessante onde são relacionados os tempos de produção, de máquina, de troca do ferramenta de corte e os tempos auxiliares em função da velocidade de corte. É relacionado também o gráfico sumário dos custos totais que mostra como além de um mínimo, os custos aumentam notavelmente pelo incremento dos tempos de

troca da ferramenta. O Lay-Out apresentado demonstra como pode ser verificado o lucro da operação.

O trabalho representa um dos raros exemplos de procura de rápida determinação da viabilidade econômica do projeto mediante interligação entre este último e as características de usinagem.

É evidente que o uso da velocidade de corte como parâmetro base pela estima do lucro da operação, é somente parcialmente válido. O parâmetro mais indicado a ser assumido, é o volume de cavaco removido em função do tempo. De fato, o volume removido permite a introdução da variável profundidade de corte, que representa a correta exploração da arresta de corte.

2.2.4. Trabalhos sobre as metodologias visantes também o uso da informática e/ou automação, no projeto e no sistema de manufatura.

2.2.4.1. ANTONSSON e OTTO, (1995), na apresentação do trabalho: **Imprecision in Engineering Design**, fazem uma revisão dos métodos da imprecisão para tomadas de decisão sobre os projeto de engenharia, salientando as variações estocásticas que se apresentam. São examinados também: a Teoria da Utilidade, o Conjunto Nebuloso (fuzzy), a Otimização e os Método das Matrizes, da Probabilidade, das Necessidades, de Projeto Nebuloso. É apresentado também um breve Tutorial sobre o método da imprecisão, no qual é comentada a relação entre os mapeamento da banda de especificações técnicas (variáveis de projeto) e a banda de desejos globais (correlacionados aos limites impostos pelo cliente). Um exemplo real contribui à esclarecimento do método.

Sem dúvida metodologia acima pode ser de grande utilidade para as escolhas entre as diferentes alternativas que se encontram no desenvolvimento da parte conceptual do projeto, como custos versus performances. Infelizmente a grande variedade de diferentes alternativas, não todas bi - dimensionais e as vezes com característica estocástica (por exemplo: variações de ruído como funções do tempo e da carga) influem pesadamente sobre o tempo necessário pela aplicação do método. Isso pressupõe possibilidade de aplicação deste método somente após um futuro desenvolvimento de softwares específicos via computador.

2.2.4.2 BISHOP, NEWMAN, LUND, SALZMAN, (1991), no trabalho: **Machine/human compatibility in manufacturing systems design**, indicam como a produção baseada em tecnologia computacional possa oferecer grandes oportunidades de capacitação, mas as

vezes as Indústrias não conseguem aproveitar pelos pesados investimentos necessários. Isso é devido à falta de cuidado na:

2.2.4.1.1. relação homem/máquina

2.2.4.2.2. interface projeto/tecnologia.

Na primavera 1987, a *National Science Foundation* dedicou mais de dois anos na pesquisa de projetos com a participação da *Boston University* e da *Ohio State university* para estudar o problema.

2.2.4.3. DIXON, (1995), no trabalho: **Knowledge-Based Systems for Design**, cita a expressão: "Sistemáticas Científicas para Projetos" , que se refere à uma classe especial de programas p/ computador para auxiliar o rendimento humano para tarefa específicas. Para nos é importante o aspecto de auxílio em tarefas especiais referidas ao projeto de partes, montagem ou produção. O projeto é um estado da informação. A informação pode se apresentar em forma de trabalhos, gráficos, dados eletrônicos e/ou outros, parcial ou completamente. No desenvolvimento do projeto, o fluxo das informações incrementa-se em continuidade. As informações aparecem em vários estados, e representam um grandíssimo número de dados, mas não infinito. Se a informação está agindo em forma conceptual, chamaremos este estado de projeto, Projeto Conceptual.

2.2.4.4. KUME, HITOSHI, (1991), no trabalho: **Development of the role of quality management**, afirmam que o conceito de qualidade inicia contemporaneamente à produção de produtos, e comparece claramente quando na era de massificação e de manufatura iniciou-se dividir tarefas de trabalho.

O Iº estágio do gerenciamento da qualidade (GQ) é representado pelo controle através padrões pré - estabelecidos. Este é um método efetivo para iniciar à estabilizar e decrescer a "não qualidade".

O IIº estágio do GQ é representado pela introdução das sistemáticas pela atualização dos padrões. Este conceito é usado por empresas caracterizadas por inovação.

O IIIº estágio do GQ é representado pela conformação dos padrões as exigências do cliente. Nesta situação a tarefa do GQ pode ampliar-se de inspeção do produto até o controle do processo, desenvolvimento do produto, serviço de venda e pós - venda e planejamento do produto.

O IVº estágio do GQ é o estagio da inovação, pois criatividade e novidade são indispensáveis pelo proativismo. Isso permeia toda a cultura da empresa, alimentando-a com a audácia da inovação.

Observe-se que segundo os autores, estes quatro estágios não excluem entre si, mas cada um baseia-se no resultado do precedente. O conceito enfatizado neste trabalho é particularmente

importante, pois indica claramente a necessidade de expansão do conceito de qualidade à todas as funções e ações que constituem o projeto. De fato, a antiga limitação dos conceitos qualitativos não se demonstra suficiente para conferir sucesso à este último.

Verifica-se, de fato, que qualidade é o pressuposto de todas as fases do projeto, desde a procura da oportunidade até o planejamento do sucateamento após obsolescência do produto.

2.2.4.5. NEWMAN e ANNE, (1991), no trabalho: **Multifunctional equipment design teams**, relatam que as equipes de projeto de equipamentos multifuncionais, parecem produzir melhores resultados na produção de projetos on-line, on-time e respeito aos programas internos, das equipes tradicionais.

Este trabalho examina os resultados das pesquisas executadas sobre várias questões conseqüentes a manufatura com tecnologia avançada. Sobre as mais amplas estatísticas, o trabalho visa especificamente a composição das equipes, a influência dos fatores humanos e os resultados dos projetos conseguintes. O conceito não é novo, pois resulta simplesmente uma confirmação de quanto proposto na obra de PETERS, (1989). Apesar de não minimizar a eficácia do trabalho em equipes, acha-se porém que este conceito não pode constituir um axioma inabalável, pois o trabalho em equipes oculta o grave perigo da redução de responsabilidade individual.

2.2.4.6. RICHARDSON, COPELAND, WHEELER, (1991) no trabalho: **Obstacles to shop-floor CNC programming in the United States**, demonstra como seja possível uma redução dos custos até o 40% através o redesenho dos projetos técnicos, baseado na introdução de novos conceitos de automação e tecnologia das informatizações. Foram usados os *DCS* (Distributed Control Systems), o *MRP II* (Manufacturing Resource Planning) e o *PC network*. Demonstra também como, nas organizações dirigidas com sistemas proativos, as práticas participativas levam a resultados decisivamente superiores.

Não ha dúvida sobre a extrema eficácia competitiva das organizações regidas por sistemas proativos, cujas características incluem efetivamente conceitos de automação e de informatização não somente no sistema de manufatura do qual faz parte a engenharia de projeto, mas também em todas as outras áreas, necessariamente totalmente integradas. Esta necessidade é efetivamente a "condicio sine qua non" para que uma empresa possa ser denominada de proativa.

2.2.4.7. STAM, KUULA, MARKKU, (1991), no trabalho: **Selecting a FMS using multiple criteria analysis**, descrevem um esquema de blocos apto ao suporte visual de

decisões interativas desenhado para auxiliar o manager, típico do top management, para selecionar o desenho mais apropriado para planejar um sistema flexível de manufatura (SFM)

2.2.4.8. SUH, (1995), no trabalho: **Axiomatic Design of Mechanical System**, traça uma metodologia de projeto baseada em axiomas adequados a concepção do produto correto ou com determinadas probabilidades de falhas. Pressupondo no modelo axiomático a existência de quatro grupos de atividades denominados "domínios", (Do consumidor, Funcional, Físico e Do Processo), os axiomas seriam os seguintes:

2.2.4.8.1. Axioma da independência: Manter a independência dos requisitos funcionais.

2.2.4.8.2. Axioma da informação: Minimizar os conteúdos de informação.

A metodologia epigrafada não resulta ser muito bem aceita pela apresentação de pontos obscuros especialmente sobre a determinação dos domínios, além disso, a imposição de axiomas num campo tão abrangente e influenciável por uma enormidade de fatores não sempre facilmente detectáveis, parece uma aberta contradição.

2.2.4.9. URBAN e HAUSER, (1993), no texto **Design and Marketing of News Product**, detalham cada passo a ser dado desde a procura da oportunidade até a problemática da distribuição do produto.

Observa-se que neste texto bastante ênfases é atribuída à diferença comportamental entre o carácter da empresa reativa e a sua antagónica, a proativa. Outro assunto tratado em profundidade é a característica da vida do produto, junto aos fatores que a regulam. São também muito apreciáveis os cálculos de viabilidade e as sistemáticas de programação ligadas à configuração do produto.

2.2.4.10. YOSHIKAWA, (1989), no trabalho: **Design Philosophy: The State of the Art**, estabelece um conjunto de conceitos básicos que possam constituir uma teoria de projeto. Nesse estudo, as metodologias foram categorizadas em escolas de filosofia de projeto assim classificadas: Escola semântica, escola sintática, escola historicista, escola psicológica e escola filosófica. Os abordagens das primeiras duas escolas, não são contraditórios mas complementares. A historicista baseia-se sobre o total conhecimento disponível sobre o assunto. As ultimas duas, tratam somente com alguns aspetos específicos do processo de projeto.

CAPÍTULO 3

REVISÃO DAS METODOLOGIAS ORGANIZACIONAIS

3.1. O projeto como função da organização do sistema de manufatura

Os especialistas de organização industrial, sempre afirmaram que, em se tratando de organizações, não tem sentido se exprimir em termos absolutos de melhores ou piores, pois cada caso é um caso.

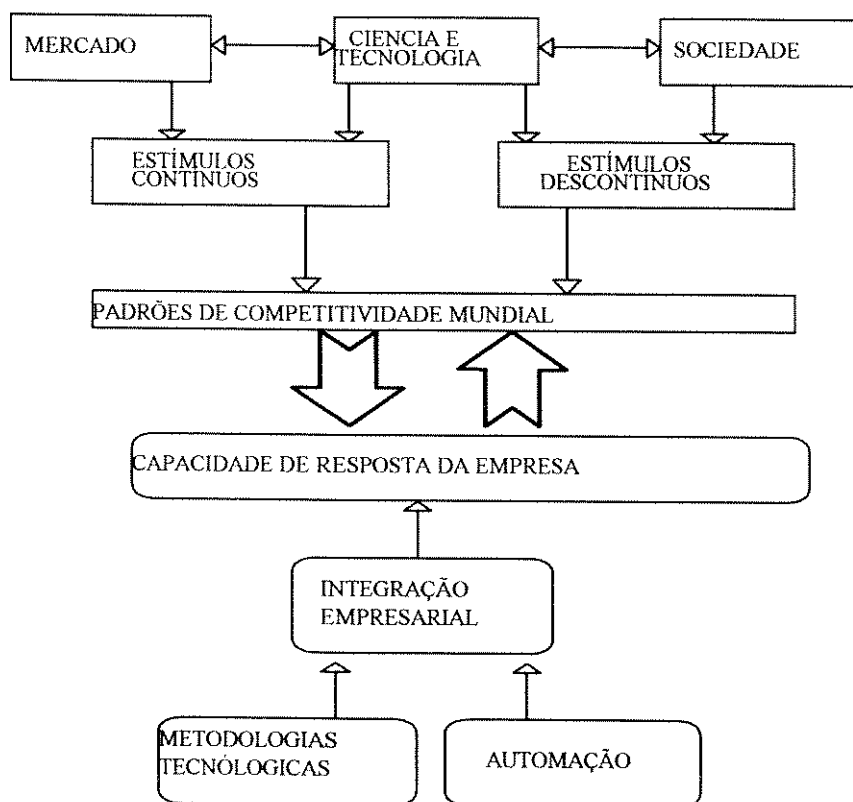


Fig. 3-01, interrelação entre as diversas variáveis do modelo de competitividade. (Agostino, 1996)

Várias foram as tentativas de definir a configuração do setor técnico de projeto na empresa, mas pequenos foram os sucessos conseguidos, apesar dos esforços de muitos tecnólogos experientes em matéria. A razão dos mornos resultados, deve-se atribuir à não ser

possível delinear uma base comum na organização dos sistemas, pois isso depende da localização na qual se encontra a empresa no espaço de desenvolvimento da própria atividade.

O projeto, e para tanto todo o relativo sistema organizacional, depende da postura da empresa, que filtra o estímulo externo e reage conseqüentemente de maneira reativa ou proativa. Esquemáticamente, o sistema de interação acima pode ser representado pelo modelo visível na fig.3-01 acima, que indica bastante claro como a competitividade da empresa depende substancialmente do nível de automação e das metodologias tecnológicas implantadas e da integração.

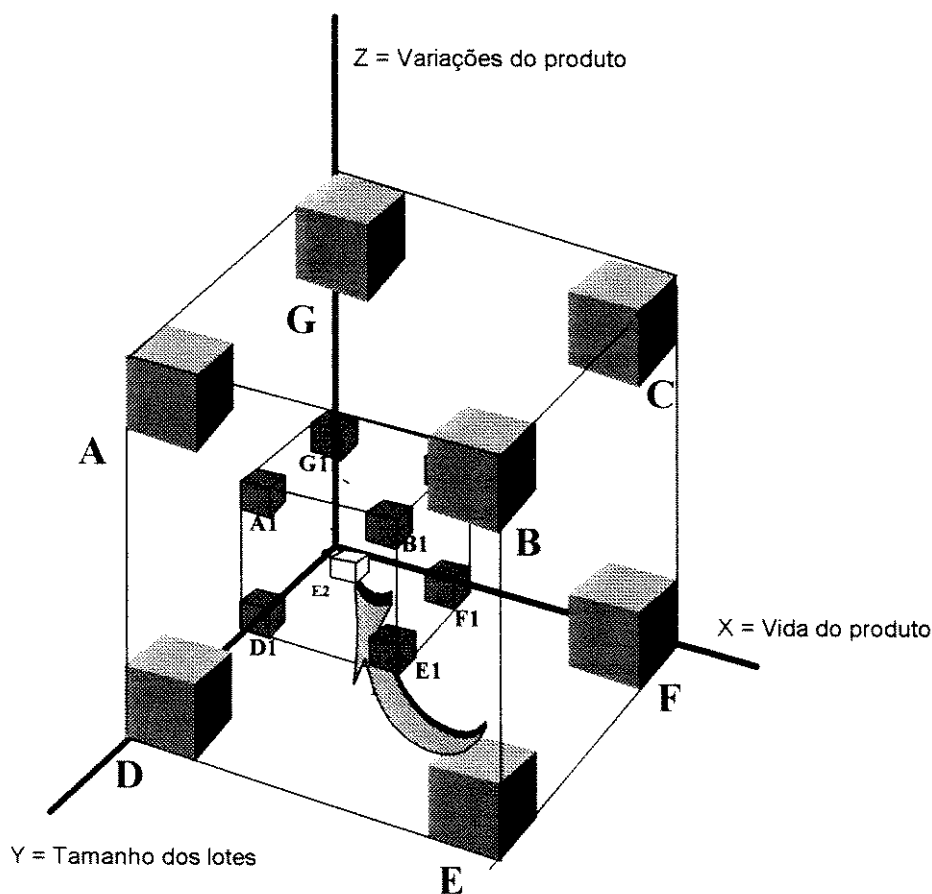


Fig. 3-02, localização das empresas no espaço de desenvolvimento
(Agostino, (1996)

Agora, o tipo de sistema organizacional será diferente segundo a posição da empresa no próprio **espaço de desenvolvimento**, que doravante, para simplicidade, será indicado com (ED).

O ED é um modelo gráfico espacial (fig.3-02), cujas coordenadas são definidas pelos seguintes parâmetros:

- **Vida do produto**
- **Variações e diversificações**
- **Tamanho dos lotes em fabricação**

O modelo resulta bastante indicativo da posição e da tendência de desenvolvimento que definem a empresa. De fato, segundo as características do conjunto de negócios definidos pela própria **missão**, é possível localizar a empresa no modelo. O exame do **ED** resulta extremamente útil também para projetar as tendências que a solicitarem no futuro.

Devido á esta posição relativa, pode-se definir suficientemente exato o tipo de sistema organizacional necessário pela empresa em exame. Como resulta das considerações precedentes, os fatores de influência solicitantes podem ser perfeitamente definidos pelas relativas coordenadas.

Evidentemente, cada empresa é estruturada em função da própria missão, e para tanto condicionada pelas características dos produtos produzidos. Isso significa que apesar das pressões causadas pelos estímulos externos, o projeto de novo produto é fortemente condicionado pela estrutura interna moldada pelos precedentes projetos. Este condicionamento comporta-se como uma massa inercial difícil de ser removida.

Na figura representante o **ED**, distingue-se as posições características de uma série de empresas de diferente comportamento: os blocos A,B,C,D,E,F e G, correspondem à sete estereótipos de comportamento, a seguir indicados.

- A) Empresas caracterizadas por lotes de grande tamanho, alta diversificação e curta vida dos próprios produtos. Casos típicos das editoras de cotidianos, revistas, etc.. Este grupo é caracterizado por automação rígida e rápido "Set-Up".
- B) Empresas caracterizadas por lotes de grande tamanho, alta diversificação e longa vida dos próprios produtos. Casos típicos dos grandes grupos industriais que existiram no pleno desenvolvimento da era industrial (anos 1930-1960). Caracterização devida á automação rígida, alta diversificação dos produtos devida à extrema verticalização e rápido "Set-Up" pela descentralização fabril.
- C) Empresas caracterizadas por lotes de pequeno tamanho, alta diversificação e longa vida dos próprios produtos. Casos típicos das produtoras de máquinas operatrizes super especializadas. Neste grupo, a organização tecnológica conseguiu grandes avanços com a adoção das teorias de grupos tecnológicos, a estruturação em famílias, a implementação de células de automação flexível etc..
- D) Empresas caracterizadas por lotes de grande tamanho, baixa diversificação e curta vida dos próprios produtos. Este grupo inclui os produtores de bens de consumo não duráveis, como eletrodomésticos, produtos alimentícios altamente perecíveis (Pão, laticínios etc..). A característica é automação rígida, demorado "Set-Up".
- E) Empresas caracterizadas por lotes de grande tamanho, baixa diversificação e longa vida dos próprios produtos. É o caso típico das produtoras de Autoveículos dos anos 1930-1960. Automação super rígida, longo "Set-Up".

- F) Empresas caracterizadas por lotes de pequeno tamanho, diversificação quase nula, e longa vida dos próprios produtos. Casos típicos são as empresas produtora de ferramentas e dispositivos, onde cada produto é um caso raramente repetível.
- G) Empresas caracterizadas por lotes de pequeno tamanho, altíssima diversificação e curta vida dos próprios produtos. Casos típicos são as empresas de alta costura, onde cada produto é um caso absolutamente não repetível.

De quanto acima, pode-se determinar a posição ocupada pela empresa no próprio ED, trâmite o relativo sistema de coordenadas. Assumindo os índices de vida do produto, tamanho dos lotes e diversificação, variáveis de zero à dez, cada localização é determinada por uma coordenada tridimensional do tipo:

$$L=(x,y,z)$$

Assim sendo, os vários grupos acima examinados, terão as coordenadas a seguir:

Grupo	Coordenada
A	(0,10,10)
B	(10,10,10)
C	(10,0,10)
D	(0,10,0)
E	(10,10,0)
F	(10,0,0)
G	(0,0,10)

Com esta definição, além da localização, pode ser determinada também a tendência assumida no desenvolvimento para qualquer empresa.

Por exemplo: as produtoras de autoveiculos, que nos anos 30-40, localizavam-se aproximadamente no ponto P1 = (10,10,0), hoje em dia localizam-se em volta do ponto P2 = (6,6,3) e apresentam tendência de alcançar um novo ponto na proximidade de P3 = (2,2,6).

No modelo ED, o mapeamento dos vários setores merceologicos permite a determinação das diferencias dos relativos sistemas organizacionais e das relativas tendências de desenvolvimento. Na tabela N.3-01, são visíveis as localizações e relativas tendências, por uma série de 26 tipos de empresas industriais.

Também se a tabela cima representa somente uma pequena fatia do universo industrial, é evidente que as tendências globais resultam apontadas ao alvo de encurtamento da vida e dos lotes dos produtos versus um notável incremento de diversificação dos produtos.

Isso inevitavelmente produz um indesejável efeito de incremento da complexidade em todos os níveis industriais, em particular modo no sistema de projeto dos produtos.

Face o encurtamento da vida, o incremento de diversificação e as necessidades de inovação, as empresas industriais estão atualmente reagindo com posturas decididamente proativas, adequando os próprios sistemas de manufatura. Entretanto, o espantoso incremento de complexidade ainda não tem resposta nos departamentos de projeto.

Tab.3-01, Mudanças de coordenadas das empresas, em função do desenvolvimento,(S.I.V.,arquivo)

Ref	Tipo de empresa	Passado	Atualidade	Futuro
01	Siderúrgica de 1ª transformação	10-10-00	08-07-03	06-05-08
02	Fundição de autopeças	10-10-02	03-03-06	01-00-10
03	Fund. de peças pesadas	10-02-05	08-01-06	04-00-07
04	Máquinas operatrizes tradicionais	10-03-02	05-02-05	02-00-08
05	Máquinas especiais de alta precisão	10-00-03	03-00-05	00-00-08
06	Máquinas de CNC	10-02-02	05-02-05	02-00-10
07	Equipamentos industriais	10-00-10	07-00-10	04-00-10
08	Motores elétricos	10-10-02	10-10-02	10-10-02
09	Motores e bombas hidráulicas	10-10-00	08-08-02	04-03-06
10	Componentes mecânicos p/ automação	05-05-02	05-05-04	00-02-10
11	Componentes mecânicos vários	07-03-04	05-02-07	02-01-10
12	Eletrodomésticos	10-10-00	05-07-03	01-04-10
13	Pequenos utensílios	06-08-04	03-07-05	02-05-10
14	Brinquedos	04-10-02	01-07-05	00-04-10
15	Autoveiculos leves	10-10-01	05-05-05	01-01-10
16	Autoveiculos de transportes coletivos	10-06-01	06-06-02	02-03-06
17	Ferrovias	10-02-00	08-02-01	05-02-06
18	Aviões de longo alcance	10-02-02	08-04-04	06-02-05
19	Aviões de curto alcance	10-04-03	08-04-05	03-02-08
20	Navios de carga	10-01-00	10-03-04	10-03-06
21	Navios de transportes coletivos	10-00-00	07-00-03	07-00-01
22	Hardwares p/ informatica	05-03-00	02-06-06	00-08-02
23	Softwares p/ informatica	05-05-03	03-05-06	00-07-10
24	Outros eletrônicos	07-07-03	02-05-07	00-06-10
25	Vestiários	02-10-07	00-03-08	00-00-10
26	Moveis	10-06-03	05-07-07	02-07-10

3.2. PRINCIPAIS METODOLOGIAS DE PROJETO USADAS NOS SISTEMAS DE MANUFATURA ATUAIS.

Excetuadas as sistemáticas para otimização da sequência de processo, poucas são as metodologias efetivamente adotadas nos departamentos de projeto para auxiliar a concepção dos produtos. Os sistemas computadorizados CAD (computer aided design) e CAM (computer aided manufacturing), são ótimas ferramentas de análise e otimização dos resultados, mas ainda não conseguem auxiliar o projetista na fase de concepção. Uma ferramenta que pelo contrário apresenta aspectos interessantes durante o ato criativo, é a tecnologia de grupo, cujas aplicações encontram favoráveis apreciações por parte de muitas empresas. Esta técnica encontra muita aprovação principalmente pela procura de limitar as "fantasias artísticas" de muitos entre os projetistas, sendo este um dos aspectos negativos que habitualmente inutilizam as tentativas de normalização dos componentes.

3.2.1. A Tecnologia de Grupo

A procura de agrupar peças mecânicas em grupos tecnologicamente similares, desde os primeiros anos deste século, FLANDERS, (1925), inspirou os trabalhos de KIMBALL & MORSE, (1954), de MITROFANOF S.P., (1958) e de OPIZ H., (1967), que pousaram as bases da **Tecnologia de Grupo (TG)**.

Esta metodologia foi concebida inicialmente por SOKOLOVSKY na sua procura específica de usar os ferramentais não singularmente para cada peça específica, mas para uma série de peças similares.

A (TG) foi sucessivamente desenvolvida a nível de doutrina por MITROFANOF S.P., (1958), na sua proposta de realizar famílias de particulares, mediante a definição de uma peça que reúne todas as superfícies elementares que aparecem nos vários particulares que constituem a família. Com este enfoque, a fabricação de um dispositivo para executar uma determinada usinagem em uma das peças da família, poderia ser projetado para permitir a mesma usinagem de todos os componentes a família.

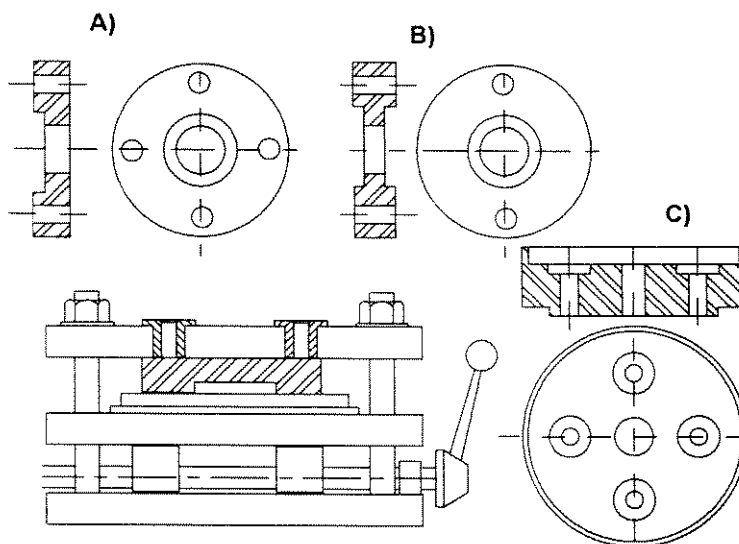


Fig. 03, exemplo de ferramental p/ usinagem de uma família de produtos

Para esclarecer o conceito, na fig. 3-03 é representado um dispositivo de furação e rosqueamento, que permite usinar as diferentes peças, indicadas com A), B) e C) que, também se aparentam diferenças de forma, constituem uma família segundo o conceito de MITROFANOF S.P., (1957).

Neste enfoque, um projeto mecânico deveria ser executado tomando como base elementos caracterizados por um mínimo número de diferentes usinagens, pois isso minimizaria não somente os custos de construção dos ferramentais e dos estoques das ferramentas, mas também reduziria o "Set-Up", o tempo de fabricação e principalmente os percursos de "Lay-Out". O conceito embasa efetivamente toda a estrutura da TG, tecnologia que foi amplamente adotada desde a fim dos anos 60 na procura da máxima produtividade.

3.2.2. O código Opiz

Não muito diferente dos pressupostos de MITROFANOF S.P., (1958), a prospectiva de OPIZ H., (1967), foi aquela de encontrar um código de classificação dos desenhos, tendente à evitar a proliferação de projetos de peças diversas entre si somente por pequenas e pouco significativas diferenças não funcionais.

A preparação de um código que define, por um prisma tecnológico, os particulares que o constituem, tem como objetivo a distribuição estatística das peças a ser fabricadas com máquinas ferramentas. A estrutura do código OPIZ H., (1967), baseia-se sobre a análise da tipificação dos particulares segundo duas grandes classificações:

- **Peças rotacionais.**
- **Peças não rotacionais.**

As conclusões, foram as seguintes:

- **Resultou que, segundo a classificação acima, a divisão percentual dos particulares é pouco variável, independente dos tipos de produtos.**
- **A percentagem das peças rotacionais *versus* as não rotacionais resultou se aproximar respectivamente à 70 e 30%.**

Tais conclusões foram confirmadas por uma pesquisa similar executada na Checoslováquia por Koloc J. (1964).

Na fig. 3-04 é visível a estrutura do código OPIZ H., (1967). As características básicas deste código são as seguintes:

- 3.2.1. O sistema é apto a ser utilizado no sentido geral, sendo resultado de estudos feitos sobre peças submetidas à usinagens diversificadas.
- 3.2.2. As classes nas quais é articulado o código, foram determinadas com bases estatísticas sobre particulares de diferentes produtos.

- 3.2.3. O código é articulado em duas partes separadas, a primária de cinco dígitos e a secundária de quatro dígitos.
- 3.2.4. Os primeiros cinco dígitos (de 0 à 5) da primária pertencem as peças rotacionais, e os sucessivos cinco (de 6 à 9) pertencem as não rotacionais.
- 3.2.5. Todos os outros dígitos da primária podem variar entre 0 e 9.
- 3.2.6. O segundo dígito do código primário indica a forma principal, o terceiro dígito indica a usinagem das superfícies de rotação, o quarto a usinagem das superfícies planas, o quinto dígito os furos auxiliares, os dentes e as conformações do material.
- 3.2.7. Os quatro dígitos do código secundário indicam respectivamente: características dimensionais, de material, de forma do bruto e das precisões.
- 3.2.8. O sistema não prevê subclasses e apresenta-se como esquema rígido e preestabelecido. Cada dígito possui significado unívoco. O código é para tanto perfeitamente apto a ser usado via computador.

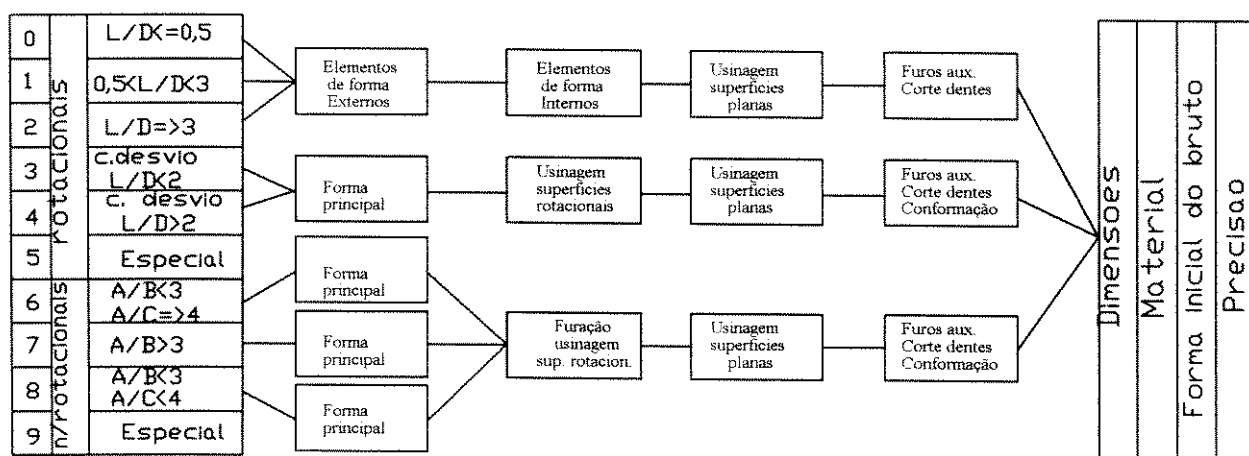


Fig. 3-04, estrutura de código, OPIZ, H, (1967)

Os conceitos gerais que embasam a estrutura do código primário do Prof. OPIZ H., (1967), em particular referidos aos aspectos dos particulares rotacionais, são os seguintes:

- 3.2.2.I. Os parâmetros definidos para as peças rotacionais, são o diâmetro (D) e o comprimento (L) e a subdivisão das primeiras três classes (0-1-2) é conseguida mediante as relações L/D . Para estas classes utiliza-se a mesma classificação usada nas quatro sucessivas posições do código. Por exemplo, o número de código 0000 para ditas posições indica que a peça que apresenta relação $L/D < 0,5$ falta de elementos de forma, falta de furos, falta de usinagem superficial, falta de outras furações.
- 3.2.2.II. As classes 3 e 4, incluem os particulares rotacionais que possuem desvios e que apresentam respectivamente $2 > L/D$ e $L/D > 2$. As sucessivas quatro posições, possuem uma correspondência relativa as quatro sucessivas das classes 0, 1 e 2. Note-se por

exemplo que o 2 e o 5 no terceiro dígito evidenciam sempre a existência de uma rosca, independentemente da classe inicial 0, 1, 2, 3 ou 4 que seja.

3.2.2.III. Os particulares não rotacionais (classe 6, 7, e 8), subdividem-se mediante o segundo dígito do código que indica a forma principal nas peças chatas, compridas ou espessas. As sucessivas três posições indicam uma classificação comum.

3.2.2.IV. As classes 5 e 9 classificam os particulares especiais respectivamente rotacionais e não rotacionais ou de uso específico para cada empresa.

É característica do código Opiz, a correspondência entre a complexidade da peça e o aumento do valor numérico do código.

A vantagem conseguida com a adoção deste código, pode ser resumida pelas considerações a seguir:

- Menor número de desenhos produzidos, com conseqüente redução do número de particulares componentes.
- Facilidade de identificação dos particulares padronizados e/ou possíveis a ser padronizados.
- Facilidade de formação dos grupos de peças que apresentam processo tecnológico similar.
- Possibilidade de padronização de vários ciclos de processo, e/ou uso de padrões facilmente modificáveis.
- Padronização de ferramentais, e/ou uso de padrões com leves modificações.
- Maior facilidade para conferir adaptabilidade as máquinas operatrizes respeito as características dos vários particulares do mesmo grupo.
- Melhor facilidade de elaboração dos dados relativos aos particulares, com conseqüente maior facilidade de programação da produção.

Na linha traçada por MITROFANOV, (1958) e pelo Prof. OPIZ H., (1967), muitas empresas adaptaram os próprios sistemas de classificação na finalidade de conseguir incrementos de produtividade com adoção da TG, entre várias, é interessante examinar a seguir o sistema desenvolvido pela BRISH Co.

3.2.3. O código Brish

O sistema de classificação Brish, RUGGERI, (1971) é um sistema decimal concebido de tal forma para satisfazer os seguintes pressupostos fundamentais:

3.2.3.1. Conseguir unicidade de posição para cada elemento da classificação

3.2.3.2. Ser facilmente inteligível também para funcionários não especializados no assunto

3.2.3.3. Apresentar extrema simplicidade na lógica de base, para eliminar ambigüidade de interpretação.

O plano da codificação, representado na esquematização a seguir, é baseado sobre a lógica das atividades e recursos da empresa: materiais (materiais, ferramentas, máquinas, serviços) e intelectuais (desenhos, documentos, registros). O sistema geral prevê dez grandes classes relativas à produção de qualquer empresa, ou seja:

Classe	Discriminação	Baseada em
0	Organização e Operações	Como produzir ?
1	Materiais primários	Da onde produzir ?
2	Partes de procedências externas	
3	Particulares desenhados	O que produzir ?
4	Grupos e produtos	
5	Ferramentas	Com que produzir ?
6	Máquinas	
7	Serviços	Com ajuda de que ?
8	Refugos	Eliminação de
9	Reserva	

O número de código Brish é de tipo decisional, e pode ser perfeitamente adaptado à qualquer exigência, resultando assim bastante flexível e extensível sem que seja necessário mudar a sua estrutura. Este código é composto por um número constante de algoritmos e não inclui letras. Normalmente é dividido em duas partes: a primeira indica a família e a segunda indica o particular. O sistema baseia-se sobre as observações a seguir:

- A forma da peça é normalmente constante no tempo. Entretanto, o processo ao qual é submetido o particular é variável no tempo (aperfeiçoamento de máquinas, ferramentas, ferramentais e processos).
- Para alguns particulares a forma pode ser menos importante da função ao qual é destinado, a

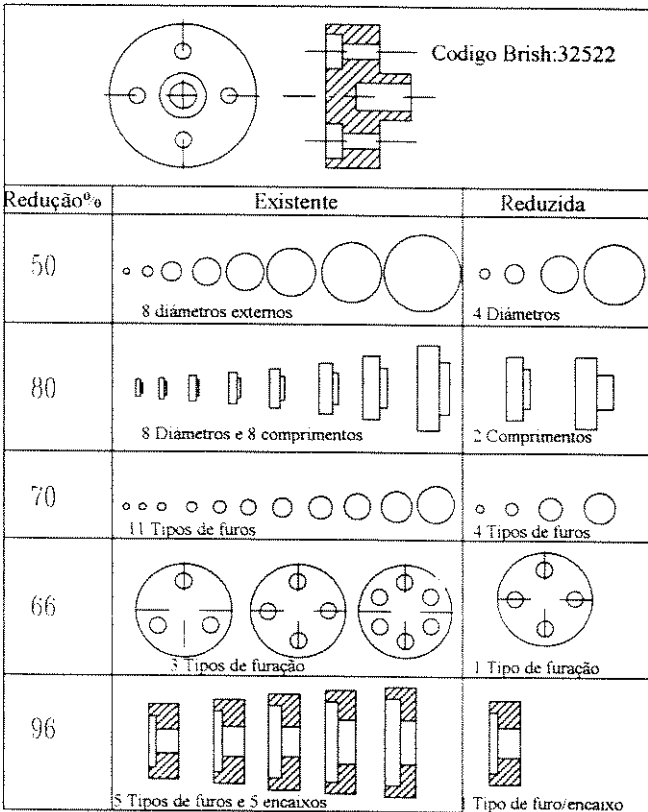


Fig. 3-05. representação de um particular segundo o codigo BRISH

codificação será para tanto baseada neste ultimo parâmetro.

As vantagens conseguidas com adoção do sistema Brish são as seguintes:

- Menor número de desenhos necessários a ser produzidos. De fato, antes de iniciar o desenho, o projetista pode rapidamente consultar todos os desenhos das peças similares, e usar peças já existentes evitando duplicadas.
- Evitar execução de desenhos, poupa tempo não somente ao projetista, mas também a todos os encarregados de processo, projeto de ferramentais, programação, etc.
- Facilitações no trabalho de normalização interna.
- Substanciais melhorias na programação da produção. É de fato possível reunindo os particulares similares, conseguir também trabalhos por grupos tecnológicos.
- Reduções significativas dos estoques.
- Possibilidade de elaboração do código via computador.

Na figura 3-05 pode ser observado um exemplo de aplicação do código Brish na redução da variedade de particulares e a relativa normalização interna. Na figura 3-06, é representada a classificação do particular N. 32522 observado na precedente fig. 3-05.

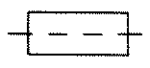
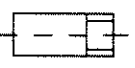
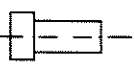
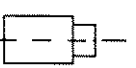
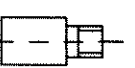
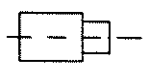
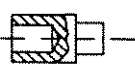
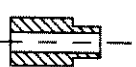
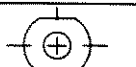
Classe	Particulares					
	30000					
Subclasse	Especificos	Axiais I	Axiais II	Chatos	Curvados	
	31000	32000	33000	34000	35000	
Grupos						
	32100	32200	32300	32400	32500	32600
Subgrupos						
	32510	32520	32530	32540	32550	
Série						
	32521	32522	32523	32524	32525	
Particulares (Número sequencial)						
		-001 -002 -003 -004				

Fig.3-06. estrutura da classificação BRISH

O processo de individualização do código a ser atribuído à um determinado particular (no caso presente o N. 32522-004), é como a seguir conseguido:

- Estabelece-se que trata-se de um "Particular" e por isso individualiza-se a Classe N.3.
- Individualiza-se a subclasse relativa. No caso o código N. 2 (Particulares axiais do tipo I)
- O grupo individuará o código N. 5 (Particulares axiais I de dois diâmetros).
- O subgrupo característico individuará o N. 2 (Furo central cego).
- A série especificará o código N. 2 (Quatro furos a 90°).

A família assim individualizada (Código N.32522), caracteriza um "arquivo", que reúne todos os particulares similares com as características acima especificadas. Todos estes particulares serão univocamente localizados por meio de um número seqüencial (No nosso caso o N. 004). Evidentemente o agrupamento de peças similares dentro de família de peças é a chave da implantação da tecnologia de grupo. O verdadeiro problema que deve ser resolvido, e ainda não existe um sistema universalmente aceito, é a determinação da *similaridade*. De fato, em fato de similaridade pode-se entender similaridade geométrica, ou de processo (total ou parcial), ou de qualquer outra função particularmente importante pela economia e/ou qualidade da produção. Nem podem ser menosprezados os importantíssimos aspectos de armazenagem, administração e distribuição, não sendo evidentemente aconselhável o uso de diferentes códigos. Teoricamente o código poderia ser formado por dezenas de dígitos, assim de especificar qualquer aspecto desejável para sucessivas elaborações.

Um código assim concebido, representaria porém um absurdo em termos práticos, pois na realidade empresarial, um código que supere os 8-9 dígitos envolve dificuldades de elaboração tão grandes de ser literalmente inviável.

3.3. REQUISITOS BÁSICOS DO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO.

Para implantar eficientemente a TG, o sistema de classificação e codificação, deve satisfazer à seguinte série de requisitos:

3.3.1. Abrangencia

Deve ser suficientemente abrangente, ou seja deve poder incluir todos os itens existentes em produção, sejam comprados ou fabricados. Ainda mais: a classificação deve abranger todos os itens existentes na empresa, incluindo os itens de patrimônio, pois sendo que todo contribui à transformação e venda, não é admissível qualquer exclusão.

3.3.2. Univocidade

O código deve ser absolutamente unívoco, pois deve caracterizar coisas que apresentem similaridades mas mutuamente excludentes.

3.3.3. Permanência

O sistema deve ser baseado em características facilmente identificáveis não submetidas à mudanças no tempo.

3.3.4. Especificidade

Deve ser desenvolvido para satisfazer as necessidades do usuário.

3.3.5. Flexibilidade

Deve ser concebido para permitir futuras expansões e mudanças tecnológicas.

3.3.6. Adaptabilidade

Ainda se um sistema de classificação e codificação poderia ser normalmente usado sem uso de computador, hoje em dia não é admissível que não seja usado para elaborações computacionais, para tanto deve ser adaptável ao processamento de dados.

3.4. SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BASEADO EM FAMÍLIAS TECNOLÓGICAS.

Para conseguir uma eficiente estruturação de codificação apta a satisfazer todos os requisitos acima, é básico determinar uma classificação de todos os recursos não somente pertencentes ao chão de fábrica (*Flow Shop*), mas abrangente todos o universo da empresa. Um sistema bastante eficaz, que o autor, como diretor desenvolveu e aplicou em várias indústrias, como as indústrias Romi SA, Beretta Spa e Papaiz Ltda, e que, com alguma adaptação, poderia satisfazer perfeitamente à qualquer tipo de empresa, é sumariamente descrito nos conceitos a seguir.

3.4.1. Para poder elaborar os dados via computador, é necessário um código bastante reduzido, sendo o ideal composto por 6 até o máximo 8 dígitos.

3.4.2. É porém também necessário que a codificação abrange todo o universo de insumos existentes na empresa, e ainda exista a possibilidade de descrever todas as características mecânicas, geométricas de processo etc.. dos elementos que o código individualiza.

3.4.3. É também necessária a possibilidade de:

3.4.3.1. Agrupar os indivíduos em famílias tecnologicamente similares.

- 3.4.3.2. Indivíduo facilmente os indivíduos que (inicialmente não agrupáveis), possam formar grupos padronizados e sucessivamente unificados.
- 3.4.3.3. Associar aos produtos fabricados, os relativos processos por sua vez padronizáveis.

Para satisfazer às exigência acima, o sistema baseia-se sobre o uso de uma classificação geral abrangente de todo o universo de insumos da empresa e um código associado, constituído por números chaves parcialmente significativo.

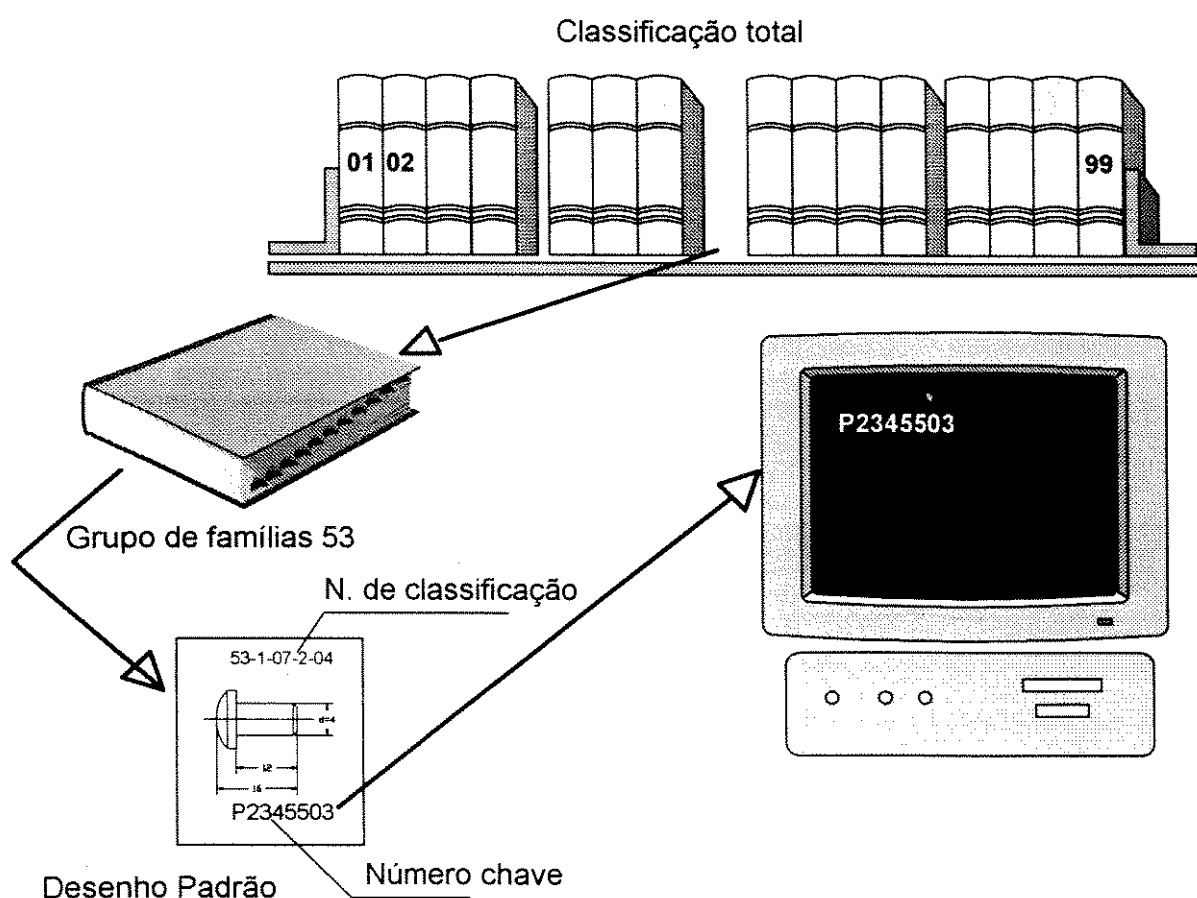


Fig. 3-07, modelo estrutural do sistema de classificação em famílias tecnológicas. Viviani, V., (1978)

A simbiose entre a classificação (que especifica totalmente todas as características do indivíduo, qualquer este seja), e o código (número chave de 8 dígitos), satisfaz todas as exigências acima.

O esquema funcional do sistema, é visível na fig.3-07 acima, e a seguir é relatada a sua aplicação, com os relativos resultados.

3.5. EXEMPLO DE CLASSIFICAÇÃO

3.5.1. Introdução à classificação

3.5.1.1. OBJETIVOS

Classificar parcial ou completamente todos os itens usados na empresa, para facilitar a identificação e a eliminação dos itens equivalentes. Classificar os itens com uma quantidade limitada de dígitos, de maneira que o código seja manuseável.

3.5.1.2. ESQUEMA DE CLASSIFICAÇÃO

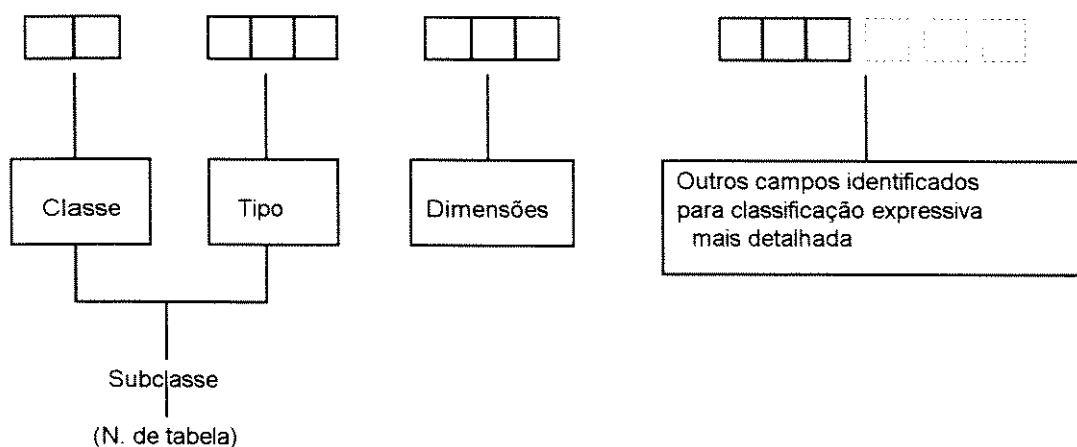


Fig.3- 08, significado dos dígitos, Viviani, V. (1978)

- *A subdivisão indicada é preferencial, porém não rígida. Por exemplo poderá haver casos em que o número de tabela será de 4 dígitos, sendo também o 5º utilizado para as dimensões.*
- *O significado do código das dimensões varia de caso em caso.*
- *Em certos casos poderá ser semi - seqüencial, no sentido que será dada uma numeração seqüencial aos itens de uma família, ordenados logicamente, deixando porém folgas entre um item e outro, quando há possibilidade potencial que um novo item, para ser classificado na mesma ordem, deva ser colocado entre aqueles.*
- *O significado de "mesmo código de 8 dígitos para dois itens diferentes", é que muito provavelmente, um dos dois itens pode ser eliminado.*

3.5.1.2.1. *Há classes em que a classificação é usada essencialmente para criar códigos expressivos de itens não freqüentemente comprados, cujo código é porém freqüentemente usado em processamento interno.*

Exemplo : codificação das máquinas operatrizes patrimônio da empresa, que serão classificadas na classe 75 e seguintes, cujo código é implantado com três dígitos alfabéticos na III, IV e V posições.

3.5.1.2.2. Fora do caso citado em 3.5.1.2.1, é aconselhável usar dígitos numéricos nas primeiras cinco posições.

3.5.1.3. NÚMERO DE TABELA

- *A classificação dá resultado muito significativo somente a partir do momento em que os itens são catalogados, e os catálogos distribuídos aos usuários.*
- *Os catálogos são compostos por tabelas de tipo homogêneas de itens, precedidas por um índice visual onde for possível.*
- *Por isso o número de tabela, geralmente composto dos primeiros 5 dígitos, é essencial para a identificação rápida do item que, quando classificado em tabelas, deveria ser indicado com número chave e número de tabela.*

3.5.1.4. APLICAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO

3.5.1.4.1- A classificação será aplicada até onde definida.

3.5.1.5. COMPOSIÇÃO DO MANUAL DE CLASSIFICAÇÃO

O manual de classificação é composto por uma série de Normas Técnicas Internas (NTI), das quais indica-se a seguir, algumas entre as mais significativas.

NTI 10.001 - Introdução à classificação

NTI 10.002 - Quadro resumo da classificação

NTI 10.003 - índice alfabético

NTI 10.010 - Atribuição dos números - chaves

NTI 11.000 - Quadro de classificação em 3 dígitos, divididos em grupos de 10 classes.

Cada quadro de classificação em 3 dígitos, e seguido pelos índices visuais, onde existirem, numerados pela classificação.

Exemplo :

NTI 11.400 é seguida pelos índices visuais:

480, concernente as tabelas de 48001 até 48099

481, concernente as tabelas de 48101 até 48199

3.5.2. QUADRO RESUMO DA CLASSIFICAÇÃO

- 01-07 *Matéria-prima*
- 08 *Tubos flexíveis hidráulicos e similares*
- 09-11 *Livre*
- 12-13 *Combustíveis, lubrificantes, tintas etc...*
- 14-15 *Madeira, materiais para transporte e embalagem.*
- 17-18 *Materiais e produtos para construção civil*
- 21-22 *Papelaria, livros utensílios p/ escritório*
- 24-25 *Vestuário e materiais p/ uso doméstico*
- 26 *Materiais p/ drogaria e higiene*
- 27 *Máquinas e acessórios p/ limpeza e similares*
- 28-29 *Livre*
- 30-39 *Ferramentas.*
- 40-49 *Componentes elétricos, eletrônicos, hidráulicos e pneumáticos.*
- 50-55 *Componentes mecânicos comprados.*
- 55-63 *Componentes mecânicos fabricados internamente.*
- 63-69 *Produtos fabricados.*
- 69-70
- 70-72 *Dispositivos e componentes para.*
- 73 *Instrumentos de medição.*
- 74 *Gabaritos e acessórios p/ máquinas ferramentas.*
- 75-76 *Máquinas ferramentas.*
- 77-79 *Equipamentos auxiliares de produção e p/ movimentação e transporte.*
- 80 *Equipamentos para manutenção*
- 81 *Livre*
- 82 *Equipamentos p/ segurança*
- 83 *Equipamentos p/ tipografia e fotografia*
- 84-85 *Equipamentos elétricos p/ iluminação.*
- 86-87 *Equipamentos eletrônicos p/ processamento de dados.*
- 88 *Moveis e máquinas p/ escritório*
- 89 *Equipamentos para comunicação*
- 90 *Equipamentos p/ condicionamento, refrigeração e calefação escritórios, refeitórios etc.*
- 91 *Veículos e vários p/transportes*
- 92-97 *Livre*
- 98-99 *Terrenos e construções.*

3.5.3. ATRIBUIÇÃO DOS NÚMEROS - CHAVES

3.5.3.1. GENERALIDADES

3.5.3.1.1. *Na verificação de todos os insumos da empresa, a cada item classificado corresponde um número chave, segundo uma correspondência biunívoca.*

3.5.3.1.2. *Cada número chave, tem uma correspondência com um item da classificação geral.*

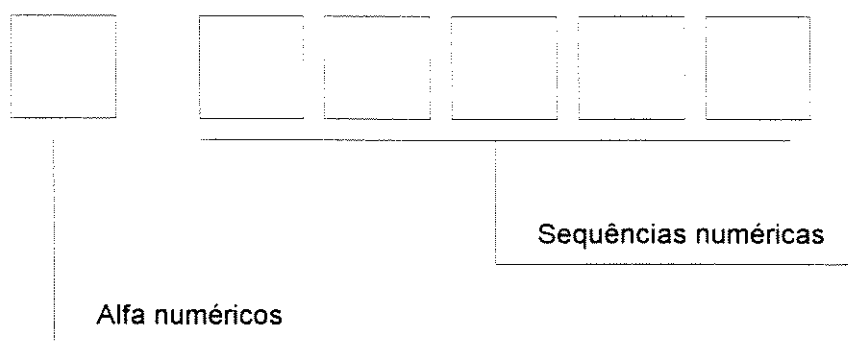


Fig. 3-09, atribuição dos números chave. Viviani, V. (1978)

3.5.3.1.4. Ditos números chaves são atribuídos aos itens classificados seguindo a sistemática descrita na NTI 10.011.

3.5.3.1.5. *Os números chaves são atribuídos pelo departamento de normas técnicas, a partir dos produtos inicialmente existentes.*

3.5.3.1.6. *Uma vez emitida cada classificação com os relativo a números chaves, além dos existentes nenhum número chave pode ser atribuído ou aberto sem a previa aceitação da Diretoria Geral, sendo que este implicaria na aceitação de fabricação, venda ou compra de item não previsto então proibido de existir na empresa.*

Para um melhor entendimento do funcionamento do sistema apresentado, pode-se a seguir observar, como a classificação funciona na atribuição do número chave à uma classe, em particular as classes N. 53 (Componentes mecânicos vários) e N. 63 (Componentes mecânicos fabricados).

3.5.4.COMPONENTES MECÂNICOS

3.5.4.1. OBJETIVO DA NORMA TECNICA.

Racionalizar e padronizar os insumos para produzir variedade de produtos com a minima variedade de peças, evitando a diversificação inútil, reduzindo os custos de provisionamento externo e interno, de estocagem e de obsolescência.

3.5.4.1.1. Objetivos colaterais não secundários, são as possibilidades de:

- 3.5.4.1.1.1. *Criar desenhos padrões.*
- 3.5.4.1.1.2. *Criar processos padrões.*
- 3.5.4.1.1.3. *Criar métodos padrões de inspeção.*
- 3.5.4.1.1.4. *Usar ferramentas unificadas.*
- 3.5.4.1.1.5. *Usar dispositivos fabricados com componentes e elementos unificados, reduzindo assim o Lead-Time e volume de atividades de preparação indiretas do trabalho com conseqüentes economias na:*
 - *Engenharia.*
 - *Métodos e processos.*
 - *Ferramentais.*
 - *Provisão de ferramentas.*
 - *Tempos totais de execução e Preparação.*

3.5.4.1.2. No âmbito da empresa, é função do setor tratar qualquer tipo de casos ou uso de itens, desde que haja receptividade. Porém, inicialmente, o campo de ação do setor será limitado às seguintes prioridades:

- 3.5.4.1.2.1. *Itens componentes do produto.*
- 3.5.4.1.2.2. *Itens auxiliares de produção: ferramentas, dispositivos, instrumentos de inspeção.*

3.5.4.2. INSTRUMENTOS

Os instrumentos impreteríveis são:

- 3.5.4.2.1. *Manual de classificação (Faz parte das abaixo citadas Normas Técnicas)*
- 3.5.4.2.2. *Catálogos.*
- 3.5.4.2.3. *Normas Técnicas.*

No que diz respeito aos catálogos de componentes, há quatro níveis de definição dos itens tratados:

3.5.4.2.1. Itens unificados.*(Trata-se de unificação interna à empresa que, também se adota elementos normalizados segundo normas DIN, SAE e ou ABNT, é diferente pelo adaptamento as exigências da empresa.)*

São os totalmente definidos, para quais sendo também definida uma gama de dimensões racionalmente escalonadas, é obrigatório escolher neste grupo os itens necessários. Os itens unificados possuem um código de 8 dígitos, com o significado a seguir:

- Classe: 1º e 2º dígito.
- Subclasse: 3º dígito.
- Família: 4º e 5º dígito.
- Dimensões: 6º, 7º e 8º dígito.

Os itens usados tem chave.

Os não usados não tem chave, que será dada somente à medida que os itens entrarão em uso.

Exemplo:

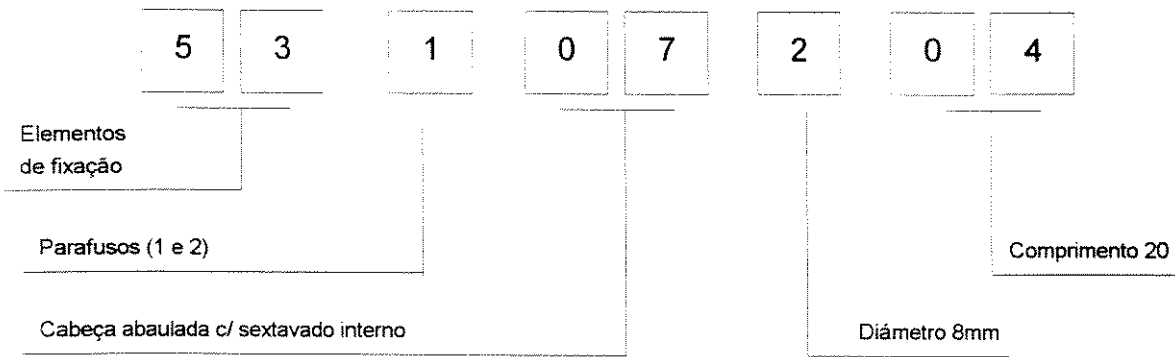


Fig. 3-10, exemplo de classificação de um parafuso. Viviani,V. (1978)

A dito elemento, sendo usado, deve corresponder um número chave de 6 dígitos, cujo primeiro é a letra (P) e os seguintes são sequenciais, reservados seguindo o esquema básico relatado na NTI-10.010 (Norma Técnica de atribuição de números chaves).

3.5.4.2.2. Itens padronizados.

Os itens padronizados possuem as seguintes características:

- *Pertencem às famílias identificadas com um número de 5 dígitos, cujo último não é zero.*
- *Um único desenho pode representar todos os indivíduos da família.*
- *Não é definida a gama de dimensões racionalmente escalonadas.*
- *Os itens são desenhados (por simples colocação das cotas no desenho) a medida que aparecem as necessidades.*

- ⇒ *Existe uma relação ordenada dos itens já desenhados.*
- ⇒ *Existe desenho padrão.*
- ⇒ *Existe o processo padrão.*
- ⇒ *Existe o método de inspeção padrão.*

3.5.4.2.2.1. *As famílias de itens padronizados são geralmente compostas de uma quantidade relevante de indivíduos.*

3.5.4.2.2.2. *Em alguns casos será possível a transformação da família de itens padronizados para família de itens unificadas.*

3.5.4.2.2.3. *A representação do item é como a seguir indicada:*

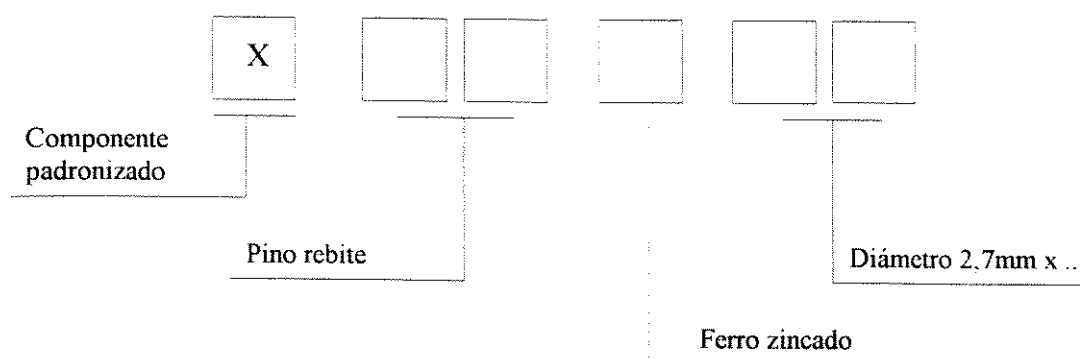


Fig. 3-11, classificação de um componente padronizado. Viviani, V. (1978)

neste caso, o número acima, que representa a classificação, identifica-se com o número chave.

3.5.4.2.3. Itens tipificados.

Quando há uma família como definida no ponto anterior, porém com quantidade de indivíduos não relevante (que portanto, chamaremos de "sub-família"), e há sub-famílias de itens análogos nas mesmas condições, todas estas famílias podem ser agrupadas em uma

única família identificada por um código de 5 dígitos. Os indivíduos possuem as seguintes características:

- Não pode existir um desenho padrão, pois o desenho de um indivíduo não representa corretamente todos os outros indivíduos.
- Existe uma relação não ordenada dos indivíduos componentes a família.
- Pode existir um desenho típico, útil como referência para desenhar novos indivíduos.
- Pode existir um processo típico.
- Pode existir um método de inspeção típico.

Quando a quantidade de indivíduos de uma das sub-famílias aumentar suficientemente a sub-família poderá ser separada e colocada nas condições das famílias de itens padronizados, definidas no ponto 3.5.4.2.2.

Exemplo:

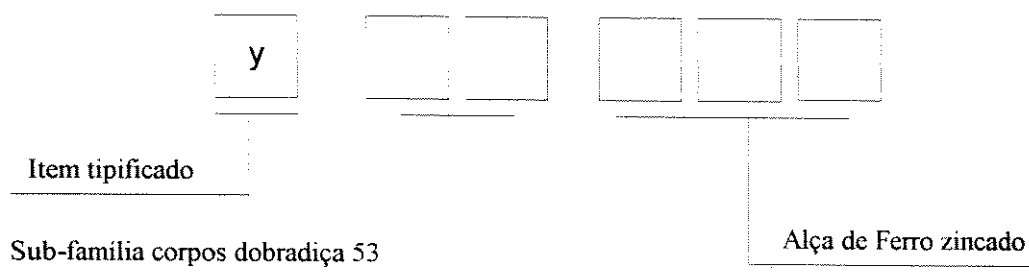


Fig. 3-12, classificação de um item tipizado. Viviani, V., (1986)

Também nesse caso o número acima, que representa a classificação, identifica-se com o número chave.

3.5.4.2.4. Itens com classificação incompleta.

São os itens que tem uma quantidade desprezível de itens similares. São classificados com (raramente 2) 3 ou dígitos expressivos, sendo iguais à zero os demais dígitos até o 5º.

⇒ Existe relação não ordenada destes itens.

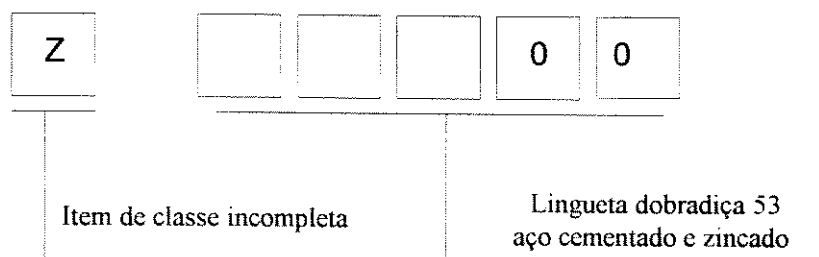


Fig. 3-13, classificação de um item de classe incompleta. Viviani, V. (1986)

3.5.4.2.4.1. *Revisões periódicas das famílias com código de 5 dígitos terminando com zero, poderão indicar grupos de itens a serem separados e tratados como itens tipificados.*

3.5.4.2.4.2. *A representação do item é indicada na fig. 3-13.*

Também neste caso, o número acima, número de classificação, identifica-se com o número chave.

3.6. INFLUÊNCIA DO PROCESSO PRODUTIVO NO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO.

Aos efeitos de correta aplicação da (TG), assumem particular importância as diferenças de processo produtivo. Estas, apresentando normalmente uma grande variedade em quanto à percursos de "Lay-Out", uso de máquinas e ferramentais, são de fato as maiores responsáveis pela geração dos altos custos de transformação. Sendo que a implantação da classificação e codificação, dirigida à (TG), normalmente é sucessiva à constituição da empresa, nasce a exigência de compactar em famílias os particulares até o momento fabricados.

Nesta finalidade, é de uso a adoção de uma codificação auxiliar, que será denominada codificação de serviço (CS), para conseguir um correto agrupamento das peças produzidas em famílias padrão. A (CS) é normalmente representada por um código expressivo constituído de um número bastante grande de dígitos quase sempre alfa-numéricos. De fato, o (CS) deve permitir a fácil individuação dos materiais, das formas e dos consequentes diferentes processos necessários à fabricação das peças. Isso apesar das diferenças as vezes não significativas.

Para exemplificar, a seguir é relatada a aplicação de um (CS) à série original de engrenagens, produzidas por uma fábrica de máquinas ferramentas, que foi agrupada em poucas famílias padrão.

3.6.1. APLICAÇÃO DO CÓDIGO AUXILIAR

O código é formado de 22 letras, cujo significado é o seguinte:

- A) Peças de revolução com engrenagem.
- B) Peças de revolução comprida I (árvores, pinhões etc..).
- C) Peças de revolução comprida II (varas, tirantes etc..).
- D) Peças de revolução de disco (tampas etc..).
- E) Peças de forma linear (alavancas, etc..).
- F) Peças de revolução complexa.
- G) Peças fundidas e caixas (cabeçotes, caixas de cambio etc..).
- H) Barramentos.

J) Parafusos de manobra e especiais.

L) Buchas e distancias.

M) Mancais.

Z)-

Este código é característico de cada Grupo.

Pelo Grupo A), em exame, possui o significado a seguir:

Iº dígito :

Específica a procedência do material, e é igual para todos os grupos.

IIº dígito :

Exprime o tipo de usinagem de corte de barra à corte de dentes, sendo identificados os ciclos a seguir:

0) Passagem em duas máquinas p/ corte de dentes.

1) Passagem em uma máquina p/ corte de dentes.

2) Fresagem frontal seguida de corte de dentes com duas máquinas.

3) Fresagem frontal seguida de corte de dentes com uma só fase.

.....

9) -

A) Furo central brochado com chaveta. Corte de dentes em 1 fase.

B) Furo central brochado com chaveta. Fresagem frontal. Corte de dentes em 1 fase.

C) Furo central brochado com chaveta. Corte de dentes em 2 fase.

D) Furo central brochado com chaveta. Corte de dentes com 2 fresas.

E) -

IIIº dígito :

Exprime o tipo de usinagem de corte de dentes até acabamento, sendo identificados os ciclos a seguir:

0) Não existe.

1) Cementar e temperar - Retificar dentes - Retificar furo - Retificar faces.

2) Cementar e temperar - Retificar dentes - Retificar furo.

3) Cementar e temperar - Retificar furo - Retificar faces.

4) Temperar p/ indução - Retificar dentes - Retificar furo - Retificar faces.

5) Temperar p/ indução - Retificar dentes - Retificar furo.

6) Temperar p/ indução - Retificar dentes.

7) Temperar p/ indução.

8) Cementar e temperar - Shaving - Retificar furo.

9) Temperar p/ indução - Retificar furo.

IVº dígito :

Exprime os diâmetros internos padronizados após operação de brocha. Cada número refere-se às duas faces diferentes assim determinadas:

1: Nos casos em que o IIº dígito for numérico (corresponde a brochadeira de estrias), teremos os significados a seguir:

A) - Φ 13

B) - Φ 16

C) - Φ 21

D) - Φ 23

Etc...

2: Nos casos em que o IIº dígito for alfanumérico (correspondente a brocha de chaveta) os significados a seguir:

A) - de 10 até 12 mm.

B) - de 12 até 17 mm.

C) - de 17 até 22 mm.

D) - de 22 até 30 mm.

etc...

Vº dígito :

Indica a forma externa básica de engrenagens com o significado a seguir:

A) - Engrenagem com cubo de 1 lado.

B) - Engrenagem com cubo cónico.

C) - Engrenagem com 2 cubos.

D) - Engrenagem com cubo e rebaixo (diâmetro).

E) - Engrenagem com cubo de um lado e prolongamento do outro.

Etc...

VIº dígito :

Indica os furos a seguir identificados:

A) Não existe.

B) Um furo na face.

C) Um furo rosqueado na face.

D) Dois furos a 180º na face.

E) Dois furos rosqueados a 180° na face.

Etc...

VIIº dígito :

Indica o modelo de engrenagem (módulo correspondente ao diâmetro maior), com o significado a seguir:

A) -1,000

B) -1,154

C) -1,250

D) -1,500

F) -1,557

G) -1,693

Etc...

Conjunto dos VIIIº e IXº dígito :

Indica o número de dentes:

01)- de 100 até 110 dentes

02)- de 111 até 120 dentes

.....

14)- de 351 até 400 dentes

.....

15)- indica 15 dentes

16)- indica 16 dentes

.....

99)- indica 99 dentes

Xº dígito :

Indica a largura máxima da peça, com a especificação a seguir:

A) -de 6 até 12 mm.

B) -de 12 até 20 mm.

C) -de 20 até 25 mm.

.....

X) -de 250 até 300 mm.

Y) -de 300 até *** mm.

Para cada peça que tenha igual número de código, existem três números sequenciais sucessivos, necessários para distinguir as peças das normas características.

Na fig. 3-15 a seguir, é visível a estrutura do (CS).

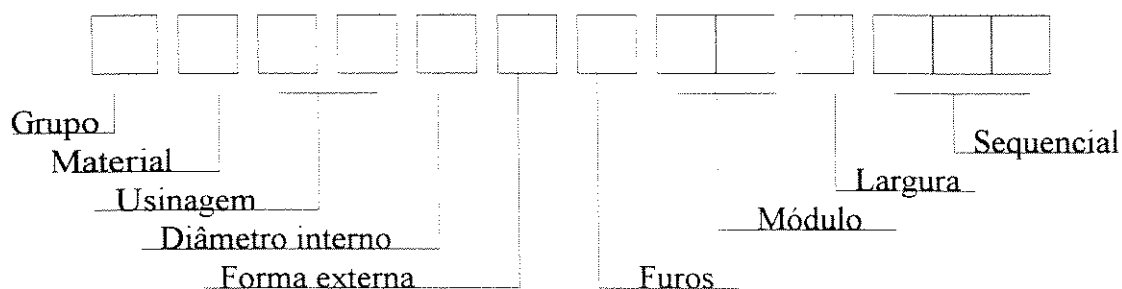


Fig. 3-15, estrutura do código de serviço. Viviani, V. (1978)

3.6.2. ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DAS PEÇAS CODIFICADAS

As análises efetuadas sobre a série completa dos tipos de engrenagens, indicam que os 345 tipos diferentes examinados, apresentaram as seguintes dispersões :

3.6.2.1. Materiais:

A análise indica que os materiais usados apresentam 7 tipos diferentes, distribuídos segundo a dispersão representada na fig. 3-16 a seguir.

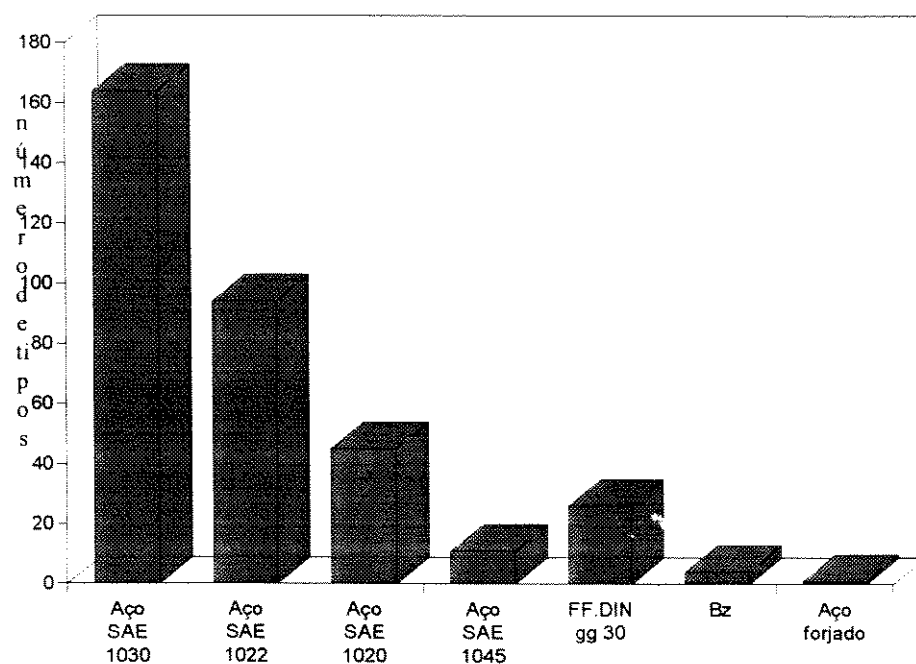


Fig.3-16, dispersão dos materiais. Viviani, V.,(1978)

3.6.2.2. Processos de usinagem:

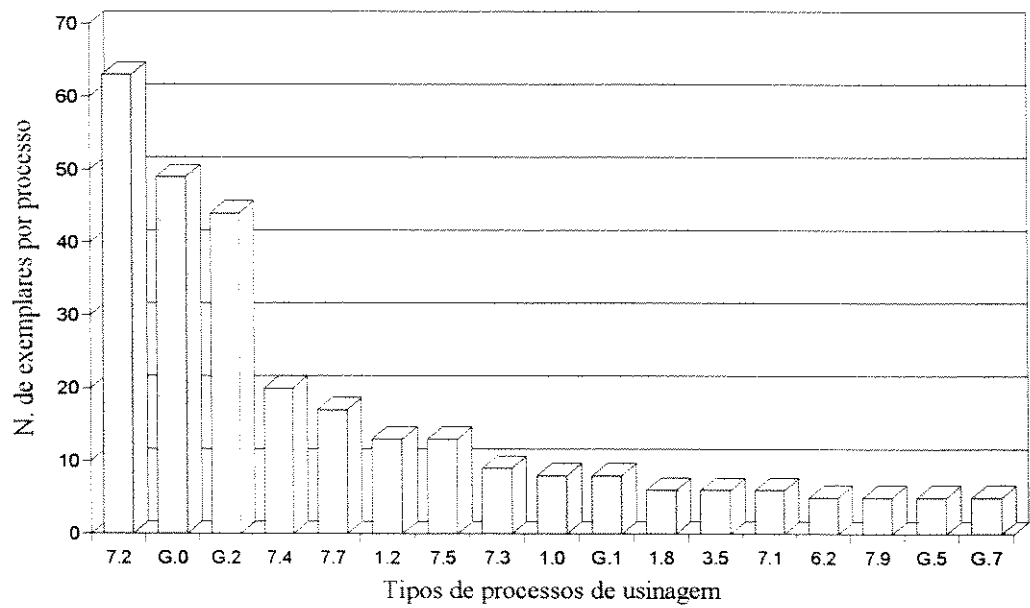


Fig. 3-17, dispersão dos processos de usinagem, VIVIANI, (1978)

A dispersão indica 45 processos diferentes de usinagem, grandes partes destes processos resultam aplicados a um número de peças inferior à 4. Não tomando em contas estes pequenos números, o histograma relativo apresenta o andamento visível na fig. 3-17.

3.6.2.3. Furos estriados:

A dispersão de uso de estrias para alojamento de árvores, apresenta uma distribuição concentrada em 12 tipos, dos quais somente 4 apresentam números inferiores à 5, sendo os outros variáveis entre 13 e 29. O gráfico relativo à dita distribuição, é visível na Fig.3-18.

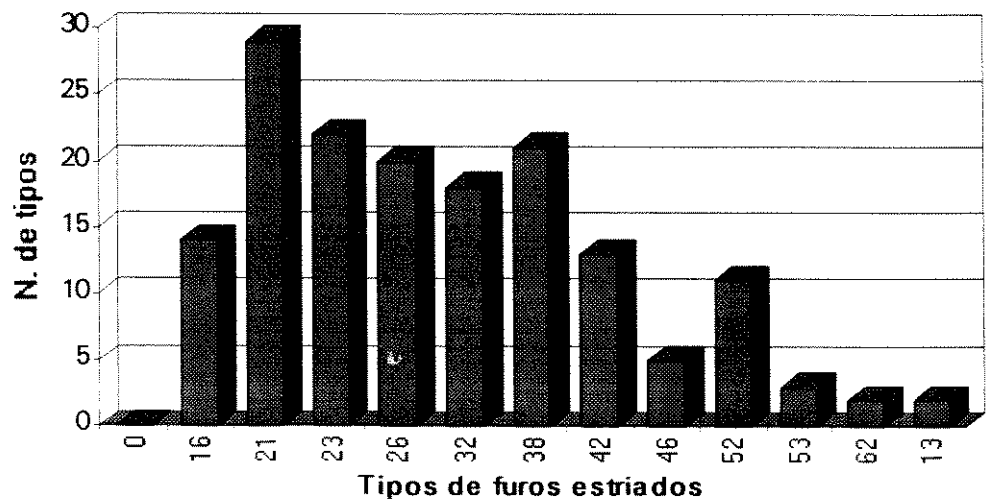


Fig 3-18, dispersão dos furos estriados, VIVIANI, (1978)

3.6.2.4. Furos p/ chaveta:

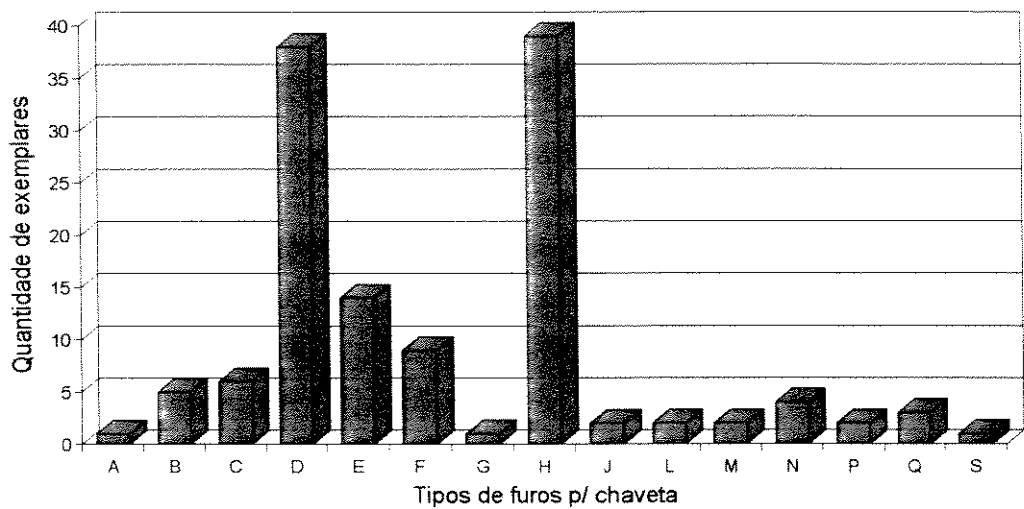


Fig. 3-19, dispersão dos furos p/ chaveta, VIVIANI, (1978)

Diferentemente do caso dos estriados, a dispersão dos furos para chaveta apresenta distribuição concentrada em 5 tipos diferentes, apresentando os outros 14 números próximos à unidade. Na fig. 3-19 é visível a distribuição.

3.6.2.5. Módulos :

Os módulos usados para os engrenagens analisados apresentam uma distribuição altamente concentrada para os valores 2,00 e 2,50 (número de indivíduos superiores à 100), e uma baixa concentração para todos os outros. Na fig. 3-20 é visível a relativa dispersão.

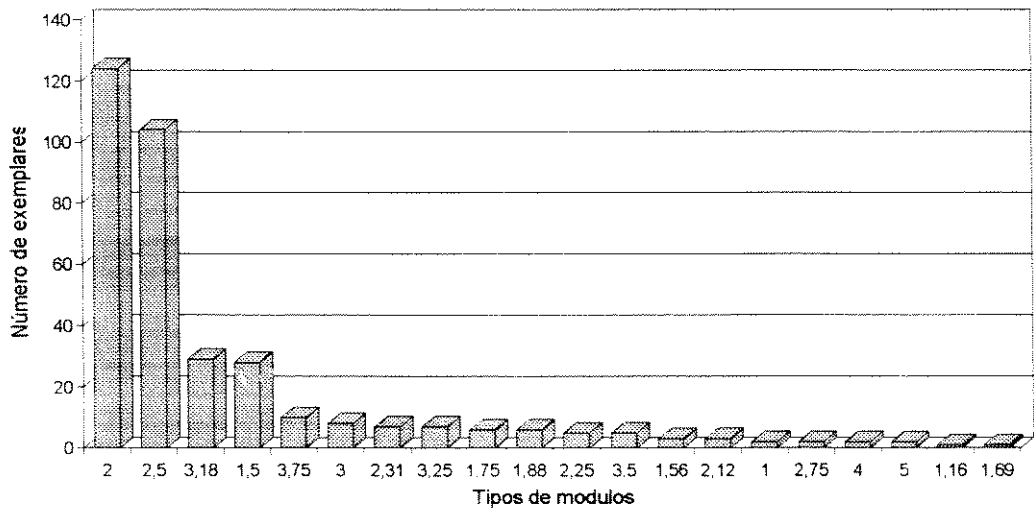


Fig. 3-20, dispersão dos módulos, VIVIANI, (1978)

3.6.3. PADRONIZAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ANALISADAS

Um exame colegial sobre as dispersões acima, definiu uma primeira padronização das características a seguir relatadas :

3.6.3.1. Materiais:

3.6.3.1.2. Eliminar o aço SAE 1020 substituído por SAE 1022 para peças muito solicitadas, e com DIN GGG30 para as menos solicitadas.

3.6.3.1.3. Eliminar o DIN GG30 substituído por o DIN GGG30, que por sua vez substitui também o BZ.

3.6.3.2. Processos de usinagem:

3.6.3.2.1. Padronizados os ciclos: 1.2; 7.2; 7.4; 7.5; 7.7; G.2 e G.8, todos os outros foram eliminados.

Isso permitiu a eliminação de:

- Acerca de 623 ferramentais, e reduzir os 485 permanentes à 76 reestruturados com conceitos de (TG) .
- As velhas fresadoras de módulo (substituídas por modernas Fellows).
- O sistema de Tempera a gás (substituído com indutores para tempera superficial).
- Grande número de brochas e brochadeiras horizontais (substituídas com as mais robustas brochas e brochadeiras de pressão).

Etc..

3.6.3.3. Módulos :

Foram suprimidos os módulos em diametral pitc e os especiais, resultando aceitos na padronização os seguintes:

1,25 - 1,50 - 1,75 - 2,00 - 2,50 - 3,00 - 3,50 - 4,00 - 5,00

Descontinuados todos os números chaves relativos às engrenagens antigas, as que sobram, fora alguns casos de especiais, foram agrupadas nos três grupos das classes a seguir indicadas:

CLASSES	N. CHAVE	N. DE TIPOS
Classes iniciais	———	345
Classe I aceita	64.100	21
Classe II aceita	64.300	40
Classe III aceita	64.500	27
Total de redução :	———	257

3.7. A INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA DE GRUPO SOBRE O PROJETO DE PRODUTO

Para uma correta aplicação da TG, os estágios do projeto de produto devem obedecer a seqüência a seguir:

- **Simulação de projetos**
- **Eliminação dos itens similares**
- **Padronização de peças e componentes**
- **Interligação com bancos de dados**
- **Interligação com processos e programas de produção**

Como foi precedentemente demonstrado, é de primária importância o uso de apropriado sistema de classificação, pois este permite a recuperação de dados de projetos precedentes organizado-os segundo um sistema de famílias tecnológicas similares entre si.

Na eventual exigência de conceituar um novo projeto, o projetista pode encontrar um notável auxílio neste sistema de famílias, que evita a proliferação de indivíduos, a qualquer classe estes pertençam .

O sistema normalmente proporciona as seguintes características de racionalização:

- **Padronização de materiais, componentes e elementos normalizados.**
- **Agrupamento de peças precedentemente fabricadas em famílias tecnológicas.**
- **Organização de especificações, características de processo e fabricação.**
- **Sistematização dos desenhos padronizados.**
- **Informações sobre os processos padrões.**
- **Correspondências entre peças e relativos ferramentais padronizados.**

Os resultados de implantação do sistema, estão indicados no quadro a seguir:

Característica	Resultados
Padronização de materiais, componentes e elementos normalizados	Redução dos estoques de materiais, componentes e elementos normalizados
Agrupamento de peças precedentemente fabricadas em famílias tecnológicas	Eliminação de itens semelhantes ou inspiração para racionalização de novas peças
Organização de especificações, características de processo e fabricação	Visão imediatas das conseqüências geradas pelo novo produto no sistema de manufatura
Sistematização dos desenhos padronizados	Redução até 15 % das atividades de novos desenhos
Informações sobre os processos padrões	A necessidade de se adaptar aos processos padrões, evita a proliferação de novos itens
Correspondências entre peças e relativos ferramentais padronizados	O conhecimento dos ferramentais padronizados, evita novas configurações

CAPÍTULO 4.

A INFLUÊNCIA DO FATOR ECONÔMICO NO PROCESSO DE CRIAÇÃO E FABRICAÇÃO.

4.1. Introdução

Antes de entrar no vivo dos problemas inerentes ao projeto de um produto mecânico, é oportuno examinar a globalidade dos aspectos que o determinam e também as fases que serão influenciadas por este, até o sucesso ou fracasso do produto objeto. Foi observado no capítulo 1, que na concepção da empresa proativa, que os estímulos externos representam efetivamente o "imputa" a qualquer uma das suas ações.

O lançamento de um novo produto é de fato a resposta à um estímulo externo, recebido ou estrategicamente previsto, que possui uma importância essencial pela sobrevivência. Alguns autores, aconselham considerar cinco fases de desenvolvimento dos novos produtos:

- **Identificação das Oportunidades**
- **projeto do produto**
- **Teste do Protótipo**
- **Introdução no Mercado**
- **Gerenciamento da vida do produto**

Um exame mais cuidadoso leva à considerar que as fases do desenvolvimento do produto não interessam somente o departamento de projeto de produto, mas são em parte comuns ao departamento de marketing, em parte ao departamento de fabricação e em parte ao departamento de assistência pos-venda. Entretanto, também os departamentos de suprimento e finanças permanecem envolvidos neste desenvolvimento. Acha-se para tanto, que as fases a ser consideradas, atingem o número de 13, mais 3 que não são fases propriamente ditas, mas atividades inter conexas.

4.2. AS FASES DE IMPLANTAÇÃO DE NOVOS PRODUTOS.

As etapas de desenvolvimento do produto passam pelas seguintes fases:

4.2.1. Identificação do estímulo externo.

Nesta fase, é particularmente estreita a colaboração com o departamento de marketing, sendo básica a correta conversão dos estímulos externos, quase sempre nebulosos e aproximativos, em especificações mais exatas para as sucessivas fases.

4.2.2. Projeto conceptual.

Representa a correta definição dos objetivos a ser alcançados e a relativa definição do estado de arte existente.

4.2.3. Projetos básico e preliminar

Representa a definição dos materiais das tecnologias e dos processos a ser usados, a concepção preliminar global do produto e a avaliação de sua viabilidade através a interação com as demais áreas de fabricação.

4.2.4. Projeto detalhado

É a fase durante a qual são executados os desenhos, estabelecidas as tolerâncias e todos os aspectos puramente tecnológicos.

4.2.5. Execução do protótipo

É a primeira realização física do projeto detalhado. Esta é normalmente executada pelos departamentos de apoio à pesquisa e desenvolvimento da engenharia juntos aos departamentos de fabricação.

4.2.6. Teste Funcional e comprovação de confiabilidade

Nesta fase são efetuados os testes de campo sob condições operacionais críticas. O cumprimento desta fase é assistido pelos departamentos de projeto, de qualidade, de fabricação e nas empresas proativas também pelo cliente.

Das verificações dos resultados podem resultar alterações, também substanciais ao projetos básicos e definitivos.

4.2.7. Definição do roteiro de manufatura

A definição do roteiro estabelece a lógica geral de realização das especificações do produto até o armazenagem. Leva em conta os recursos e limitações das máquinas e dos equipamentos disponíveis.

4.2.8. Definição do processo de manufatura

Sob os dados de roteiro, nesta fase são especificados os ferramentas e ferramentais necessários, calibres e ferramentas de aferição, estatísticas de controle etc..

4.2.9. Determinação das condições operacionais de manufatura

Nesta fase são determinados os tempos de movimentação dos materiais e peças e de execução (produção de brutos, conformação, usinagem e montagem).

4.2.10. Transformação de forma e características das peças

Esta fase representa a verdadeira fabricação das partes do produto. Inclui tecnologias de produção de brutos, conformação e usinagem, além de fabricação de dispositivos, ferramentais e aferidores. Inclui também tecnologias de carga e descarga. As operações acima, poderão ser obtidas via máquinas/equipamentos caracterizados por vários graus de automação.

4.2.11. Montagem

Esta fase é composta por todas as operações de montagem do produto. Pode ser conseguida com operações manuais total ou parcialmente automatizadas.

4.2.12. Fluxo de materiais

Fase que inclui tecnologias de transportes e armazenagem das peças, componentes e produto completo. As relativas operações poderão ser obtida via máquinas/equipamentos caracterizados por vários graus de automação.

4.2.13. Distribuição

Fase já contemplada pelo departamento de marketing, mas que neste estágio será definida claramente para assegurar ao produto todos os meios (publicidade, acompanhamento e assistência pos-venda) necessários à sua divulgação e venda.

Examinando o conjunto das fases acima, observa-se que a primeira fase 4.2.1 é compartilhada com os departamentos de marketing e de finanças. As fases de 4.2.2 até 4.2.4 pertencem unicamente ao departamento de projeto. As 4.2.5. e 4.2.6. são comuns aos departamentos de projeto e de manufatura. As 4.2.7, 8 e 9 pertencem ao departamento de método e processo, mas possuem interação também com projeto. As 4.2.10, 4.2.11 e 4.2.12 pertencem à manufatura. Enfim a fase 4.2.13. pertence à marketing.

Existem outras atividades caracterizadas por operações de suporte, trata-se de atividades essenciais, mas que não quebram a seqüência das fases operativas acima descritas. Estes atividades, são:

4.2.14. Suporte à qualidade

Que provê os meios para manter controlada e estável a qualidade dos:

4.2.14.1. Produtos em quanto a materiais, componentes, peças e produto acabado.

4.2.14.2. Ferramentas, máquinas e equipamentos, para prevenir falhas qualitativas nos itens acima.

4.2.15. Marketing

Responsável pelas pesquisas de mercado e pelas definições das necessidades participa na fase 4.2.1 acima descrita.

Cabe a este departamento, prover informações sobre:

- 4.2.15.1. Estado de vida dos produtos fabricados.
- 4.2.15.2. Tendência à diversificação.
- 4.2.15.3. Exigências / oportunidades de especialização.
- 4.2.15.4. Procura dos nichos de mercado.
- 4.2.15.5. Informações sobre o desenvolvimento da concorrência.

4.2.16. Suprimento

Representa a conexão entre o sistema de manufatura e o mercado supridor. Deve prover informações sobre:

- 4.2.16.1. Variações de especificações, materiais e componentes, com enfoque sobre a vida útil e eventuais diversificações.
- 4.2.16.2. Dados de confiabilidade de suprimento em termos de qualidade, quantidades e prazo de entrega.

4.2.17. Planejamento estratégico.

Praticamente, através esta atividade, deve-se planejar todos os recursos necessários, e verificar junto à finanças, os limites e os caminhos para conferir ao novo produto suficiente rentabilidade.

4.3. INFLUÊNCIA DAS FASES NOS CUSTOS E NOS INVESTIMENTOS.

As incidência dos valores agregados e de custo durante as várias fases de desenvolvimento de um novo produto, não é linear. De fato, é conhecido que os custos de investimentos que a empresa suporta pelo desenvolvimento de novos produtos, são relativamente pequenos nas primeiras fases, mas apresentam um andamento de tipo hiperbólico crescente nas sucessivas. Entretanto, durante a execução da fase de projeto (fases de 4.2.1 até 4.2.4), é congelado a redor do 80 % do valor agregável pelo novo produto.

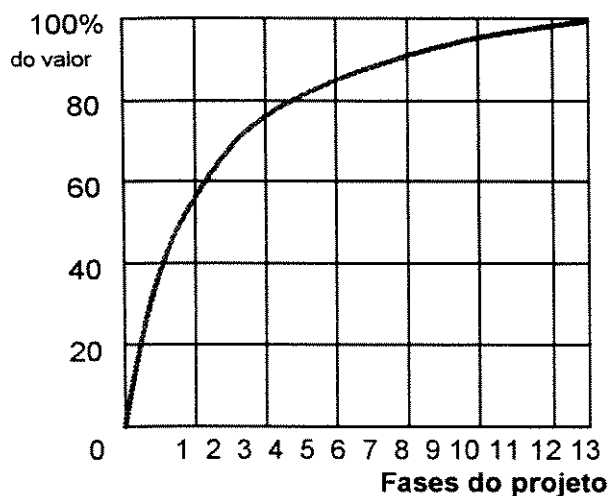


Fig.4- 01, valores congelados

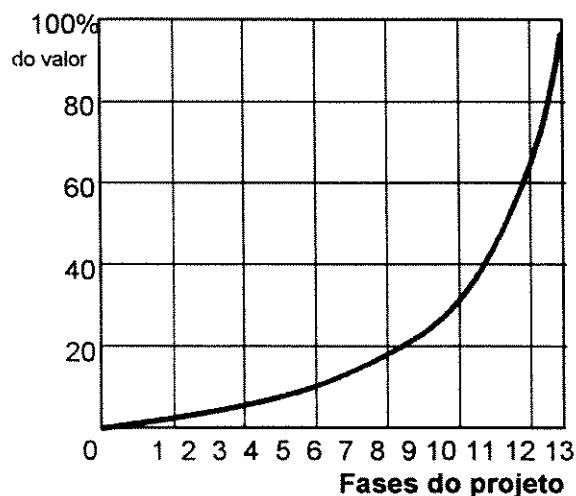


Fig.4- 02, valores de investimento

O modelo gráfico da progressão congelada, apresenta uma curva quase simétrica à curva dos investimentos. Por esta constatação, deve-se por o máximo cuidado na atividade de projeto, cuja responsabilidade é múltipla em razão aproximativa de 10 vezes o próprio custo, por cada fase sucessiva.

Nas fig. 4-01 e 4-02 estão sendo indicados os andamentos médios dos valores agregados congelados (empenhados) pelo projeto e os devidos aos efetivos investimentos.

Pelas considerações acima, consegui que as primeiras fases, definição da oportunidade, projeto conceptual e preliminar, merecem uma atenção extremamente profunda e cuidadosa.

É preciso evitar erros na avaliação da real oportunidade e verificar profundamente que as informações relativas à fase 4.2.1 resultem absolutamente completas e confiáveis.

Principalmente nas fases 4.2.2 e 4.2.3, deve ser tomada extrema atenção na eleição das várias soluções, sempre considerando cuidadosamente as implicações econômicas nas sucessivas fases construtivas e de suportes.

Entretanto, seja a quarta fase (4.2.4., projeto Detalhado), como na sexta 4.2.6. (teste e comprovação da confiabilidade), uma atenta checagem do produto, pode levar à revisões bastante revolucionárias do inteiro projeto básico e preliminar.

4.4. ANÁLISE DAS FASES DE PROJETO DE NOVOS PRODUTOS

4.4.1. Fase 1): Identificação do estímulo externo

4.4.1.1. ESTRATÉGIAS PARA DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

A decisão de desenvolver um novo produto, é muitas vezes originada pela procura de adquirir, a qualquer custo, uma vantagem perante à concorrência. Uma das facetas da empresa proativa é caracterizada pela inovação. Porém, inovar por inovar, sem uma série de suportes bem estruturados, pode apresentar uma potencialidade de risco e de fracasso bastante elevada. Não é a primeira vez que um produto, excelente por inovação, não traz grandes resultados à empresa inventora, mas conseguiu conferir sucesso à outra mais preparada em fato de propaganda e distribuição.

Sobre este caso, existem uma enorme série de exemplos, que vão do telefone inventado por A. Meucci e explorado por Bell, até a Philips que produziu o primeiro "Disk-Laser", mas cuja difusão foi efetuada com sucesso pela Sony.

Quanto acima leva a definir **efetivamente inventivo** quem, não somente possui a invenção mas, possui também a suficiente estrutura para a explorar. Por esta razão, muitas

vezes a escolha de imitar produtos bem sucedidos é preferida à prática de inovar. Isso leva a diferenciação entre estratégia ofensiva (inventiva) versus estratégia defensiva (Imitativa) .

4.4.1.2. INTERAÇÕES COM A ESTRATÉGIA EMPRESARIAL

A estratégia do desenvolvimento de um novo produto, é as vezes somente um aspecto do complexo estratégico, entretanto é dependente da capacidade de suporte ao desenvolvimento como um todo por parte da empresa.

Muitas vezes as finalidades táticas e mecanismos de controle da empresa são tão numerosos, que o processo inventivo vem obstaculado é até suprimido. Por isso é oportuno distinguir quando o novo produto é resultado de uma inventiva esporádica, de quando a inventiva é parte integral da estratégia empresarial.

4.4.1.3. ESTRATÉGIAS ALTERNATIVAS DE DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

Por quanto acima, examinando as estratégias de desenvolvimento de novos produtos, por primeiro é preciso distinguir entre decisões **reativas** e **proativas**.

Estratégias reativas	Estratégias proativas
Defensiva	Pesquisa e desenvolvimento
Imitativa	Inovativa
Copiar e melhorar	"Entreprenuerial"
Contratar	Adquirir vantagens
Ilhar-se	Procurar alianças

É extremamente importante, para o suporte ao desenvolvimento de novos produtos, que a empresa seja consciente do caráter das próprias estratégias, sejam estas reativas ou proativas.

4.4.1.4. ANÁLISE DA CONVENIÊNCIA DAS ESTRATÉGIAS REATIVAS VERSUS PROATIVAS

Não sempre a empresa pode ser rígida na própria postura (proativa ou reativa), pois a segunda da situação do mercado, pode ser mais conveniente usar posturas estratégicas diferentes da própria natureza. Relata-se a seguir, alguns exemplos da casística possível, citados por URBAN, G. L., (1993).

- 4.4.1.4.1. As Estratégias reativas podem trazer mais vantagens quando:
- *É necessário focalizar atentamente os produtos existentes no mercado.*

- *A proteção da inovação resulta extremamente fraca.*
- *O mercado resulta demasiado pequeno para absorver os custos do desenvolvimento de novos produtos.*
- *Percebe-se de estar próximo à subir uma perigosa concorrência de imitação competitiva.*
- *Percebe-se os próprios canais de distribuição resultarem invadidos por outro inovador.*

Nestes casos, a inovação representaria bastante riscos.

4.4.1.4.2. As Estratégias proativas resultam mais eficazes no caso que:

- *Seja necessário um rápido incremento das vendas.*
- *Planeja-se entrar em um novo segmento de mercado.*
- *Prevê-se grandes volumes de vendas e/ou altos margens de lucro.*
- *Seja possível a iminência de depósito de patente e/ou de proteção de mercado.*
- *Existem recursos e tempos suficientes para desenvolvimento de novo produto.*
- *Não é possível bloquear a concorrência com um lançamento rápido de novo produto do tipo segundo mas melhor.*
- *Existem disponíveis amplos recursos para potenciar os canais de distribuição.*

Em similares circunstâncias, uma estratégia proativa pode levar a empresa ao sucesso e reduzir bastante os riscos.

4.4.1.5. MARKETING - PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

A estratégia proativa assume um papel ativo no desenvolvimento de novos produtos. As relativas atividades podem ser concentradas na tecnologia, no usuário final ou em ambos. É interessante observar uma recente pesquisa citada por HURBAN & HAUSER, (1993), sobre os resultados em termos de novos produtos gerados por exigências de mercado versus os gerados por oportunidades tecnológicas, que a seguir é reportada:

Tab. 4.01, tipo de inovação versus exigências e oportunidade. HURBAN, G, (1993)

Tipo de Inovação	Exigências de mercado	Oportunidades tecnológicas
Empresas	73 %	27 %
Pesquisas Industriais de sucesso	69 %	31 %
Inovadores	66 %	34 %
Computadores, Ferrovias, Construtores	78 %	22 %
Materiais	90 %	10 %
Instrumentação	75 %	25 %
Outros	77 %	23 %

As conclusões de outra pesquisa a seguir relatadas na tabela 4-02, mostram os resultados em termos de incremento de venda, das idéias geradas por laboratórios de projeto, como resultados de marketing ou dos usuários.

Tab. 4.02, localização dos incremento de venda pela inovação. HURBAN, G, (1993)

Origem da Idéia	Nenhum	Pequeno	Médio	Grande
Laboratórios de projeto	66%	17%	17	0%
marketing	58%	14%	14%	14%
Usuário	33%	33%	13%	20%

Os resultados acima, confirmam que a mais importante fonte geradoras de idéias úteis para o desenvolvimento de novos produtos é mesmo o público alvo.

F) Causas e Remédios do Fracasso do novo produto

Como acima considerado, o risco de insucesso de um novo produto, é bastante alto. Na tabela 4.03 a seguir é relatada uma casística das razões mais comuns de fracasso, e "a latere", estão indicadas as sugestões para evitar ou remediar o acontecido.

Tab. 4-03, causa e remédios para os fracassos de venda. HURBAN, G, (1993)

Razões de fracasso	Análise	Sugestões de salvaguarda
Mercado não suficiente.	Insuficiente procura deste tipo de produto	O mercado não foi bem estimado. tomar maior atenção no projeto e no Teste.
Escassa interação com a organização	A empresa não possui suficiente capacidade para produzir e comercializar o produto	Na identificação da oportunidade, a potencialidade da empresa deve ser avaliada com um planejamento estratégico.
Falta de novidade e/ou diferenciação	A pobreza da idéia não oferece nada de novo. A tecnologia pode ser nova, mas não evidencia os benefícios para o consumidor.	O produto deve ser projetado focalizando o consumidor. Testar melhor produto e benefícios antes do lançamento.
Falta de reais benefícios	Produto não cobre as expectativas do usuário. Escassos investimentos em tecnologia	A posição estratégica dos benefícios deve ser claramente identificada. Executar teste com participação do usuário.
Fraca postura para competição	O impacto dos benefícios oferecidos é anulado pelo "mix" de produtos mais competitivos.	Mapear a percepção, o valor e a preferência. Identificar o "gap" respeito aos concorrentes.

Canais de distribuição não adequados	Fracasso por erro de avaliação dos canais de distribuição. Produto e serviço pos-venda não avaliáveis pelo usuário.	Os canais fazem parte da identificação da oportunidade. O serviço é parte do projeto de produto. A reação dos canais deve ser monitorada no teste e no lançamento.
Erros de previsão	Super produção por super estimativa das vendas ou oportunidade perdida pela subestima das vendas e baixa produção.	Projeto sistematizado. Teste e relativa avaliação devem formular previsões próximas à competitividade do produto.
Falhas de tempo	Entrada atrasada no mercado. Ciclo de processo demasiado demorado. Extravio da visão tecnológica ou da oportunidade de mercado.	projeto do processo para entrar rapidamente no mercado. Mudar o monitor. Eliminar os riscos do lançamento ou do atraso.
Serviço pos-venda de má qualidade	Produto complexo ou não confiável e/ou serviço não efetuado.	O serviço deve ser considerado como parte dos benefícios. Monitorar teste e lançamento.
Tecnologia obsoleta	Perda de oportunidade por mudanças tecnológicas. Demorada permanência na velha tecnologia.	Acompanhar o desenvolvimento tecnológico. Verificar os benefícios que este produz. Preparar planos contingências.

4.4.2. Fase 2): O projeto Conceptual.

Como acima definido, executar o projeto conceptual, significa definir os objetivos a ser alcançados segundo as especificações encontradas da fase anterior frente o estado da arte existente.

Fazem parte do projeto conceptual, as seguintes definições:

- **As prestações que quer-se conseguir.**
- **As diferenças face as características da concorrência em termos de competitividade.**
- **A dimensão dos volumes a ser produzidos no tempo.**
- **O nível de qualidade a ser atingido.**
- **A potencialidade de diferenciação sucessiva.**
- **A compatibilidade com os recursos fabris.**
- **A viabilidade dos investimentos.**
- **A potencialidade dos canais de distribuição.**

Isso explica como nesta fase, se as implicações do projeto não forem corretamente avaliadas por um "*Strategic Profit Plan*", poderia-se gerar um erro de avaliação da capacidade da empresa para sustentar o projeto como um todo (desde a criação até a distribuição).

Sendo que na realidade o projeto do produto ainda não está definido, percebe-se aqui a necessidade de ter acesso à algumas referências que possam ajudar o projetista na estimativa dos investimentos e dos custos que logo serão determinados. É fácil prever, que isso é possível somente quando verificarem-se as duas condições a seguir:

A) A empresa permanece firmemente na postura reativa.

B) O projetista possui metodologias aptas á estimativa rápida das implicações de ordem econômico que vai gerar com as definições do novo projeto.

No caso **A)**, o novo produto não possuirá efetivamente novidades, e representará ou uma melhoria à um produto já existente na produção, ou um produto do tipo "*segundo mas melhor*". Em ambos os casos, a determinação dos fatores económicos é bastante fácil e rápida.

No caso **B)**, a empresa pode assumir posturas proativas, esta probabilidade ainda é pouco provável, pois não existem metodologias bastante aceitáveis e seguras para evitar os "chutes" por parte do Projetista. Não existindo na empresa, sistemáticas suficientemente aprimorada no sentido acima, a única solução possível é amparar o próprio departamento de projeto do produto, com técnicos de larga experiência amadurecida em grande número de diferentes tecnologias.

Tentativas de criar documentos que representem o maior número de casos possíveis pelo menos para as única peças, foram feitas desde a metade deste século, baseadas nas **Tecnologia de Grupo**, MITROFANOF, (1958), e na **Formação de Famílias Tecnológicas**, OPIZ,H. (1967).

4.4.3. Fase 3): O projeto preliminar

O projeto preliminar, representa a definição da geometria, dos materiais e componentes, das tecnologias e dos processos a ser usados em função do dimensionamento conceptual. Todo isso normalmente é definido em um ou vários anteprojetos, que vão subir uma pesada crítica de viabilidade antes de dar origem ao primeiro projeto preliminar. Durante esta fase de projeto, são executados e definidos:

- 4.4.3.1. Os cálculos de máxima.
- 4.4.3.2. Os lay-outs dimensionais.
- 4.4.3.3. As prestações de potência e similares.
- 4.4.3.4. Os parâmetros de resistência
- 4.4.3.5. Os tipos de processos para produção do bruto.

- 4.4.3.6. Os materiais básicos a ser empregados.
- 4.4.3.7. Os componentes comerciais a ser usados.
- 4.4.3.8. Os processos de conformação e de usinagem.
- 4.4.3.9. Os sistemas de montagem e de expedição
- 4.4.3.10. O grau e o tipo de automação a ser adotado no sistema de manufatura.
- 4.4.3.11. O programa sumário de produção e as relativas cargas nas máquinas e nos equipamentos.

Definido quanto acima, juntos aos responsáveis de suprimento e do planejamento estratégico, são verificados os recursos disponíveis e os investimentos previstos em função das necessidades de tempo. Todos os dados acima calculados e definidos, junto aos anteprojetos, representam a base sobre a qual será executada a fase sucessiva.

O projeto preliminar, é um projeto completo do novo produto. Chama-se preliminar, pois durante a sua execução, são possíveis muitas mudanças de forma e de número de peças e componentes. De fato, nas precedentes fases, foram semi - congeladas várias características do novo produto, entretanto a sua **viabilidade definitiva**, em termos de fabricação e montagem (e para tanto econômica), não poderá ser estabelecida antes da execução desta fase.

Nesta fase, é particularmente constante a interação com as áreas de manufatura, pois o que será projetado envolverá diretamente os relativos departamentos. Até o presente momento este tipo de interação é o único meio de racionalização a disposição dos projetistas, e sempre criou posturas antagônicas entre as partes, gerando grandes atrasos face as necessidades de introdução no mercado do produto definitivo. Muitas vezes, pelas inevitáveis falhas de comunicação, o projeto passa de preliminar à detalhado sem uma profunda verificação com os departamentos de manufatura.

Evidentemente, durante a compilação das folhas de processo, algumas das operações não verificadas resultam de difícil execução ou literalmente inviáveis em termos de manufatura. No caso em que o número de falhas resultar apreciável, quase sempre o projeto é retirado e completamente reestruturado.

Explicam-se assim as enormes demoras (muito frequentes no passado) que as vezes inviabilizam o inteiro projeto, não somente pelos custos crescentes, mas principalmente, por obsolescência em relação á um concorrente mais ágil.

Hoje em dia, nas empresas proativas, solicitadas a fornecer curtíssimos tempos de resposta, quanto acima não é mais aceitável. As exigências de introdução dos conceitos da engenharia simultânea resultam sempre mais necessárias, e a exigência de introdução de novas metodologias, que incluam também a crítica econômica dos projetos é sempre mais procurada.

4.4.4. Fase 4): o projeto Detalhado

A fase de detalhamento do projeto, é uma fase de alta responsabilidade onde o projeto preliminar assume a sua veste definitiva. A responsabilidade consiste principalmente no cuidado por parte dos detalhistas em não alterar formas e medidas previstas na fase anterior, e no levantar eventuais erros ou discrepâncias que bloqueiam o detalhamento definitivo.

Somente agora, com o uso sempre maior de meios informatizados de projeto (CAD), este tipo de erros é sempre menos freqüente.

Pelo detalhista subsiste porém ainda a não fácil tarefa de estabelecer as tolerâncias sobre as medidas básicas, cuja escolha demanda profundo conhecimento do produto e envolvimento em custos e qualidade.

De qualquer forma, sem menosprezar estas dificuldades, a fase de detalhe pode ser considerada uma fase sem grandes problemas de escolhas de soluções mais o menos econômicas, e raramente nesta fase é possível alterar os resultados de viabilidade do novo produto.

4.5. GENERALIDADES SOBRE OS FATORES DE INFLUÊNCIA .

No capítulo III observou-se que os tempos de realização de muitos projetos mecânicos resultam bastante elevados pela ausência de interação entre os departamentos de projeto e de manufatura. O produto resulta também mais caro do que desejável, pela ausência de mentalidade econômica na visão dos projetistas.

Várias e repetitivas experiências demonstram que o custo de qualquer conjunto mecânico é determinado pelas primeiras linhas desenhadas na prancheta, ou na tela do computador. Por esta constatação, o produto resulta bem mais econômico quando o processo produtivo é tomado em conta durante a formulação do anteprojeto, e não quando espera-se uma crítica racional sobre os detalhes por parte dos departamentos de fabricação.

A necessidade de verificar o aspecto econômico durante o anteprojeto, vai ficando ainda mais necessária pelo desenvolvimento tecnológico que nos últimos anos tem apresentado novas soluções e novos processos com freqüência hiperbólicamente crescentes.

Para agravar a situação, a organização das funções nas empresas está se especializando sempre mais criando divisões, departamentos, seções e subseções. Com o resultado que os projetistas ficam sempre mais isolados e afastados dos conceitos de economia.

O fato que obstaculiza este alcance da economia, não é somente a impossibilidade de calcular exata ou também aproximadamente o que está sendo projetado, mas principalmente a falta de metodologia para confrontar soluções gráficas e de processo, materiais, componentes

e trabalhos de transformação completamente diferentes. Outro fator que as vezes "pesa" na escolha da solução, é tipo do "design" adotado, cuja qualidade para alguns tipo de produto, pode justificar também um custo relativamente superior.

Como pode-se deduzir, qualquer que seja a escolha do projetista, especialmente nos casos de produtos mecânicos de série, esta nunca poderá ser formulada unicamente pelo aspecto funcional, mas deverá ser criticada também pelo prisma econômico e, as vezes, estético.

De qualquer forma, a criação sempre é influenciada por uma série de fatores intrínsecos e extrínsecos à quem a realiza. Estes fatores, no caso da criação de um produto mecânico, podem ser como a seguir identificados:

4.5.1. Influências ambientais.

As influências ambientais podem ser distinguidas em:

- Influências intrínsecas (características do criador).
- Influências extrínsecas (do ambiente)

4.5.2. Influências tecnológicas.

São representadas pelas exigências do nível tecnológico necessárias para alcançar o mercado alvo, versus o nível tecnológico existente na empresa.

4.5.3. Influências do mercado supridor.

São representadas pelas oportunidades ou limitações que se encontram no mercado supridor, versus as exigências tecnológicas que deseja-se conferir ao produto.

4.5.4. Influências do processo de manufatura.

São representadas pelas possibilidades e/ou limitações existentes nos vários processos de manufatura da empresa realizadora do projeto.

4.5.5. Influências organizacionais.

São representadas pela capacitação técnico - econômico - financeira e organizacional que a empresa realizadora do projeto oferece.

Evidentemente, o resultado em termos de projeto, será fortemente condicionado por todo o conjunto das influências acima.

Examinar-se-á a seguir, os efeitos acima sobre o projeto, sendo este função dos vários fatores de influência.

4.6. O PROJETO MECÂNICO COMO FUNÇÃO DO AMBIENTE.

4.6.1. As influências intrínsecas.

No projeto, como em todas as atividades de criação, emerge claramente a influência de quem as produz, para tanto resultará diferente a segunda a personalidade do projetista e as experiências por ele vividas.

Por exemplo, uma empresa produtora de instrumentos de medição, encomendou à um escritório de engenharia o projeto de uma mesa de coordenadas. Recebido os elaborados, o responsável do departamento técnico ficou estarecido ao observar que o desenho dos volantes de manobra representava uma peça (fig. 03-a) cujo peso alcançava os 1500 gr., e

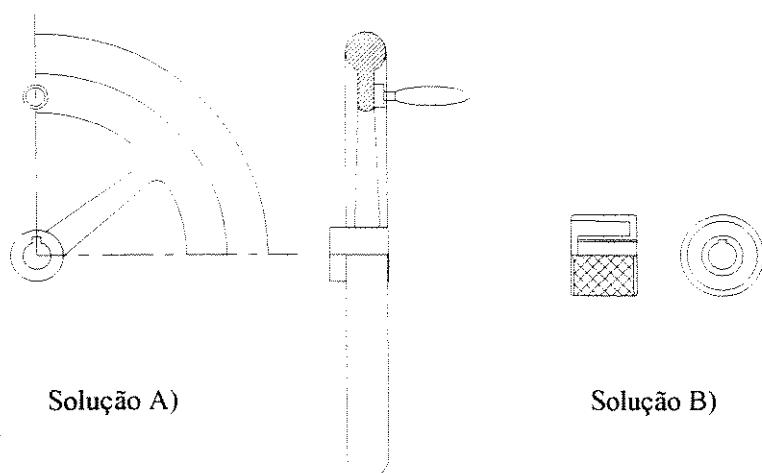


Fig.4-03, soluções diferentes para o mesmo acionamento.

uma enorme inércia, e para tanto totalmente desproporcionado para as habituais exigências de manobra, que requerem um desenho como da fig.03-b.

Investigando sobre o porque, descobriu-se que o autor era especialista em projeto de canhões, onde os volantes de manobra devem possuir notável inércia pois são acionados pelo mesmo

homem que fecha a culatra; e a mão que executa esta última operação, tão pesada, teria dificuldade no instante sucessivo, para acionar um dispositivo de baixa inércia.

O acima acontecido, intrinsecamente falando, não apresenta erros, pelo menos erros de funcionalidade, mas sem duvida aos efeitos de competitividade do produto teria sido um verdadeiro fracasso.

4.6.2. As influências extrínsecas.

Este tipo de diferença entre as várias soluções, não são características somente dos indivíduos, mas também das organizações. FARAUDO, G., (1957), cita o resultado da licitação emitida por um ente governamental italiano, cujo objeto era o projeto de uma estrutura para reboque especial:

<Recebemos os três diferentes projetos elaborados pelas três empresas concorrentes: a primeira especializada em construções aeronáuticas, a segunda, conhecida fábrica de caminhões e por último um famoso estaleiro naval.

Embora as três soluções responderem perfeitamente às exigências e dimensões pedidas, foi, como previsível a empresa produtora de caminhões a ganhar a concorrência, pois o relativo projeto era o mais economicamente viável.

Agora,, se o destino final fosse a cobertura da ponte de um navio, teria sido o estaleiro, com seu projeto extremamente robusto mas pesado, a ganhar, e se as exigências tivessem contemplado a rigidez transversal e o menor peso, a empresa de construção aeronáuticas não teria tido concorrentes, apesar do maior custo de fabricação apresentado.>

Embora não se possa excluir que, em linha de princípio, uma fábrica de motores endotérmicos seja em grau de construir máquinas operatrizes, seria necessário, nesse caso, mudar ou reestruturar toda a equipe gerencial e técnica, para minimizar os inevitáveis riscos.

A observação acima, parece contrastar com quanto visto no capítulo I sobre as características da época pós empresarial, na qual requer-se **flexibilidade e adaptabilidade**, e para tanto muita abertura à diversificação. A contradição é somente aparente, pois de quanto acima resulta evidente a necessidade de fornecer ampla **multidisciplinaridade** a todos os componentes o sistema de manufatura.

4.7. AS INFLUÊNCIAS TECNOLÓGICAS NO NOVO PROJETO.

São representadas pelas exigências do nível tecnológico necessárias para alcançar o mercado alvo, versus o nível tecnológico existente na empresa. Sobre este aspecto, talvez nem precisa perder muito tempo, pois a atividade de projeto seria impensável sem o relativo desenvolvimento tecnológico. Porém, o aspecto que necessita ser frisado é o seguinte:

Até ontem, seguindo quanto extraível das experiências de autores como FARAUDO, G., (1957), as equipes técnicas deveriam ser constituídas por elementos quanto mais homogêneos possível: nas construtoras de caminhões, todos expertos em caminhões, nas fábricas de aviões, todos especialistas em aviões, etc.. A validade deste pensamento, característico do final da época industrial onde a palavra de ordem era *massificação a qualquer custo*, foi mudada pelas exigências proativas.

Como visto nos capítulos precedentes, a pos-empresa é fortemente influenciada por diferenciação, flexibilização, agilidade, e grande rapidez de resposta aos estímulos externos. Isso é possível somente quando a própria inventiva é suportada por um equipe técnica altamente diferenciado. Nesta exigência, é perceptível o conceito de multidisciplinaridade que

deve caracterizar as novas equipes. Em algumas empresas consideradas de ponta, o conceito evoluiu-se ainda mais, e já se delineia a necessidade de **equipes virtuais**, cujo aspecto fundamental é a especialização dos próprios componentes, independentemente da própria localização física.

A exigência que cria a equipe virtual, é a necessidade não constante de um determinado especialista que, as vezes, é limitada à um determinado aspecto (quase único) de um selecionado problema (pouco repetível). Neste caso, a incorporação deste profissional, no grupo dos funcionários da empresa, representaria um absurdo econômico, pela brevidade da sua efetiva necessidade. Pelo contrário, o uso das prestações de uma equipe virtual, cujos componentes podem ser perfeitamente localizados em qualquer parte do globo, resulta multi disciplinarmente completo e economicamente viável. De fato, uma equipe virtual é definida pelas características seguintes:

4.7.1. Coordenação operada por técnicos multi disciplinares.

4.7.2. Flexibilidade em número e grau de competência dos próprios especialistas.

4.7.3. Facilidade de contratação dos serviços.

4.7.4. Duração da prestação limitada pelo conseguimento do objetivo.

4.7.5. Completa assistência após serviço.

4.8. AS INFLUÊNCIAS DO MERCADO SUPRIDOR.

Evidentemente qualquer que seja o produto mecânico a ser projetado, quase sempre este será composto de:

4.8.1. Peças normalizadas.

4.8.2. Peças especiais.

4.8.3. Peças fabricadas por terceiros.

4.8.4. Brutos metálicos e/ou não metálicos indefinidos.

4.8.5. Brutos metálicos e/ou não metálicos definidos.

4.8.6. Peças fabricadas.

Analisando os tempos de fabricação dos componentes acima, referindo-se por exemplo à construção de uma máquina operatriz, pode-se observar um fato estatístico que aparece quase constantemente na análise dos dados. A dispersão dos resultados de tempo é representada por uma curva quase logarítmica, onde acerca o 20 % dos tempos totais resulta

absorvido pelas peças de dimensões maiores (barramentos, colunas, cabeçotes etc.). O que sobra, ao redor do 80 %, é absorvido pelas peças menores.

Isso salienta a importância da escolha cuidadosa das partes e componentes ao efeito dos custos do produto.

Um projeto econômico e funcional, ou como costuma-se dizer, um projeto limpo e linear, deve incluir o mínimo número possível de partes e componentes que apresentem desenho simples, e de forma possivelmente repetitiva.

Neste parágrafo serão examinados os itens 4.8.1., 4.8.2, 4.8.3. e 4.8.4., respectivamente as peças normalizadas, as peças fabricadas por terceiros e os brutos metálicos e/ou não metálicos indefinidos. Os itens 4.8.5. e 4.8.6., apresentando uma grande série de envoltórios, serão tratados no sucessivo capítulo, a propósito das influências do processo de manufatura e das influências organizacionais.

4.8.1. As peças normalizadas.

Normalmente este tipos de peças, encontram-se facilmente no mercado supridor, e são constituídas por as seguintes famílias :

- **Elementos de fixação.**
- **Rolamentos e buchas.**
- **Buchas elásticas.**
- **Acessórios em resina.**

4.8.1.1. OS ELEMENTOS DE FIXAÇÃO.

A família principal dos elementos de fixação é representada pelos parafusos e relativas porcas. Destes elementos, existem várias séries, como os parafusos de cabeça exagonal, de cabeça cilíndrica, etc.. mas as séries que mais interessam a construção mecânica são as de cabeça sextavada externa (comum) e sextavada interna (tipo Allen). A escolha entre as duas séries, depende de fatores de resistência e/ou de forma. A série de cabeça exagonal externa, apresenta normalmente uma

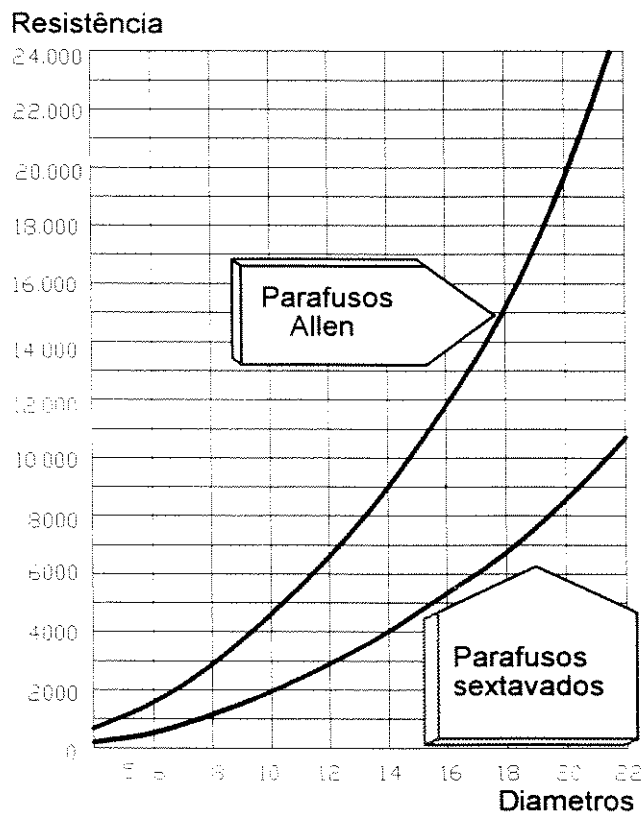


Fig. 4-04, resistência à tração dos parafusos comerciais

resistência a rotura de 40/50 Kg/mm², a série de cabeça sextavada interna, visivelmente mais resistente, apresenta um Kr= 80-90 Kg/mm² . Para facilitar a escolha em termos de resistência, pode ser usado o gráfico da fig. 4-04.

Evidentemente, a redução de custo que se consegue substituindo um parafuso de aço comum com um parafuso menor mas de alta resistência, não é devido somente ao custo do próprio parafuso, que resulta normalmente um pouco inferior, a redor do 10%, mas principalmente a redução de custo das operações do conjunto, como o diâmetro menor do furo, o menor tempo na execução da rosca, etc., e na realização das partes a ser acopladas que, no caso do parafuso comum devem ser bem mais amplamente dimensionadas.

Para quantificar este conjunto de custos, observe-se a seguir a diferença de custo conseguida no projeto de acoplamento de dois tubos (fig. 4-05), substituindo os parafusos de cabeça sextavada externa de diâmetro $\Phi = 10$ mm., com os parafusos Allen de $\Phi=6$ mm. que apresentam quase a mesma resistência, e sem duvida uma maior confiabilidade.

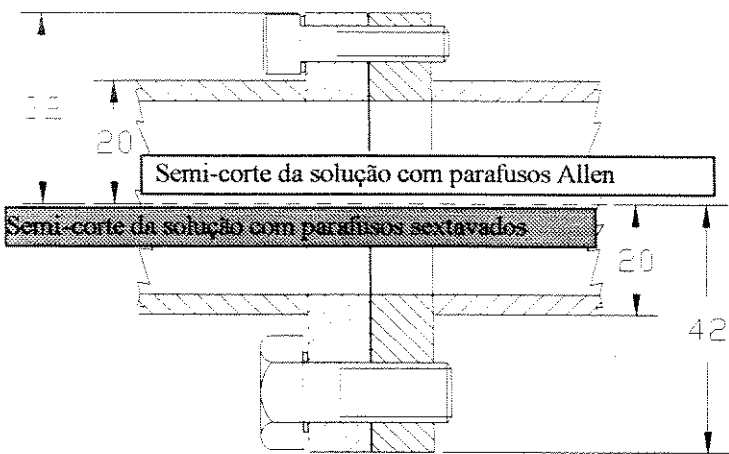


Fig.4- 05, comparação das exigências geométrica entre uso de parafusos Allen ou sextavados

Tab. 4-04, comparação de custos entre as soluções da fig. 4-05

Itens	Sext. ext. f = 10mm		Allen f = 6 mm	
	t. [min.]	custo (\$)	t. [min.]	custo (\$)
Custo N.4 parafusos		6,00		5,40
Custo N.4 aruelas		0,8		0,6
Exec. N.8 furos	1,20 min.	0,36	0,50 min.	0,15
Exec. N.4 roscas	2,40 min.	0,72	1,00 min.	0,30
Material das flanges		6,77		3,93
Torneamento	25,00 min.	7,5	12,00 min.	3,60
Totais		22,15		13,98

No exemplo apresentado, substituir os parafusos comuns com os de maior resistência, significa conseguir uma redução de custo pare ao 36,88 %. Se porém os tubos tivessem uma seção maior, esta diferença tenderia aumentar, pois o custo dos parafusos aumenta linearmente

com o relativo número, mas o custo de usinagem depende do volume de cavaco removido, que é função quadrática das dimensões das flanges.

Evidentemente porém, não sempre é mais oportuno o uso preferencial dos parafusos tipo Allen.

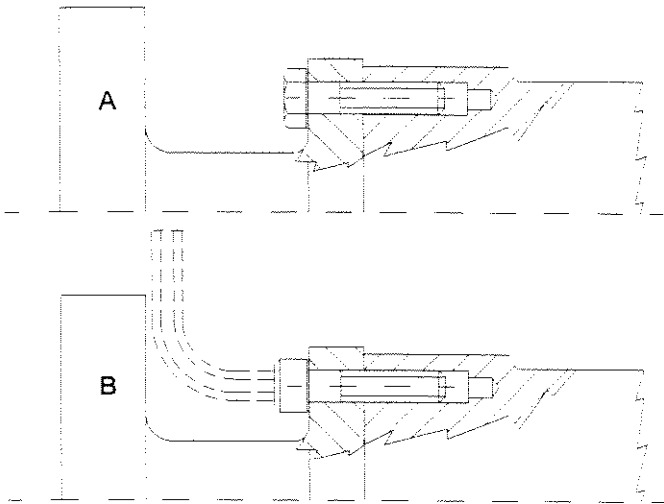


Fig. 4-06, diferença de dificuldades de acesso aos diferentes parafusos

Principalmente nos casos onde a resistência não é uma característica prioritária, o uso de parafusos comuns é de longe preferível.

O parafuso Allen, além de ser mais caro, apresenta também algumas limitações constitucionais, como a dificuldade a ser apertado mediante chaves abertas. A fig. 4-06, onde a solução conseguida com parafuso de cabeça sextavada externa é

preferível, esclarece esta dificuldade.

4.8.1.2. OS ROLAMENTOS E AS BUCHAS.

Hoje em dia, é bastante fácil encontrar no mercado uma série diversificada de rolamentos. Menos difundidas são as buchas normalizadas. Apesar deste desequilíbrio, muitas

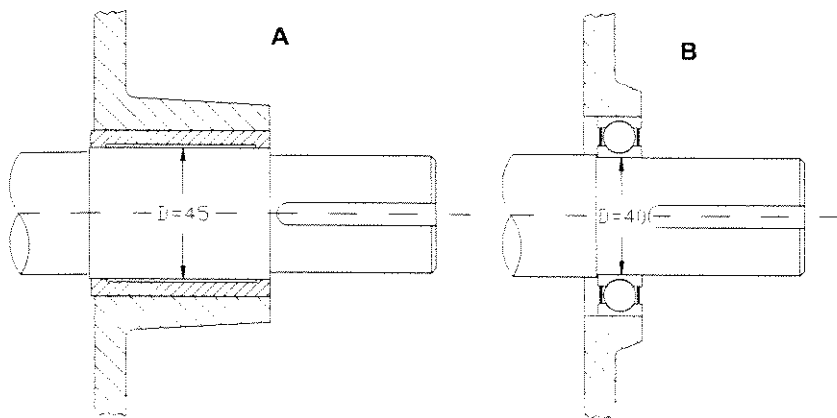


Fig. 4-07, diferentes soluções de sustentação do eixo de um pequeno redutor

vezes encontra-se nos projetos também de pequenas séries, soluções que apresentam eixos rodantes sobre buchas. Esta solução, ainda se parece simples, raramente porém, resulta também econômica.

Examine-se por exemplo o caso

representado na fig. 4-07. Trata-se das duas versões de sustentação do eixo de saída num

pequeno redutor, fabricado em média série (30 exemplares/mês), cujas características dinâmicas são:

Rotações: RPM= 150 r.p.m.

Potência transmitida : Ncv=2cv

Imaginamos ainda que as duas soluções sejam funcionalmente equivalentes (também se isso não for verdade), e examinamos unicamente o aspecto econômico. Na tabela 4-05 abaixo estão representados os custos devidos às duas soluções.

Tab.4-05, verificação dos custos das soluções da fig. 4-07

Itens	Solução com Bucha		Solução com rolamento	
	t. [min.]	custo (\$)	t. [min.]	custo (\$)
Bz-45 (900 gr.)		12,00		
Usinagem da bucha	30,00	15,00		
Usinagem do eixo	28,00	7,00	18,00	4,50
Metal do suporte		7,40		6,00
Incidência do modelo		0,40		
Perdas p/ refugos (5 %)		1,35		
Ajustagem (10 %)	1,20	0,30		
Rolamento 40/80/15				26,00
Totais	68,20	43,45	18,00	36,50

No caso acima, o uso do rolamento, apesar de resultar bem mais econômico, traz também outras vantagens, como:

- 4.8.2.a) **Maior confiabilidade**
- 4.8.2.b) **Completa ausência de perdas de óleo.**
- 4.8.2.c) **Segurança de lubrificação.**
- 4.8.2.d) **Mínimo custo de substituição.**
- 4.8.2.e) **Segurança de reposição em qualquer lugar onde se encontre o usuário.**
- 4.8.2.f) **Aumento do valor agregado (1,39 \$/min).**

As considerações acima variam de pouco em função dos tamanhos do acoplamento. Para medidas inferiores, por exemplo para $\phi = 20 \text{ mm.}$, permanece inalterada a vantagem do rolamento sobre a bucha. Para medidas superiores, p.e. para $\phi = 70$

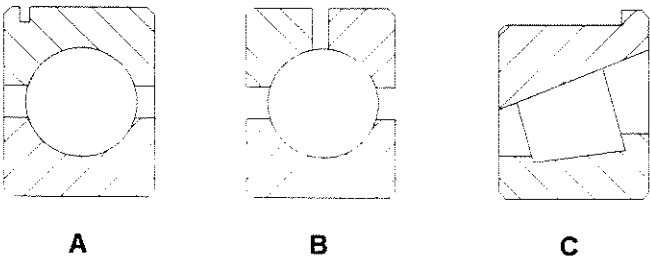


Fig.4- 08, tipos de rolamentos para uso especial

as demais considerações (de 4.8.2.a) até 4.8.2.f)), aconselha-se sempre o uso do rolamento.

Isso porém, não é uma resposta absoluta, pois no balanço da escolha bucha - rolamento, é preciso observar outros fatores, como por exemplo o tamanho da série a ser fabricada. De fato, se a série apresentar grandes números, deve ser considerado que poderia ser reduzido o sobremetal no bruto da bucha, e a usinagem da mesma poderia ser automatizada, reduzindo com isso os erros de tolerância, os tempos de fabricação e de montagem.

Com isso, o custo das buchas diminui com o tamanho da série, entretanto os custo dos rolamentos, pelo contrário, permanecem quase inalterados. A conclusão sobre a escolha do binômio bucha - rolamento indica que para pequenas séries é sempre preferível o rolamento, para séries maiores a escolha deve ser feita em função do grau de automação do equipamento a disposição na empresa.

O uso dos rolamentos de esferas, de rolos cilíndricos e cônicos e de agulhas é de conhecimento geral. Menos difundidos é o conhecimento dos tipos especiais, como aqueles representados na fig. 4-08/A/B/C., cujas aplicações podem representar uma notável contração dos custos, ou pelo menos resolver problemas de usinagens difíceis a ser executadas.

Na fig. 4-09 são visíveis duas aplicações típicas. Em ambos os casos, o uso dos rolamentos especiais permite a usinagem dos rebaixos dos encostos, mediante uma simples regulagem da mesma ferramenta que serve a usinar o alojamento dos rolamentos. A unicidade

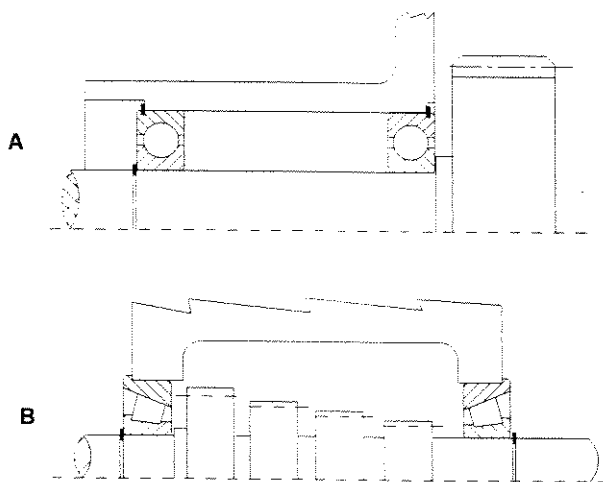


Fig. 4-09, aplicação dos rolamentos especiais da fig. 4-08

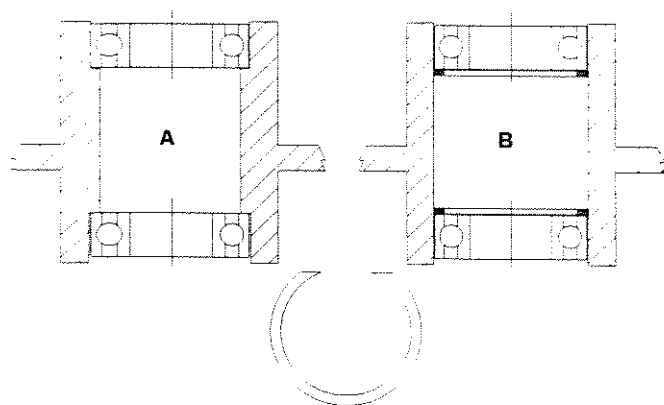


Fig. 4-10, visível diferença de custo de usinagem devida à uso do anel elástico

dos alojamentos, conseguível com uma simples operação, além de conferir uma precisão decisivamente superior à qualquer outro tipo de configuração, que inevitavelmente seria constituída por diferentes superfícies, possibilita a sua realização qualquer que seja o equipamento a disposição na empresa.

Na figura 4-10/A), é indicado um sistema de bloqueio leve do eixo,

típico dos casos onde quase não existem esforços axiais.

No caso da figura 4-10(B), os anéis elásticos de bloqueio podem perfeitamente substituir os sistemas mais rígidos, como porcas SKF - encosto.

4.8.1.3. ANEIS E BUCHAS ELÁSTICAS.

O uso de sistemas de bloqueio elásticos é muito difundido na Europa. A razão de ser desta prática, é sempre dirigida à eliminação de custosas usinagens, como aquelas que se tornam necessárias para manter superfícies exatamente coaxiais, mas que requerem diferentes fixações das peças a ser usinadas. Um brilhante exemplo de aplicação do anel elástico, é visível na fig.4- 10, onde a solução B), substitui a custosa solução original A).

De fato, esta última solução estava prevendo dois alojamentos perfeitamente coaxiais, cuja execução era dificultada por necessitar inverter a fixação da peça nas

garras do torno. Sendo inexistentes os esforços axiais, a introdução de dois robustos anéis elásticos no alojamento executável com uma única operação, resolve perfeitamente o problema, com custo inferior à metade em relação à solução original. Na fig. 4-11 estão sendo representado um outro tipo de anel elástico, nas duas versões interna A) e externa B), bastante

em uso na indústria automobilística.

Estes anéis, podem ser usados também como mostra a figura 4.11/C). Nesta aplicação o projetista conseguiu eliminar usinagem para trava do eixo da roldana, evitando assim demoradas roscas e também as eventuais porcas.

Um anel especial, que pode ser também chamado de bucha elástica, é visível na fig.4-12 que mostra uma das várias aplicações. Esta bucha é muito usada na Europa, e serve para transmitir torques também de

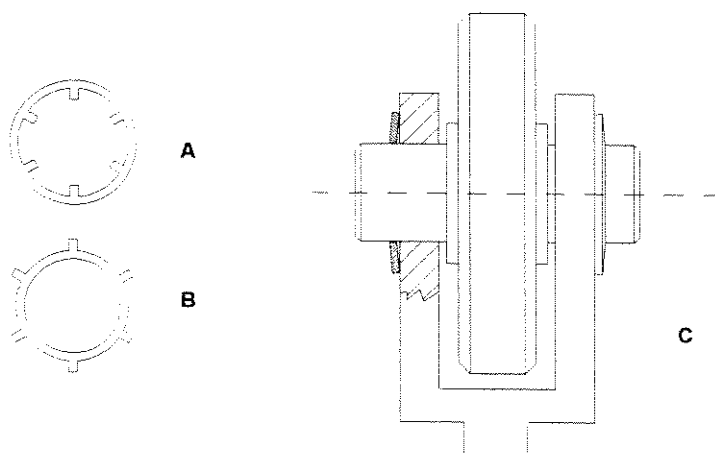


Fig. 4-11, bloqueio do eixo com anéis elásticos

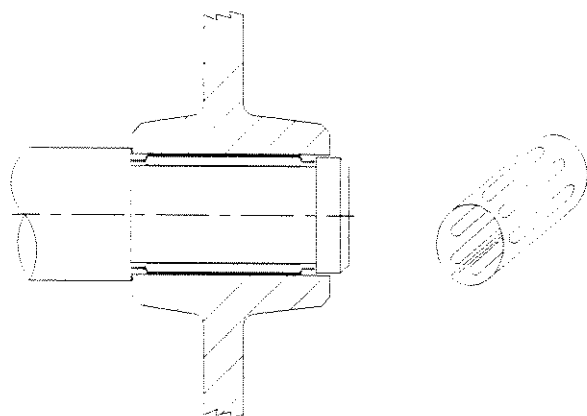


Fig. 4-12, acoplamento forçado mediante bucha elástica

uma certa importância, evitando custosas usinagens para abrir a cava de chaveta no eixo e na peça a ser conduzida.

A sua aplicação, requer somente um rebaixo de medida tabelada com tolerância aberta, assim que o anel comprimido gere o atrito suficiente para transmitir a potência dada. Estas buchas são conhecidas também como anéis compensadores, pois podem ser aplicadas para compensar pequenos erros de excentricidade entre duas o mais sedes de rolamentos. Uma aplicação que reduz notavelmente custosas usinagens com tolerâncias apertadas, é visível na fig. 4-13, onde é representada a solução para montar um eixo sobre três rolamentos. Este tipo de operação é economicamente quase impossível, com uso de sistemas tradicionais. A solução apresentada mostra três câmaras coaxiais usinadas na peça, mas querendo, as câmaras poderiam ser conseguidas operando três rebaixos sobre o eixo. Como é intuitivo, em alguns casos, as buchas elásticas podem substituir também os custosos rolamentos oscilantes, com resultantes vantagens econômicas.

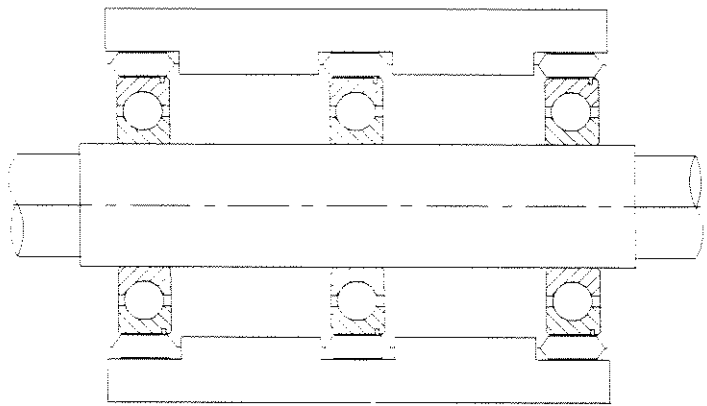


Fig. 4-13, compensação dos erros de montagem

4.8.1.4. ACESSÓRIOS EM RESINA.

Muitas peças que antigamente costumava-se projetar e fabricar caso a caso, hoje em dia são encontrados no mercado supridor, sendo fabricadas por empresas especializadas em acessórios industriais. Manipulas, volantes, maçanetas, indicadores de nível, pequenas pulias etc., podem ser encontradas facilmente. O que deve ser salientado a este propósito, é o ponto, ou melhor o número de peças de série, que desbalança a escolha entre a fabricação interna ou a compra no mercado. Por exemplo, um volante de diâmetro $\phi = 200$ mm. em resina de alta resistência e dotado de bucha de aço semi acabada interna, como aquilo indicado na figura 4-14, pode ser encontrado no mercado com preço de aproximadamente 10.00 US\$. Se tivéssemos de projetar e fabricar internamente uma peça similar em ferro fundido, os custos de realização poderiam ser calculados como a seguir:

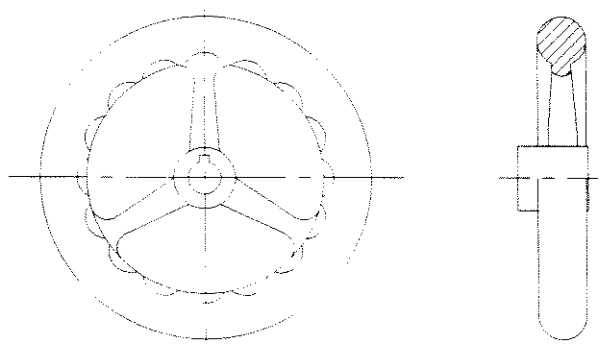


Fig. 4-14, volante em resina de alta resistencia

Tab. 4-06, comparação de custo entre fabricação e compra do volante da fig. 4.14

Item	Operações	Custo do material	Tempo de operação	Custo total \$
A	Projeto		60 min.	50,00
B	Organização processo produtivo		120 min.	60,00
C	Execução do modelo			2.500,00
D	Emplacamento modelo			1.200,00
E	Fundição em f.f. cinzento (3 Kg.)	1,50		4,50
F	Usinagem bucha		5 min.	0,80
G	Acabamento superficial			0,30

O custo poderia ser calculado mediante a expressão:

$$\text{Custo} = [(A + B + C + D) / N] + E + F + G$$

O número N de volantes a ser fabricado internamente para que resulte economicamente conveniente, resultaria:

$$N = 866$$

4.8.2. As peças especiais padronizadas.

O uso intensivo de peças normalizadas é uma exigência bastante sentida no âmbito industrial, qualquer que seja a dimensão de empresa. Um pouco de duvida a respeito do uso de peças padronizadas, ainda é possível a ser encontrada nas pequenas indústrias, pois é pensamento difundido nos técnicos, que somente as grandes séries

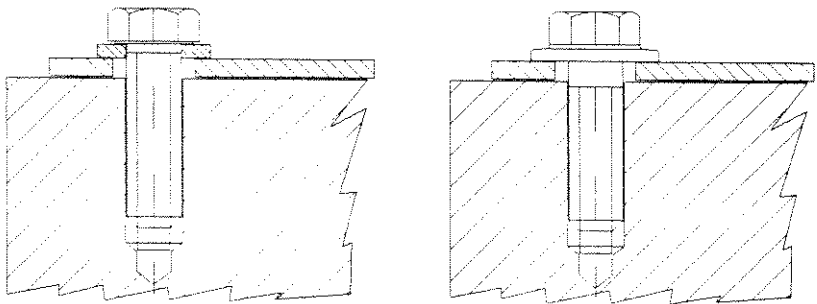


Fig. 4-15, o uso de parafuso especial padronizado evita fabricação de aruela e seu custo de montagem

possam usufruir de elementos ou partes dos próprios produtos normalizados. Na prática resulta exatamente o contrário, pois na grande série normalmente é extremamente vantajoso usar elementos não normalizados, e projetar os próprios padrões especiais.

Na fig. 4-15, é representado um exemplo de padronização de um parafuso especial: trata-se de uma série muito grande (80-90.000 peças/ano) de elementos normalmente usados numa indústria de eletrodomésticos, para fixar a tampa posterior de uma máquina de lavar.

Se o projetista tivesse elegido um parafuso normalizado, teria necessitado prever também a relativa arruela para cobrir o furo exigido maior para poder executar a montagem na

linha automatizada. A arruela por sua vez, além do custo próprio, trai uma operação a mais para ser montada sobre o parafuso.

A solução de usar um parafuso com cabeça especialmente desenhada, não somente custa menos do conjunto parafuso - arruela normalizado, mas resolve também a dificuldade de

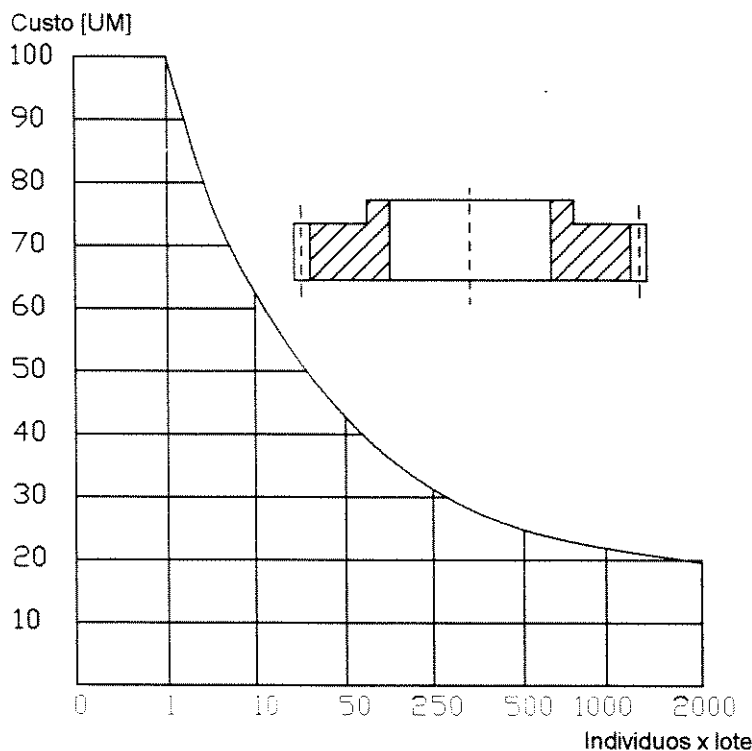


Fig. 4-16, variação do custo em função do tamanho de lote

assemblagem precedentemente exposta. As considerações acima, para o parafuso, resultam válidas também para peças mais complicadas, como por exemplo uma engrenagem. Imaginamos examinar a conveniência de usar padrões para fabricar uma engrenagem como aquela de fig. 4-16.

Se a engrenagem for fabricada em poucos exemplares, será produzida partindo de uma barra, torneando em torno paralelo e cortando os dentes com caracol. Se a série for de 30 - 60 peças, será conveniente torner num torno revolver e sucessivamente dentar em *pacotes* com caracol. Se a série for de alguma centenas de peças, compensa estampar, torner em torno automático e cortar numa Fellow.

Os custos relativos as operações das diferentes séries acima, são representados no gráfico da mesma figura, onde nas ordenadas são representados os custos em unidade monetária [U.M.] por peça, e nas abscissas a quantidade de série. No exame de gráficos similares, resulta para tanto evidente onde resida a conveniência de adotar padrões no projeto de peças especiais.

4.8.3. Brutos metálicos e/ou não metálicos indefinidos.

4.8.3.1. GENERALIDADES

Nos capítulos precedentes, evitou-se abordar o aspecto monetário de produção, uma vez que a economia do processo é decorrência também do uso de parâmetros tais como o tempo. Entretanto, quando o enfoque de economia envolver os materiais, duas unidades diferentes serão utilizadas: uma delas refere-se ainda ao tempo e a outra à um valor monetário puro, portanto não correspondente a outro parâmetro qualquer. Visando isolar este parâmetro do custo de instabilidade das moedas em relação ao tempo, estabeleceu-se que um minuto corresponde à 0,2 UM (unidade monetária).

$$1\text{min} = 0,2 \text{ UM}$$

Assim, torna-se fácil corrigir este parâmetro com relação à valores característicos de cada caso particular, incluindo também o aspecto tempo. Note-se que com o tempo, variam não somente os valores monetários, mas também a modernização dos equipamentos em função das pesquisas tecnológicas.

4.8.3.2. MATERIAIS FUNDIDOS DE USO COMUM

Vários são os materiais utilizados no campo de mecânica em estado bruto de fundição. Entre eles, os principais são: ferro fundido cinzento, aço, latão, alumínio e bronze.

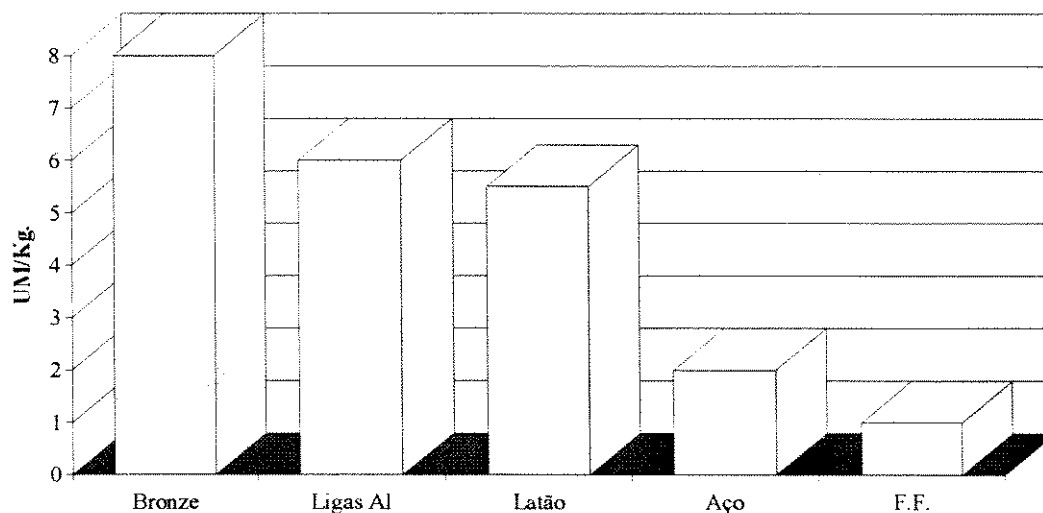


Fig. 4-17, custo dos metais por unidade de peso, VIVIANI, (1986)

Tomando como custo base 1Kg. de ferro fundido cinzento, e igualando-o à uma unidade monetária (1 UM), pode-se comparar o custo por peso unitário de cada material (fig. 4-17).

Observa-se porém, que as vezes, a despeito dos preços dos materiais serem fixados por peso, os projetista os ignoram, sendo todos os cálculos elaborados com base na unidade de volume.

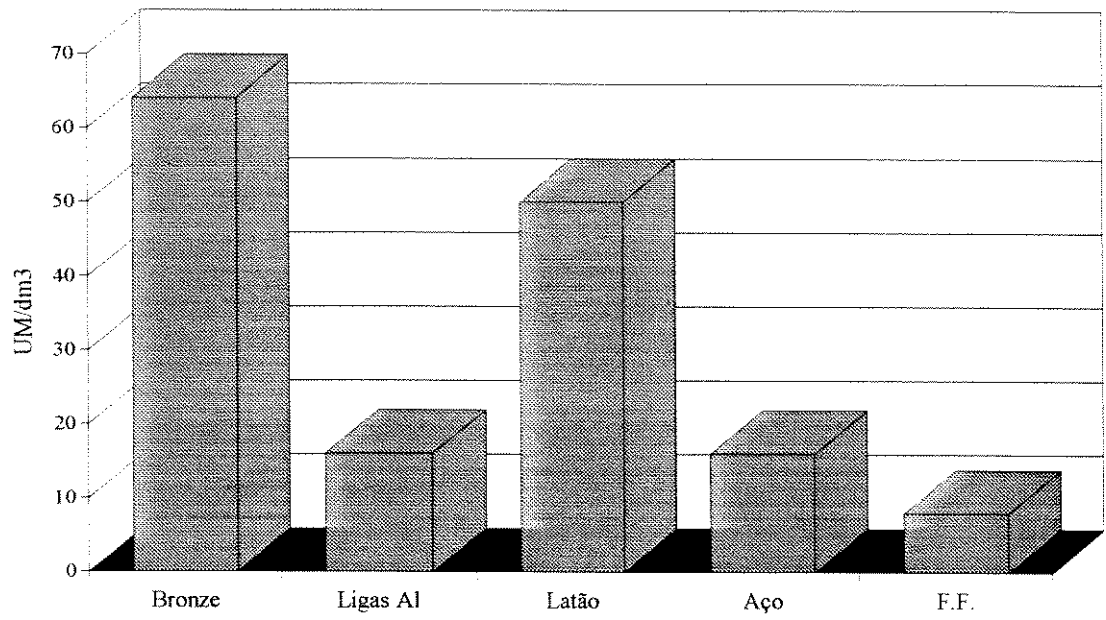


Fig.4-18, custo do material por unidade de volume, VIVIANI, (1986)

Os valores em termos de volume (dm^3), serão representados na fig. 4-18.

Muitas vezes esta última característica resulta mais importante até mesmo do que os valores de resistência. De fato, no projeto de alguma parte estrutural, como por exemplo bases de máquinas têxteis ou alavancas de comando em máquinas operatrizes, não é costume adotar seções baseadas estritamente no cálculo de resistência (pelo baixo esforço resultariam estruturas demasiado exíguas), e sim uma configuração determinada por razões de estética e aparência visual.

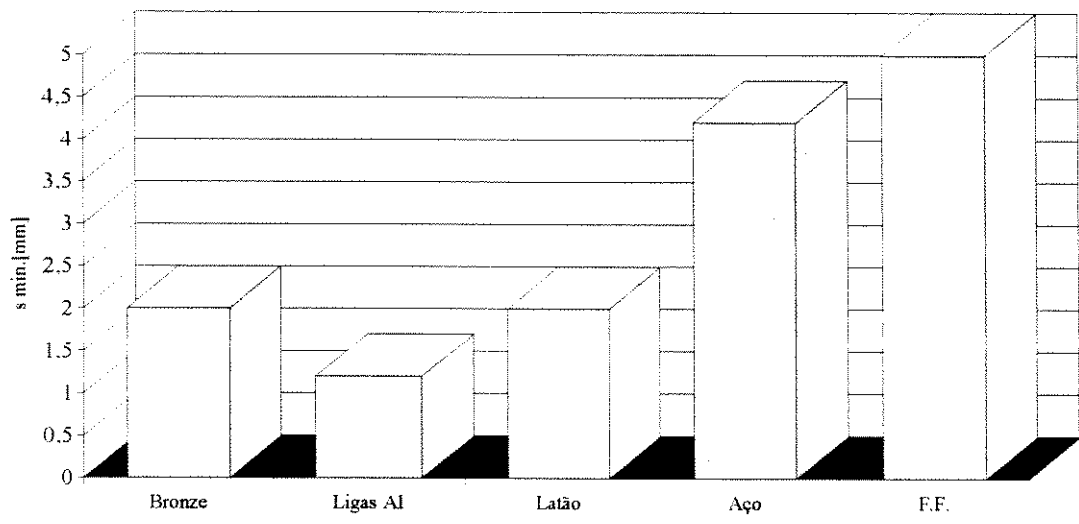


Fig. 4-19, espessura mínima aconselhavel por tipo de metal, VIVIANI, (1986)

Em projetos de meios de transporte como motocicletas, autos, aviões etc., o peso pode representar elemento decisivo. Neste caso, é oportuno consultar o gráfico de fig.4-19, onde estão representadas as espessuras mínimas que permite a fundição dos vários materiais.

Tomando em consideração estes pontos e examinando os gráficos até aqui apresentados, conclui-se que o f.f. é o material mais econômico quando as exigências principais se referem ao volume, desde que de limitada espessura.

Para exemplificar, examinamos a tampa visível em fig. 4-20. Trata-se de uma peça não sujeita à pressão, para tanto podem ser ignoradas as relativas características de resistência. Por estas razões, se o diâmetro D assumir valores abaixo de 150-200 mm. e se pretende-se fabricá-lo em f.f. cinzento, pode-se manter uma espessura ao redor de 3-4 mm..

Se houver a opção de adotar uma fusão de alumínio, a espessura não poderá ser inferior, sendo portanto, o volume resultante quase igual. Assim, é evidente a conveniência no

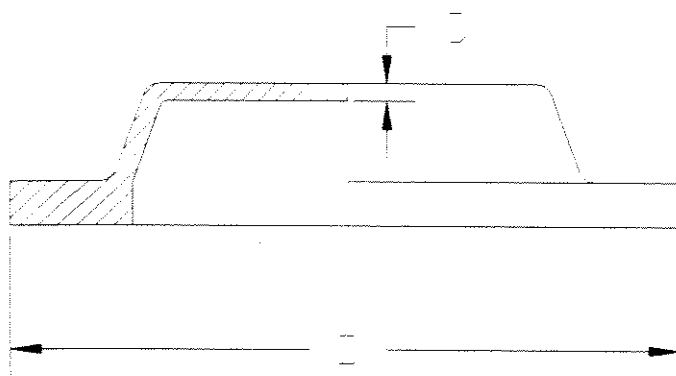


Fig. 4-20, tampa em metal

uso do ferro fundido. Entretanto, se o diâmetro supera os 450-500 mm., torna-se difícil reduzir a espessura do ferro abaixo dos 7-8 mm..

No caso de fusão em alumínio, pela sua maior escoabilidade, é perfeitamente possível manter a espessura ao redor de 3-4 mm., sendo mais conveniente a utilização deste material.

O ponto de equilíbrio quando a escolha recair entre esses dois materiais, obedece à seguinte fórmula:

$$(1) \quad E_a \times C_{v_a} / C_{v_b} = E_b$$

Onde

- E_a = espessura de a
- E_b = espessura de b
- C_{v_a} = custo do volume de a
- C_{v_b} = custo do volume de b

4.8.3.3. USINABILIDADE

Poucos são os componentes de máquinas que podem ser utilizados no estado bruto de fundição, para tanto as correspondentes considerações sobre a escolha econômica dos materiais, não apresentam-se tão simples como no caso acima para poder ser resolvida com a

fórmula (1), e os gráficos de custo por peso ou custo por volume. Nos demais casos, o processo de usinagem tem íntima correlação com a forma final de peça, uma vez que o custo de usinagem de superfícies pode envolver custos de ordem várias vezes o custo do material em bruto.

Outra característica de grande importância que sempre deve ser considerada, é a usinabilidade dos materiais a serem escolhidos. O conceito deste parâmetro é bastante complexo. Pesquisas recentes relacionam a característica cristalina estrutural do material em maior grau à usinabilidade como sendo uma característica inversamente proporcional ao tempo necessário para remoção de uma unidade de volume de cavaco, usando como constante a duração do movimento de corte.

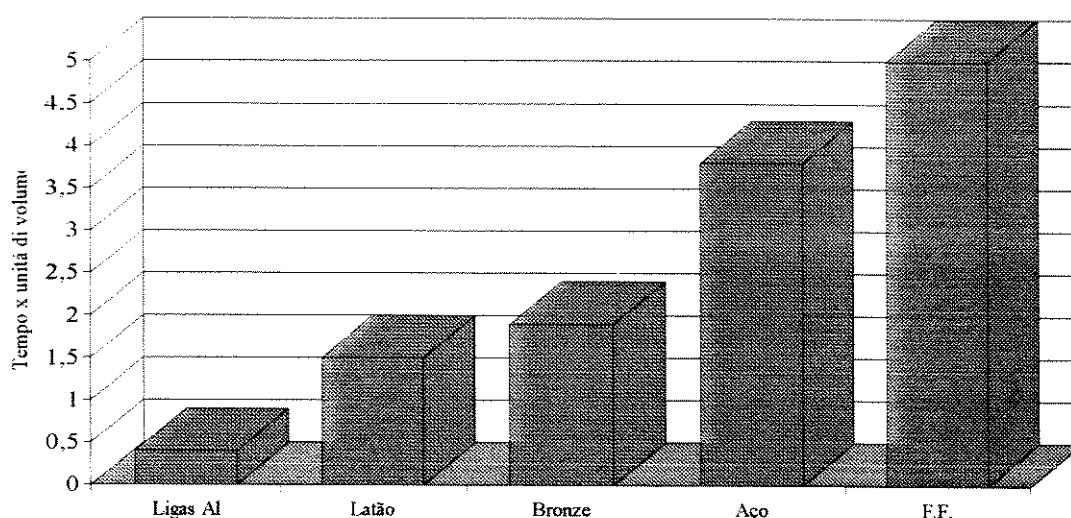


Fig.4-21, dificuldade de usinabilidade dos vários metais, VIVIANI, (1986)

Na fig. 4-21, observa-se que o alumínio apresenta grande vantagem em relação a outros materiais.

O ferro fundido e o aço são materiais de difícil processamento e de uso desaconselhado quando usados nas suas ligas mais comuns (de baixa resistência), portanto, conclui-se que:

- 4.8.3.3.1. Para mesmos volumes e pequenas superfícies a ser usinadas, o ferro fundido é um dos materiais mais econômicos.
- 4.8.3.3.2. O alumínio será o material mais indicado se for possível reduzir o volume em valores de 40% - 50% comparados ao de ferro fundido.
- 4.8.3.3.3. No caso de os componentes assumirem uma importância vital com relação ao peso final do produto, o alumínio leva vantagem devido à sua excelente usinabilidade.
- 4.8.3.3.4. O aço fundido comum (aço carbono) deve ser utilizado exclusivamente para peças de dimensões reduzidas com boas características de resistência, tanto devido ao custo volumétrico, quanto à usinabilidade. Um exemplo adequado é o caso das peças

microfundidas. Este material, apesar de ser indicado para estruturas mistas, como chapas de aço soldado, apresenta grande dificuldades na usinagem: a melhor usinabilidade com relação ao ferro fundido, é às vezes somente aparente, pois são comuns inclusões de areia sinterizada nas superfícies e presença de nódulos e pontos duros no interno o que dificulta em fundição as operações de rebarbação e sucessivamente, em usinagem, o uso de velocidades de corte apropriadas.

4.8.3.4. RELAÇÃO ENTRE O CUSTO DE MATERIAL E A USINABILIDADE.

As vezes, existe uma incerteza na definição de economia de materiais como ligas de alumínio e de ferro fundido, sendo variável peça a peça, a relação entre custo volumétrico, usinabilidade e espessura do material.

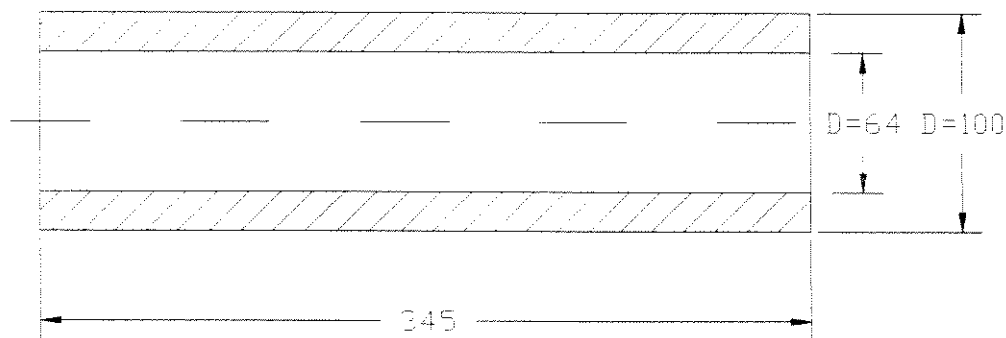


Fig. 4-22, peça para test de maquinabilidade

Uma vez que esses materiais quase sempre apresentam uma certa afinidade de uso, na maioria dos casos, podem ser intercambiáveis, é necessário encontrar uma relação que facilite a escolha mais conveniente.

Sendo que o bronze e o latão, além de apresentar o maior custo, também não apresentam grande maquinabilidade, a escolha fica limitada ao ferro fundido versus alumínio. Imaginamos de ter que usinar duas peças (Fig.4-22), cada uma constituída por um dos materiais acima de volume de 2 dm³ e de superfície a ser usinada igual à 10 dm².

Tab. 4-07, comparação dos resultados de maquinabilidade

	Ferro Fundido		Alumínio	
	Desbaste	Acabamento	Desbaste	Acabamento
Vel. de corte [m/min]	50,00	70,00	400,00	500,00
Avanço/giro [mm.]	0,36	0,10	0,36	0,10
Profundidade de corte [mm]	0,80	0,20	0,80	0,20
Tempo usinagem [min]	6,00	15,50	0,75	2,10
Tempo total [min]	21,50		2,85	

Supõe-se também que as duas peças precisam ser usinadas com idêntico passo de desbaste e um passo de acabamento.

Usando os dados de corte da tab.4-07, verifica-se os tempos de usinagem serem 21,5 min. para o f.f., representando um custo de 4,30 UM. O tempo de operação para a mesma peça em Alumínio não chega à 2,85 min., com um custo de 0,60 UM. E isso representa uma diferença de 3,70 UM em favor do Al. A diferença de custo volumétrico apresenta a vantagem de 3,6 UM a favor do f.f.

É evidente, que a vantagem de rapidez de usinagem do primeiro material, é totalmente eliminada pelo maior custo volumétrico. Conclui-se que para peças que apresentarem igual volume de cavaco removido, é quase indiferente usar um ou outro material, mas quando a relação superfície/volume a ser usinados apresenta valores maiores de 5 dm^{-1} , é mais conveniente usar o f.f., entretanto quando a relação apresenta valores inferiores à 5 dm^{-1} , é preferível usar o alumínio. Entretanto cabe acrescentar que o passo de acabamento é três vezes mais demorado de um equivalente passo de desbaste. Isso significa que caso seja necessário executar um número não conhecido de passos de desbaste e acabamento, para a escolha é oportuno usar a fórmula que a seguir estamos propondo:

$$K = \sum Su \cdot 3/4 \cdot (Nd / 3 + Na) / Vo$$

Onde:

Su	Superfície a ser usinada [dm^2]
Vo	Volume total de cavaco removido [dm^3]
Nd	Número de passos de desbaste.
Na	Número de passos de acabamento.

e para:

K > 5	→ É recomendado o uso de alumínio.
K = 5	→ Os materiais são equivalentes no efeito de custo.
K < 5	→ É recomendado o uso de ferro fundido cinzento.

Fica claro que a fórmula acima, pelo próprio caráter de aproximação, desconsidera uma série de fatores de menor relevância frente o prioritário aspecto econômico. Apesar disso, vale a pena examinar em detalhe alguns destes fatores, sendo que poderiam condicionar a escolha de material.

4.8.3.4.1. Para calcular os valores contidos na Tab.4-07, não foram tomadas em consideração as relações entre velocidade de corte, avanço por rotação e profundidade de passo. De fato, apesar de o número de passo ser função principalmente da dureza e do sobremetal, na prática verifica-se ser muito mais conveniente aumentar ao máximo a velocidade de corte e não a profundidade. Esta

última é, de fato, condicionada pela rigidez da peça e do sistema de fixação e é afetada pelas eventuais falhas estruturais.

4.8.3.4.2. O f.f. predispor-se, mais de outros materiais, as altas profundidades de corte.

Isso é devido ao efeito da própria fina camada superficial.

4.8.3.4.3. Peças confeccionadas em ligas de alumínio, uma vez que apresentam características favoráveis as altas velocidades de corte, podem ser usinadas com um único passo de acabamento, mediante uso de aptas pastilhas de metal duro.

4.8.3.4.4. Outro aspecto a ser considerado, é a dificuldade de manuseio das peças em f.f., especialmente aquelas que apresentam volumes maiores de 4 dm^3 . De fato, o elevado peso específico do f.f., que alcança valores três vezes maiores do Alumínio, significa incremento no tempo de montagem e fixação da peça na máquina ao ponto de, para volumes superiores à 6 dm^3 , ser necessário o uso de meios auxiliares de manuseio. Isso pode se traduzir em tempos não produtivos superiores aos tempos de máquina.

As considerações acima são altamente favoráveis ao uso das ligas leves, entretanto, podem não ser confirmadas pelas seguintes considerações respeito ao ferro fundido :

4.8.3.4.5. O uso do f.f. não é limitado à ligas de baixa resistência mecânicas; ao contrário utilizam-se sempre mais freqüentemente altas ligas especialmente de estrutura nodular. Estas ligas tendem, em alguns casos, a substituir os aços carbono. As modernas fundições permitem a obtenção de ferros isentos de porosidade e inclusões, fato bastante comum quando procura-se fundir em terra as ligas de alumínio.

O exemplo a seguir, esclarece como pode-se determinar rapidamente a conveniência de uso de ligas de alumínio ou de ferro fundido, pelo projeto de duas peças cuja similaridade é somente aparente.

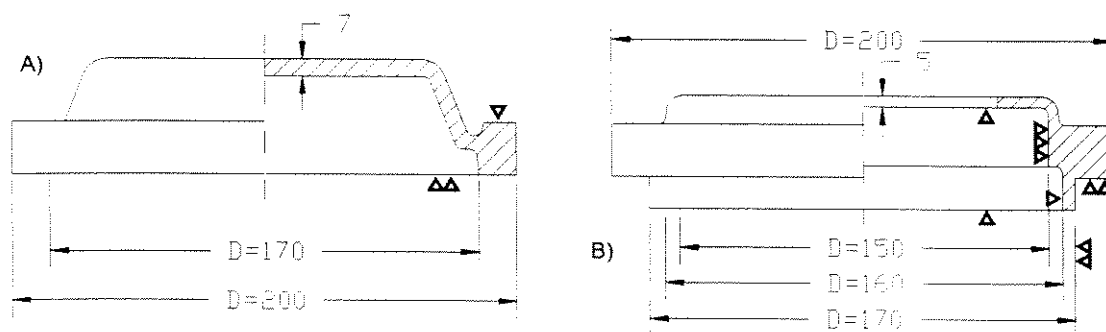


Fig. 4-23, exemplo de elaboração do projeto em função do tipo de material

Na fig.4-23, estão sendo representadas duas tampas A) e B), caracterizadas por dimensões similares, que entretanto, através uma verificação das características de custo, volume e superfície usinada, apresentam resultados totalmente diferentes.

A geometria da peça A), revela um volume de $0,42\text{dm}^3$ e a figura da tampa B), um volume de $0,46\text{dm}^3$, mas os valores da relação **K**, indicam $K_{A)} = 3,20$ e $K_{B)} = 10,22$. Isso especifica que a peça A) deverá ser produzida em f.f., e a peça B) em liga de Al. Para verificar quanto deduzido pela fórmula **K**, observe-se a Tab.3-08, onde estão relatados os dados de custo pelas duas peças, no caso de ser produzidas em f.f. ou em liga Al.

Tab. 4-08, comparação econômica dentre as soluções da fig.4-23

	Tampa A)		Tampa B)	
	F. Fundido	Liga Al	F. Fundido	Liga Al
Custo material [UM]	3,36	6,72	3,68	7,36
Custo Usinagem [UM]	2,20	0,60	5,40	0,70
Custo Total [UM]	5,56	7,32	9,08	8,06
% de variação de custo usando f.f. em comparação à ligas Al.	-31,65		+12,65	

4.8.4. Produtos semi - acabados.

4.8.4.1. GENERALIDADES

No uso comum da palavra, entende-se como material semi - acabado aquele que se apresenta ainda no estado bruto, mas que em realidade já foi submetido a algum processo de transformação, quase sempre executado pelo próprio fabricante com a finalidade de produzir uma forma particular, com características mecânicas e/ou metalúrgicas estabelecidas.

Na tabela 4-09 , são apresentados os processos de produção mais comuns que definem a característica de semi - acabado em função do material a ser transformado. A tabela é apenas indicativa, pois nem todas as ligas de um determinado material aceitam os processos indicados.

Pode ocorrer também que alguma transformação não indicada possa ser executada em determinado metal quando o mesmo apresenta condições específicas de liga ou meios especiais de produção. Entretanto, esta tabela é dirigida aos projetistas e não aos técnicos de processo, que conhecem bem tais transformações.

4.8.4.2. PROCESSOS TECNOLÓGICOS DE PRODUÇÃO COM MATERIAIS SEMI - ACABADOS.

Distingue-se duas classes básicas : determinados e indeterminados:

4.8.4.2.1. Um semi - acabado determinado, é aquele que foi projetado para uma finalidade específica, como por exemplo um barramento, um perfilado de forma especial, uma tampa, etc...

Tab. 4-09, processos aceitáveis por cada tipo de material, VIVIANI,(1986)

	A ço l i n o x	A ço l i g a	A ço b i n o x C.	F. F. C i n z e n t o	F. F. M a l e á v e l	F. F. N o d u l a r	B r o n z e	L a t ã o	L i g a s d e A l.	Z a m a c
Fundição em terra	x		x	x	x		x	x	x	x
Fundição em molde				x			x	x	x	x
Fundição sub pressão								x	x	x
Microfusão	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Estampagem a quente	x	x	x				x	x	x	
Estampagem a frio	x		x					x	x	
Estrusão			x					x	x	
Estrusão continua	x	x	x					x	x	
Sinterização	x	x	x				x	x	x	
Conformação a frio	x		x					x	x	
Torneamento em chapa	x		x					x	x	
Torneamento automático		x	x				x	x	x	
Laminação	x	x	x				x	x	x	
Trefilação	x		x				x	x	x	

4.8.4.2.2. Um semi- acabado indeterminado é aquele que foi produzido independentemente da forma e medida final a que se destina pelo projeto, podendo ser aplicado à uma série de usos sequer imaginados pelo seu projetista. Exemplos de materiais semi - acabados indefinidos, são os laminados, perfilados, trefilados, etc..

Assim sendo, observa-se que um semi - acabado indefinido, apresenta um custo inferior ao definido, pois por maior que seja a produção deste último, nunca poderá ter a procura do similar indefinido.

CAPÍTULO 5

ESTUDO METODOLÓGICO FOCALIZADO SOBRE OS CUSTOS DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM DOS PRODUTOS.

5.1. GENERALIDADES

Como visto anteriormente, a industrialização após a saída do projeto dos departamentos de engenharia de projeto é o maior problema que se apresenta na realização de um novo produto. As dificuldades de realização, com que então se defronta a engenharia de fabricação são de tal ordem que, as vezes, torna-se necessário revisar completamente o projeto, ou no limite, o redesenhar completamente. Nestas condições, mesmo com a revisão, verificar-se-ão custos de fabricação elevados devido à dificuldade de se encontrarem projetistas com sólida experiência adquirida em anos de prática atenta e laboriosa. Pode-se porém afirmar que a análise cuidadosa do projeto, quase sempre permitirá encontrar a solução mais econômica, quando por parte do técnico forem bem conhecidos os parâmetros e as limitações características das várias máquinas operatrizes e dos relativos processos de transformação de forma.

Relativamente aos produtos mecânicos os processos de transformação mais recorrentes nas indústrias, podem ser associados em três grandes famílias:

5.1.1. Processos de transformação para remoção de cavaco (usinagem em geral.).

5.1.2. Processos de transformação dos produtos semi-acabados (fundição, estrusão, injeção, conformação a quente, etc.).

5.1.3. Processos de montagem.

Conforme esta distinção, relata-se a seguir, os pontos salientes do conjunto de casos examinados nas três famílias.

5.2. O PROJETO COMO FUNÇÃO DO PROCESSO DE USINAGEM CONVENCIONAL.

Com os notáveis progressos na informática, o setor produtor de máquinas ferramentas apresenta agora sistemas de usinagem automatizados com sofisticados "softwares" de controles. Estas máquinas, geridas por unidades centrais ou periféricas, podem instaurar eficientes diálogos com as unidades centrais de monitoramento.

Todos estes avanços tecnológicos, parecem ser dirigidos principalmente na procura de reduzir os tempos de movimentação e montagem das peças a serem usinadas na máquina, como os tempos que passam entre uma usinagem e a sucessiva, os tempos de troca dos ferramentas e ferramentais, etc...

Em definitiva, o alvo aparenta ser principalmente a redução dos tempos de "Set-Up".

Os tempos de máquina propriamente ditos, tendem também a ser reduzidos pelo aprimoramento dos ferramentas de corte e pela sempre maior rigidez e potência das máquinas, mas a relação entre os vários volumes de cavaco removido pela unidade de potência na unidade de tempo, correspondentes aos diferentes tipos de máquina, permanecem aproximadamente constantes. Em termos de projeto, isso significa que na eleição de uma das possíveis formas da peça, assume um peso relevante a compatibilidade com o tipo de máquina apta à executa-la.

Uma indicação bastante prática para comparar entre si o rendimento das várias máquinas operatrizes, pode ser observado na tabela 5-01 a seguir, onde estão sendo relatados os diferentes volumes médios de cavaco de ferro fundido cinzento (DIN. G25 dureza 180 Hb), removidos na unidade de tempo por cada c.v. de potência aplicada as várias máquinas.

Tab. 5-01, Volumes médios removido na unidade de tempo por cv absorvido.

Tipo de Máquina Operatriz	Volume médio removido
Torno	53,0 cm ³ /Cv min.
Furadeira	28,0 cm ³ /Cv min.
Fresadora	25,0 cm ³ /Cv min.
Retifica	1,4 cm ³ /Cv min.

Vistos os rendimentos acima, resulta claro que no projetar qualquer peça, quando possível, é sempre mais econômico pensar em formas a ser executadas com uso preferencial de torno.

Um exemplo citado por FARAUDO, G., (1957), é o seguinte:

Pode-se imaginar de projetar um tirante, e que as formas entre as quais o projetista deve decidir, sejam as representadas na fig. 5-01. A solução A) apresenta na cabeça uma

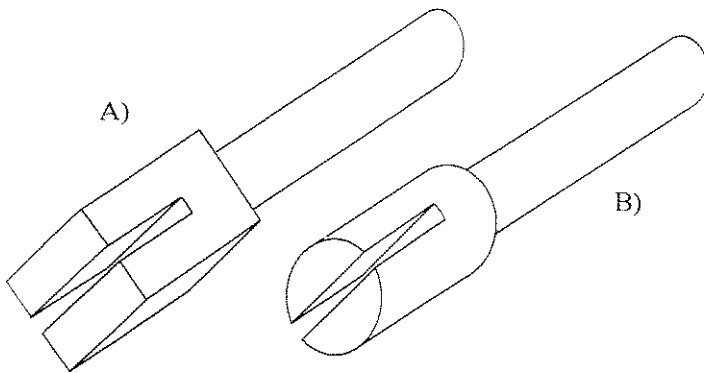


Fig. 5-01, diferentes soluções de tirante
FARAUDO, G.,(1957)

seção quadrada de lado 20 mm. e comprimento 40 mm. O tirante propriamente dito apresenta diâmetro de 10 mm. e comprimento 100 mm.. Para conseguir esta forma, admitindo que todas as partes sejam usinadas, é necessário torneare o cilindro de $\Phi 10$ mm., e sucessivamente fresar a cabeça mudando a fixação pelo menos uma vez (fresa de

pacote). A solução B), também se apresenta a seção resistente idêntica, apresenta-se constituída por uma peça completamente cilíndrica com diâmetro inicial $\Phi 20$ mm. , o que significa que pode ser usinada na mesma máquina (torno), sem mudar de posição, com evidente significativo redução de tempo. Ainda se for usado um trefilado para o caso A), apesar de este último apresentar dificuldades a ser encontrado, note-se que o torneamento deveria apresentar velocidades de corte bem inferiores devido à descontinuidade da superfície a ser torneada. Em fim, na melhor das hipóteses, o calculo comparativo indica que a solução A) apresenta custos quase cinco vezes superiores à solução B).

Sem entrar em detalhes de como deveria ser projetada cada peça em função do tipo de máquina à qual é destinada, indica-se a seguir as principais limitações de cada tipo de máquina, que é preciso considerar durante o projeto, ao fim de evitar as relativas condições de uso.

5.2.1. As operações de furação

As brocas são ferramentas caracterizadas por um diâmetro e por um comprimento normalizados ou especial. A profundidade de corte é estabelecida em função do ângulo da aresta e da velocidade de rotação. Aumentando o avanço por giro, além do limite desta função, nota-se que o rendimento cai rapidamente.

As características de rendimento das brocas são visíveis na fig. 5-02, que representa a variação do avanço máximo e a variação do volume removido na unidade de tempo, em função do diâmetro.

Por meio deste diagrama verifica-se que o máximo avanço é atingível com as brocas caracterizadas por $\Phi=6$ mm.. Por isso, quando possível, os furos tem que ser projetados com essas medidas, evitando diâmetros inferiores.

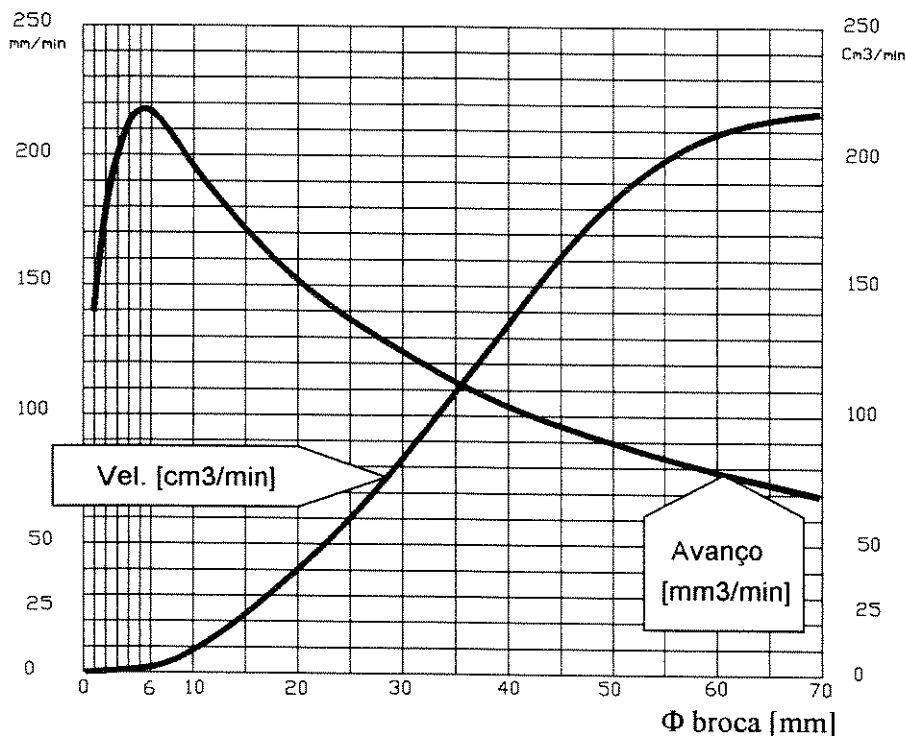


Fig. 5-02, relação entre volume removido e velocidade de avanço durante a furação

Como pode-se observar, quando o furo é necessário para unicamente remover material, por exemplo no caso de furos de alívio, resulta que quanto maior for o diâmetro, maior será o volume removido. Isso até diâmetros de 60 -70 mm.; a situação mais favorável, porém, é para os furos cujo diâmetro varia entre 28 e 30 mm.

A problemática que afeta o técnico na escolha de soluções que envolvam operações de furação é muito variável, sendo necessário bastante cuidado não somente na determinação dos diâmetros e das profundidades, mas também do número e posição dos furos, isso sempre tendo em conta as exigências de economia nas máquinas disponíveis pela execução. Uma solução à esta problemática resulta muito bem representada pelo uso de técnicas da **teoria de grupo**, OPIZ, H. (1967).

5.2.1.1. EXECUÇÕES DE FUROS

5.2.1.1.1. Furos profundos.

O problema maior que se apresenta nesta operação, é o desvio das brocas, que assume valores apreciáveis quando a relação profundidade/diâmetro (P/Φ) atinge valores superiores à 3-4. Considerando a necessidade de projetar furos profundos com relação $P/\Phi > 3-4$, as soluções podem ser várias. a fig. 5-03 apresenta três soluções que minimizar o defeito.

Solução A) : Executar um furo menor e sucessivamente o retificar com alargador. Esta solução é porém muito condicionada pela rigidez do alargador e pela necessidade de pequena entidade do desvio.

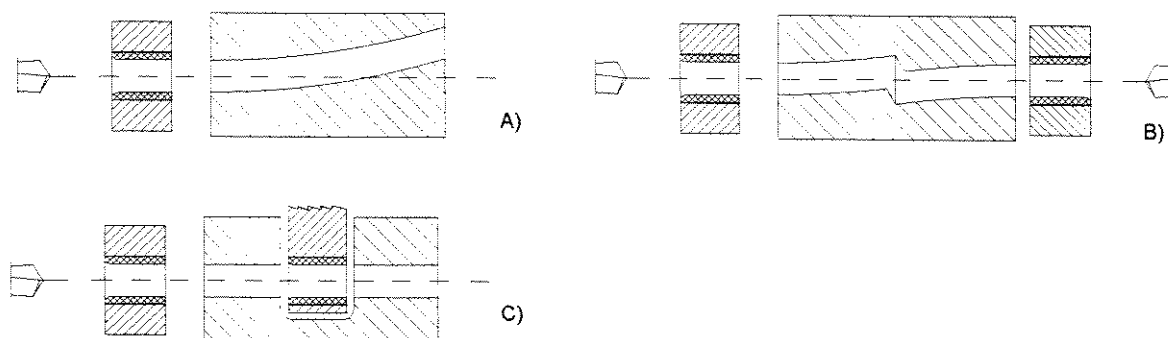


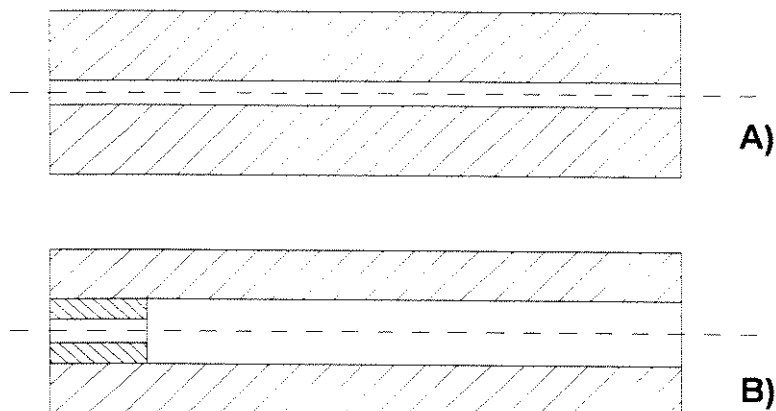
Fig. 5-03, diferentes soluções p/ execução de furos profundos

Solução B) : Executar o furo operando pelos dois lados da peça. O desencontro apresentará defeito muito menor e as vezes não apreciável. Pode-se porém introduzir erros se o furo não for executado com máquina de indexagem suficientemente precisa, ou se as buchas de guia não forem perfeitamente coaxiais. A solução resulta porém de alto custo.

Solução C) : Mudar (se possível) o projeto da peça, prevendo oportuna descarga para alojamento da bucha de guia intermediária. A solução, quando for possível, apresenta o máximo da economia com o máximo da precisão.

5.2.1.1.2. FUROS PROFUNDOS DE PEQUENO DIÂMETRO.

Tendo-se necessidade de executar furos cujo diâmetro exerça a função de calibrador, por exemplo na passagem de líquido em vazão/pressão controlada, é preferível, quando for



possível, furar com diâmetro maior e depois reduzir com estojo calibrado. A fig. 5-04 esclarece o conceito.

A substituição aparentemente parece mais complicada, pois introduz um elemento a mais (estojo), mas na prática o custo total resulta bem menor. A título de exemplo, para executar um furo com diâmetro de 3 mm. e profundidade 80 mm,

em uma peça de aço SAE 1045, é preciso o uso de broca especial cujo custo de fabricação pode atingir acerca de 50 vezes o custo da broca normal, é preciso uso de furadeira especial

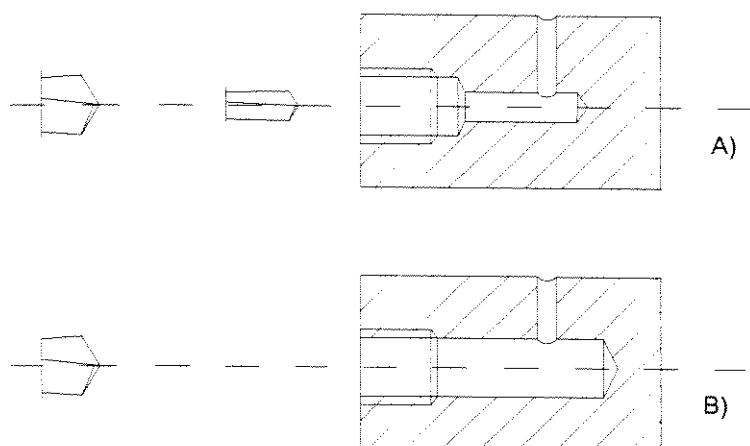


Fig. 5-05, furos e roscas p/ engraxadeira, soluções alternativas

(para permitir a rotação da peça) de alta velocidade (~3.000 r.p.m). Com isso, sempre que for possível, a operação demora pelo menos 8 min. com necessidade de reafiação das arrastes de corte a cada duas operações. O custo total levantado é de mínimo cinco vezes o custo de furação com broca de diâmetro 6 mm. (furadeira normal, tempo 1,5 min.) mais

o custo de produção do estojo calibrado (torno automático, tempo 0,1 min.).

5.2.1.1.3. Furos cujo diâmetro não é importante.

Um exemplo característico é o da fig.5-05, representante o caso (A) onde o furo original de lubrificação é sucessivamente alargado para formar a rosca da engraxadeira.

A solução B) mostra que o furo de lubrificação é executado com a mesma broca necessária para preparação da rosca.

Além de evitar a furação com broca de pequeno diâmetro, com a mudança indicada elimina-se uma operação e a troca de ferramenta ou repasse em outra máquina.

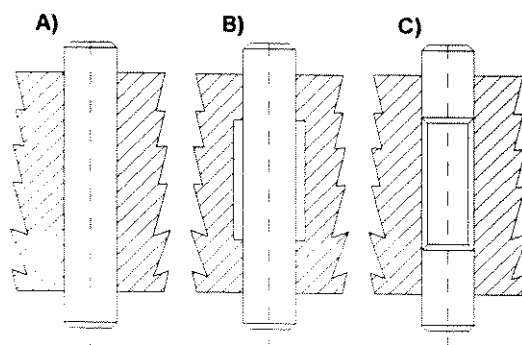


Fig. 5-06, diferentes soluções para correção de desvio do furo

5.2.1.1.4. Correção de furos desviados.

Devido à profundidade de alguns furos, as vezes é problemático alojar um fuso de precisão pois este fuso deveria subir uma flexão para acompanhar o desvio.

Na fig. 4-06 são apresentadas duas soluções:

Solução B) : Descarregar o furo. Operação difícil e economicamente pouco viável.

Solução C) : Descarregar o fuso. Mais fácil e no caso de fuso retificado, ainda bem mais econômica.

Na fig. 5-07 onde está indicada uma peça que apresenta uma série de suportes, a

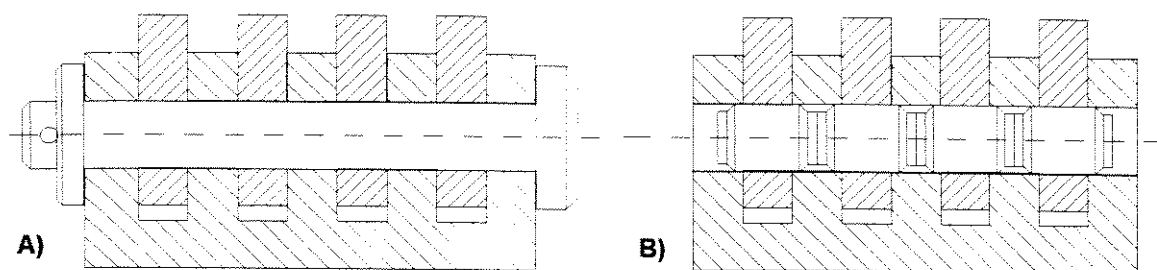


Fig. 5-07, alternativas para correção do desvio do furo profundo.

solução de descarregar o eixo é inútil. Uma brilhante solução é a B), onde o eixo único é substituído por uma série de estojos separados e descarregados nas extremidades. Este tipo de solução evita a formação de tensões sobre o eixo devidas à erros de desvio na furação dos suportes. Ainda mais, no caso de produção em série, a fabricação dos estojos pode ser conseguida mediante torno automático, com evidente contração dos relativos custos.

5.2.1.1.5. FUROS DE DIFÍCIL ACESSO.

Um dos casos mais problemáticos apresenta-se na execução de furos de adução ou descarga de lubrificante, nos mancais existentes nas caixas de engrenagens e similares de máquinas

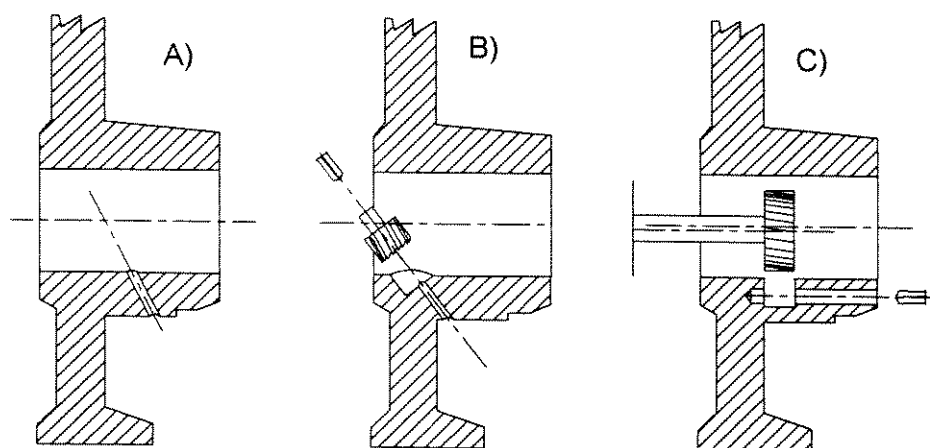


Fig. 5-08, soluções p/ furos de difícil acesso.

ferramentas (fig. 5-

08 A), onde a geometria apertada rende extremamente difícil o uso de buchas de guia.

As soluções apresentadas, B) e C), são as mais racionais. A solução B) consiste em uma operação de fresa preventiva, para que, na operação sucessiva, a ponta da broca encontre uma superfície plana e não inclinada. Em particular a solução C), que evita furos inclinados, pode ser conseguida com grande vantagem durante o processamento nos centros de usinagem.

5.2.1.1.6. FUROS PARCIALMENTE ABERTOS.

As vezes, por erro de projeto de peças fundidas, é necessário usinar furos em volumes descontínuos, como visível na fig. 5-09. Neste caso, a providencia a ser tomada é de furar com duas brocas: a primeira normal mas de diâmetro inferior, a segunda com ângulo de penetração igual a zero.

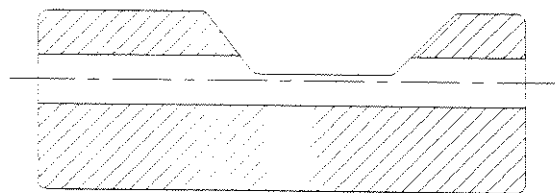


Fig. 5-09, furo parcialmente aberto

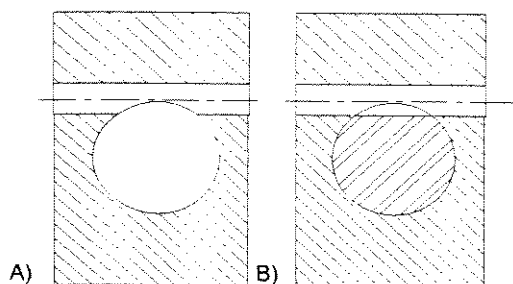


Fig. 5-10, solução p/ reduzir desvio nos furos parcialmente abertos

Quando possível, como nos furos entre duas superfícies, onde a broca sem dúvida desvia na direção da superfície aberta (fig. 5-10 A), a melhor solução (B) é de encher o vazio com oportuna superfície auxiliar endurecida. No caso de peças únicas, é mais conveniente o simples tamponamento do vazio mediante peça ou estojo fabricado com mesmo material a ser usinado.

usinado.

5.2.1.1.7. FUROS SOBRE PAREDES INCLINADAS.

É possível furar com broca guiada por uma bucha, se a superfície for inclinada menos de 30° (Fig. 5-11, solução A).

Se a inclinação for superior, para evitar o desgaste lateral da bucha e da broca, é mais conveniente preparar a superfície mediante um escariado operado com fresa ou com broca de ângulo de penetração igual a zero (solução B).

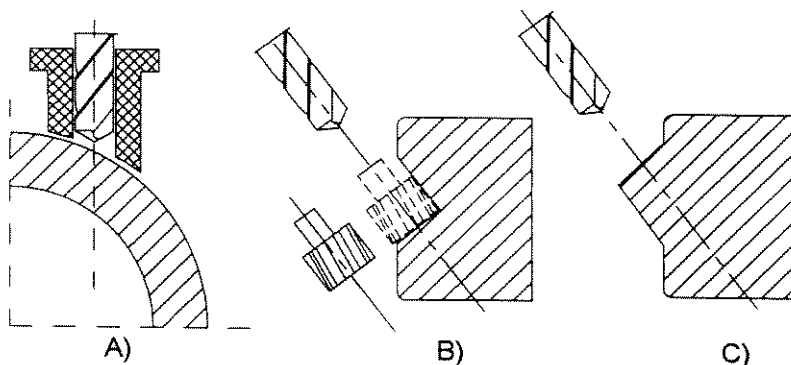


Fig. 5-11, soluções p/ executar furos em paredes inclinadas

Sem dúvida a solução mais econômica é obtida providenciando um oportuno ressalto na peça em sede de projeto, como apontado na solução C).

5.2.2. As operações de torneamento.

Pelas considerações de volume de cavaco removido na unidade de tempo, é evidente que no projeto de partes a ser usinadas o torneamento representa um peso não indiferente. Por isso no desenho destas partes, nunca pode-se esquecer do tipo de máquina disponível pela relativa execução. A forma a ser decidida pela sucessiva usinagem, pode assumir várias configurações a segunda de número de peças e tipo de máquina. Por exemplo, em caso de peças simples, como eixos de engrenagens de pequenas e médias máquinas, pinos de bielas, etc., poderiam ser usinadas em tornos paralelos, revólveres, copiadores, de controle numérico ou tornos multimandris. A conveniência de escolha entre estes, VIVIANI, V.,(1980) é representável por diagramas do tipo representado na fig. 5-12, onde as curvas relativas a cada escolha, cria uma correspondência biunívoca entre número de peças e custo.

A escolha da máquina, determinável em função do número de peças da série a ser

produzida, envolve a sucessiva escolha de forma a ser mais apropriada.

Relata-se a seguir o exemplo relativo ao projeto de um eixo cuja série possa apresentar os seguintes números: $N_1 = 10$, $N_2 = 100$ e $N_3 = 1000$.

Evidentemente, no caso N_1 será usado um torno paralelo pela qual tipo de máquina o desenho da

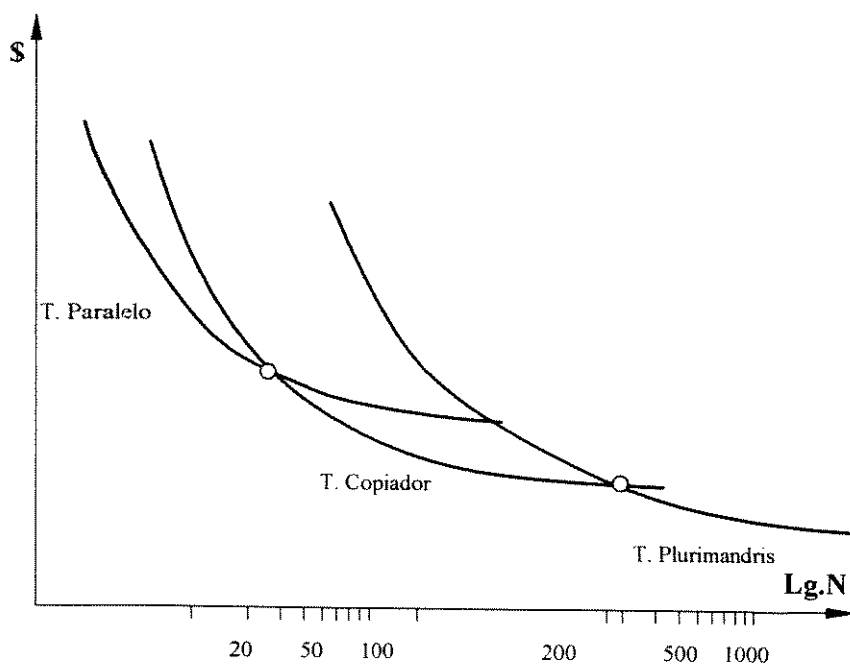


Fig. 5-12, custo de torneamento em função do lote e do tipo de máquina, VIVIANI, V.,(1980)

peça pode ser perfeitamente representado da figura original 5-13 A), pois esta forma é a mais simples para uma repetibilidade de poucas peças, e a necessidade de execução em duas posições não representa um grave problema econômico.

Quando porém trate-se do caso N_2 , a escolha de máquina cai sobre o mais conveniente torno copiador, para o qual a exigência econômica é possibilitar a usinagem com único posicionamento da peça.

Com esta premissa, o percurso do ferramenta de corte não pode seguir o traçado de mergulho a 90° contra o eixo de rotação, por isso o desenho deve ser mudado pela configuração 5-13 B).

Se apresentar-se o caso N_3 , a necessidade produtiva de 1000 peças elege um torno

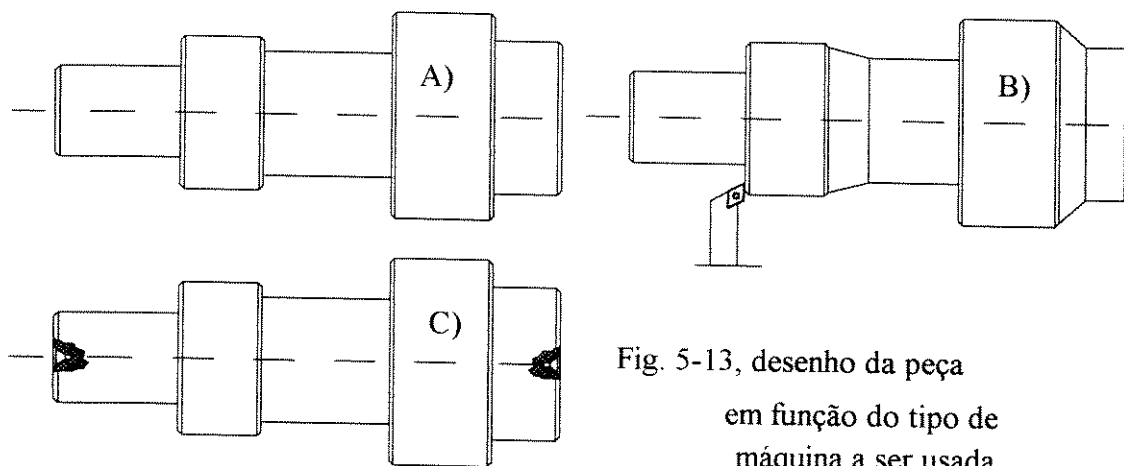


Fig. 5-13, desenho da peça
em função do tipo de
máquina a ser usada

automático, ou plurimandris. Esta escolha, determina a necessidade de existência de furos de centro nas extremidades para as relativas mudança de mandril. A configuração da peça será aquela representada pela solução 5-13 C).

Outra necessidade que não pode ser esquecida, é a exigência de superfícies auxiliares e ressaltos, aptas à constituir pontos de apoio ou de encosto para mandris e/ou partes deles. A casística revela uma infinidade de soluções possíveis que devem ser estudadas caso a caso.

Também para o projeto destas partes, é necessário prever o tipo de máquina pela qual serão projetadas.

5.2.3. As operações de fresamento.

No projeto de peças com superfícies a ser trabalhadas com operações de fresa, observa-se que as dimensões destas superfícies representam uma característica bastante variável em termos de economia. É apurado que a única vantagem que estas operações apresentam respeito ao torneamento, é o curto tempo de contato entre o arraste de corte do dente e a peça em usinagem. Isso permite corte a grandes velocidades, ao ponto que, em algum caso, consegue-se alcançar produtividades de volumes de cavaco muito similares ao torneamento.

Isso porém é possível unicamente com robustas fresas montadas sobre mandris bem dimensionados, recuados ao máximo ou possivelmente bi-apoiados em máquinas particularmente rígidas.

Desta observação, consegui que no projeto as superfícies a serem usinadas devem permitir fáceis acessos por este tipo de fresas, evitando desenhos de superfícies cujas dimensões limitem o tamanho da fresa, ou cuja execução seja confiada à pequenas fresas, em particular as fresas de topo.

Um caso típico deste problema, é representado pela fresagem de cavas de chavetas : normalmente projeta-se cavas executáveis somente com fresas de topo, quando na maioria dos casos poderiam ser usáveis fresas de disco, cujo rendimento resulta decisivamente superior.

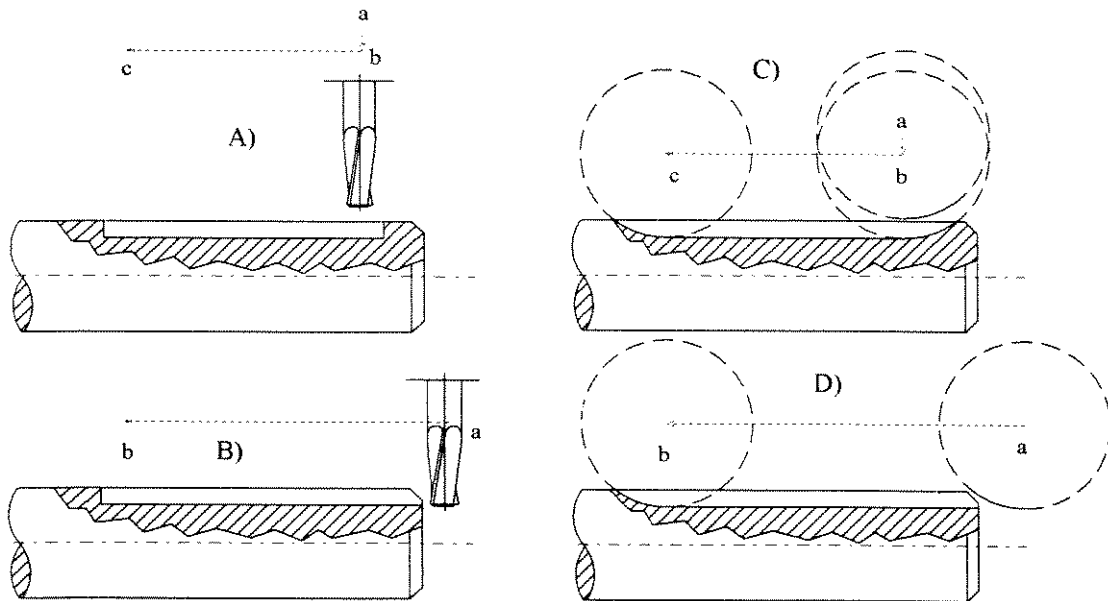


Fig. 5-14, soluções várias p/ rasgo de chaveta executado mediante fresa de topo ou fresa de disco

Um exemplo deste tipo é representado pela fig. 5-14, onde são visíveis as várias soluções possíveis e cujos resultados econômicos melhoram progressivamente passando da solução A) até a solução D). De fato, no uso da fraca fresa de topo, a velocidade de avanço deve ser muito pequena, mais o menos 20 % da velocidade de avanço da fresa circular. A economia para tanto será acerca 5 vezes maior no uso desta última. A possibilidade de a cava se apresentar aberta {casos B) e D)}, permite eliminar o curso de mergulho, que se a máquina não for automática ou providenciada de CN, representa a eliminação de pelo menos o 40 % dos tempos de posicionamento.

Outra limitação que produz sempre graves gargalos na produção, é representada pelo fresagem de paredes finas. Este tipo de parede, sempre sujeito à perigosas vibrações, necessita de passos leves e baixas velocidades de corte e de avanço. O problema pode ser parcialmente resolvido se em sede de projeto estão previstas nervuras aptas à incrementar a rigidez da parede, mesmo se parecem desnecessárias.

Na fig. 5-15 é representado um exemplo explicativo. Na solução A) a superfície da aba de fechamento da tampa foi desenhada sem tomar conta dos problema que seriam originados no ato de usinar dita superfície: a aba não possuindo lugares de encosto e tampouco de aperto, deveria ser usinada em mínimo duas fases, faceando uma parte, e sucessivamente após ter

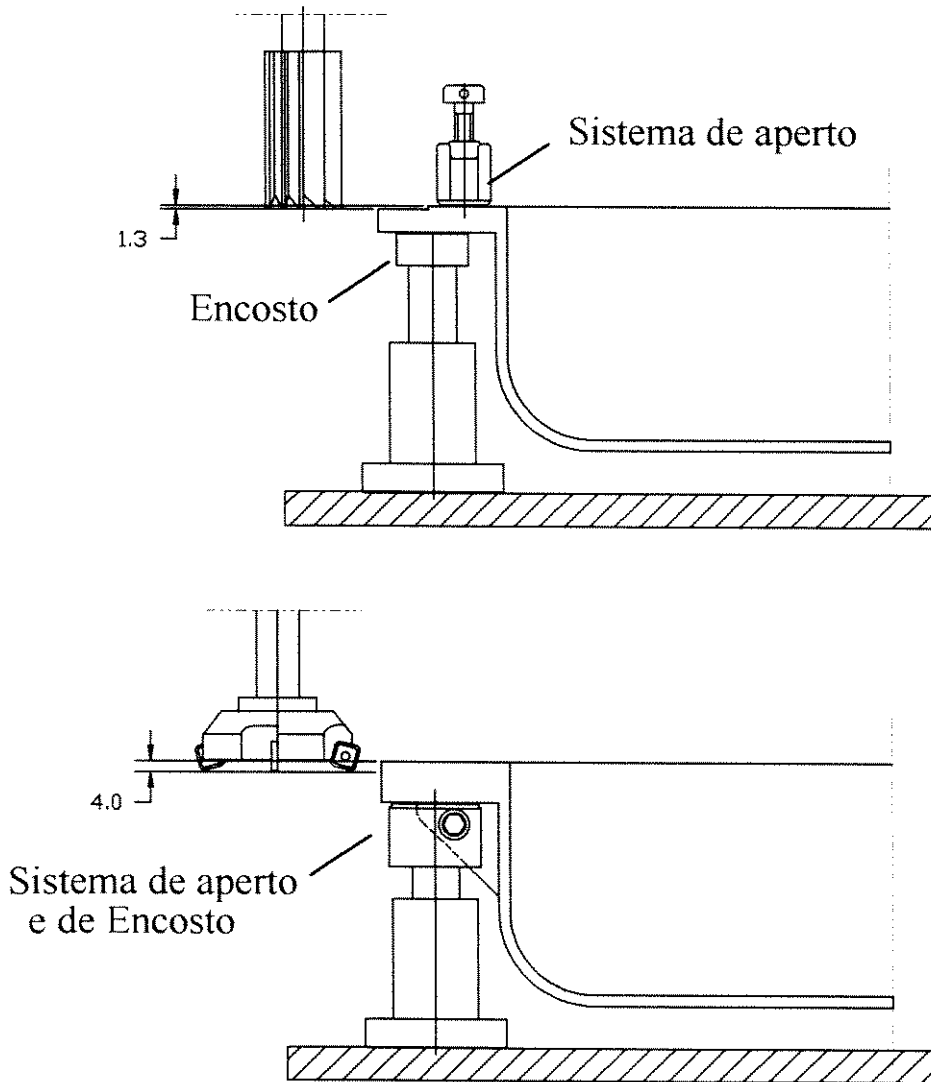


Fig. 5-15, operações de fresa sobre paredes finas

mudado os dispositivos de aperto, a segunda parte. Apesar da dificuldade de conseguir o mesmo plano nas duas usinagens, existira a dificuldade de trabalhar com uma pequena fresa de topo para evita vibrações, ou seja usando baixa velocidade tangencial, pequeno avanço e leve profundidade de corte. A solução B), pelo contrário permite uma fixação bem mais estável devido à presença da aba de reforço e sendo a parede a ser usinada bem mais robusta, consente o uso de fresa de insertos sinterizados caracterizando a usinagem por altos parâmetros de corte. Os cálculos verificaram reduções de mais de 80% dos tempos de operação.

5.3. O PROJETO COMO FUNÇÃO DOS PROCESSO DE USINAGENS AUTOMATIZADAS.

A implantação da automação parcial ou total no sistema de manufatura (SM), pressupõe estudar e quantificar todos e qualquer fator que possa contribuir aos fins técnicos e econômicos. Evidentemente, o projeto de automação é sempre estritamente conexo ao produto, as suas quantidades atuais e futuras e aos processos de manufatura que o produzirá.

A decisão de uso da automação é sempre devida uma média ponderada entre o máximo rendimento e a máxima economia, se bem estudada, projetada e programada, muitas vezes permite custos e tempos mínimos.

Se o equipamento é estritamente suficiente, e a demanda do produto aumenta consideravelmente, toda a automação torna-se de repente obsoleta. Se pelo contrário assiste-se a uma imprevista queda da demanda, poderia dificultar a recuperação da depreciação, com repentina levitação dos custos produtivos.

Também o projeto do produto deve ser bem criticado. Se existe a possibilidade de um futuro desenvolvimento no aspecto funcional ou estético, o equipamento deve ser previsto para ser modificado e adequado as futuras necessidades. Muitas vezes, quando a automação é instalada pela produção de um produto existente, fica necessário e conveniente redesenhar o produto, pois raramente o produto resultará facilmente adaptável á nova metodologia.

Normalmente, pela produção de pequenas e médias séries, as linhas de transferência não apresentam conveniência, pois os modestos volumes dificilmente podem absorver os pesados custos de implantação, e ainda mais dificilmente estes equipamentos poderão ser modificados para uma demanda flexível. Quando porém seja necessário adota-los, o equipamento deverá ser projetado com elementos e grupos padronizados.

Uma técnica que casa-se perfeitamente com a automação, e que deveria sempre ser adotada pelos projetistas de produtos em uma empresa que pretenda se automatizar, é a **teoria de grupos** (TG). Quando esta tecnologia é presente, não resulta difícil fabricar em um equipamento bem projetado mais de uma dúzia de particulares diferentes mas conformes as regras da TG. Muitas vezes desiste-se do pensar em automação, quando percebe-se a utopia de querer automatizar completamente a produção de um produto complexo como uma máquina. Esta situação é sempre conseqüente um erro de focalização dos objetivos.

Deve-se considerar, de fato, que 70 - 90 % das operações efetuadas numa indústria, são constituídas pela manufatura de particulares, que, se não concebidos baixo critérios de TG, possuem especiais técnicas de produção não repetíveis pelos outros particulares. Se porém o técnico que projeta particulares como buchas, engrenagens e outros acessórios do mesmo tipo, procura padronizar ou pelo menos associa-los à grupos tecnológicos similares, as técnicas de automação não somente resultam possíveis, mas altamente desejáveis. Atualmente os fabricantes de máquinas operatrizes, estão oferecendo máquinas CN de todos os tipos,

estas, principalmente os centros de usinagem, são máquinas caracterizadas pela ampla versatilidade e muito aptas para sistemas flexíveis de produção, mas, como visto no capítulo III, é fundamental para o sucesso do implante da automação, que exista uma integração total entre projeto do produto, processo e todas as demais áreas da empresa.

É evidente, que as características do produto, atuais e futuras, influem pesadamente sobre o grau de automação, e principalmente sobre a versatilidade que esta deve apresentar.

Por exemplo, um desenho que confere à peça a possibilidade de se orientar com facilidade, evita dificuldades nas operações de transporte, alimentação, fixação e descarga. De consequência, permite grandes simplificações na realização de pistas ou meios de transportes, nos

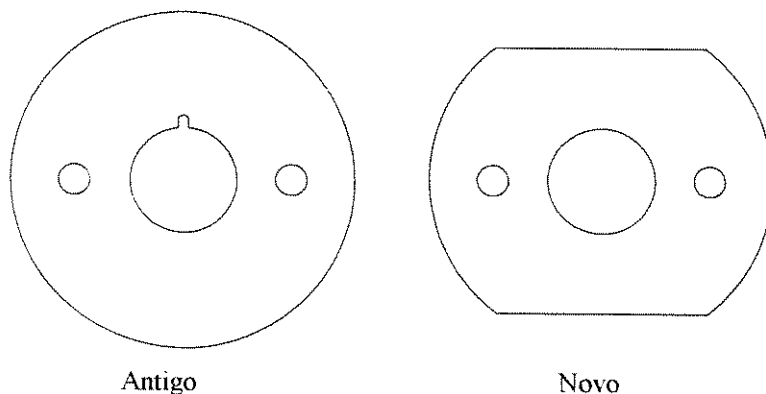


Fig. 5-16, elaboração para automização de processo

manipuladores de alimentação, em fim, em todas as partes que compõem o equipamento de automação. Na fig. 5-16 é visível o desenho antigo de uma peça e a sucessiva elaboração em função da automação que prevê o posicionamento automático respeito aos furos nas fases de furação e sucessiva montagem automatizadas.

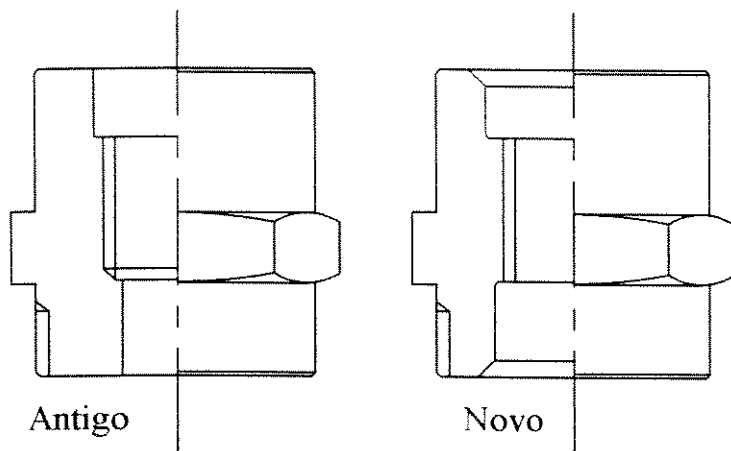


Fig. 5-17, elaboração para automização de processo

Note-se que a substituição do rasgo interno com os chanfros externos, além de permitir a orientação desejada, permitem também uma notável economia de material, uma racionalização do ferramental de corte e velocidades superiores na própria estampagem.

Na fig. 5-17 é visível outra peça modificada para a montagem automatizada. Nesta peça, devem ser montados um eixo rosqueado e dois retentores. respeito ao projeto antigo, foram executados dois chanfros bem amplos, para guiar a entrada automática dos retentores e foi modificada a rosca (antigamente cega, ora passante).

Os chanfros, além de permitir uma fácil localização dos retentores, permitem uma fácil localização da peça entre as pontas com aperto automático do torno, e a rosca passante permite a usinagem com macho de máquina na fase sucessiva.

Para conseguir bons resultados na automação, os projetistas de produtos, devem conhecer profundamente os problemas e as características do sistema de montagem e fixação das peças nas máquinas, bem como as exigências devidas à transferência automática. É preciso se esforçar para desenhar peças o mais simétricas possível para evitar custosos dispositivos de basculamento e orientação.

Os particulares pequenos, não devem possuir a tendência à enroscar-se durante a permanência nos alimentadores de vibração. Devem também possuir amplos raios e chanfros

para ajudar e guiar as peças a ser acopladas automaticamente.

Muitas vezes, os elementos de fixação tradicionais devem ser substituídos por elementos mais simples, ou de mais fácil aplicação.

Exemplo clássico, é a substituição dos parafusos comuns com parafusos autoroscantes trilobares. Esta substituição não somente elimina as operações de rosqueamento, mas evita as vezes também a operação de furação (fig. 5-18).

O uso de pinos elásticos, elimina as difíceis operações de mandrilhadora cônicas e o uso de alargadores, que, possuindo curta durabilidade, representam pontos impróprios nos ciclos de automação.

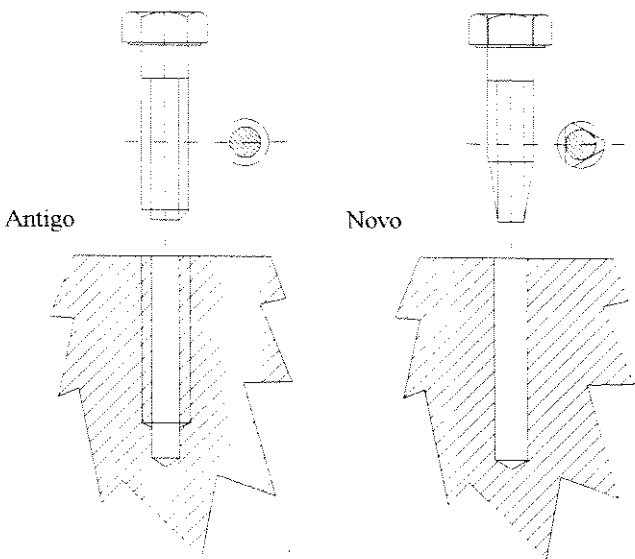


Fig. 5-18, elaboração para automação de montagem

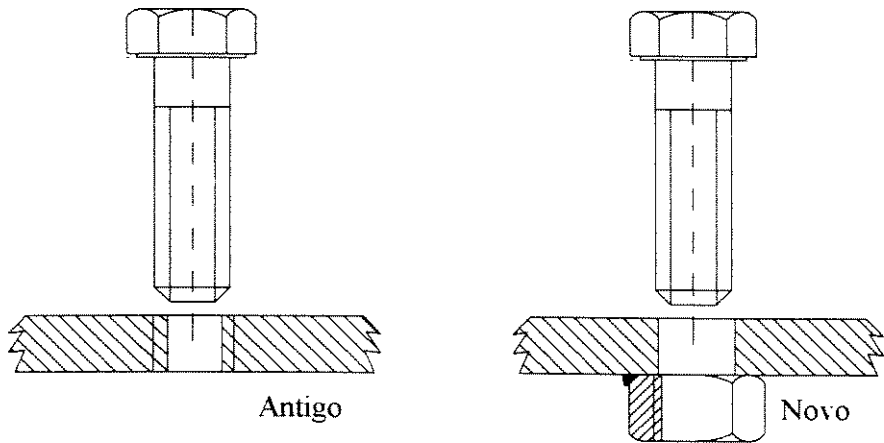


Fig.5-19, elaboração para assemblagem

Furos rosqueados, podem na maioria dos casos ser substituídos com muita vantagem por porcas comuns soldadas na própria peça (fig. 5-19), ou quando trata-se de fixação de chapas, embutidas na própria chapa por meio de uma operação de corte - repuxo de simples execução. Os elementos de coligação que podem ser introduzidos no próprio alojamento, soldados ou recalcados, devem sempre ser preferidos aos que precisam ser parafusados ou simplesmente virados.

Onde não são previstas operações de desmontagem durante o uso, placas e rebites devem ser preferidos à parafusos e porcas. As operações de solda em geral devem ser quase sempre preferidas pelas próprias rapidez e baixo custo.

Um exemplo esclarecedor, é visível na fig. 5-20, onde é visível o antigo sistema usado que prevê a interposição de um anel de cobre para brassagem, e uma restringida tolerância para o blocagem com a prensa. Após a brassagem, é necessário endireitar as deformações causadas pela solda.

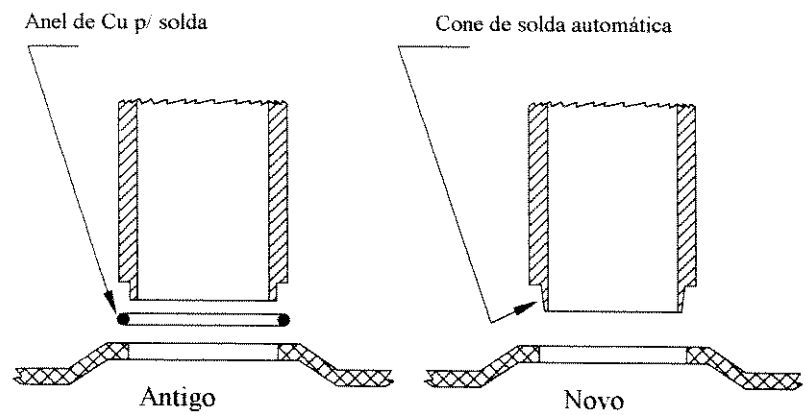


Fig. 5-20, elaboração p/ automaçã de solda

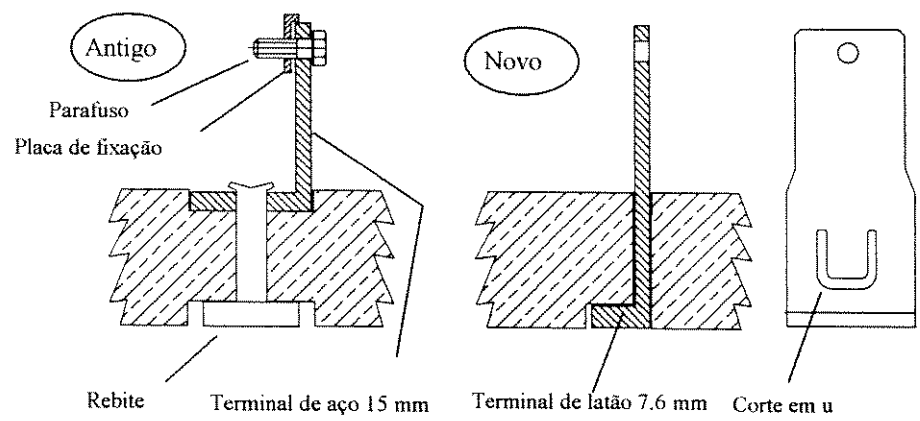


Fig. 5-21, elaboração para automação de montagem

O novo projeto, que não poderia admitir nem tolerâncias estreitas e tampouco o sistema de solda com a montagem do anel de cobre, prevê uma razoável facilidade de localização das duas peças por meio do cone que além de servir de guia, constitui também o próprio elemento de solda. A solda automática de indução, acontecendo entre paredes rígidas, evita totalmente as distorções.

Outro notável exemplo de racionalização econômica derivante da necessidade de simplificar o produto pelas exigências da automação, é visível na fig. 5-21, onde é representado um terminal elétrico fixado à placa isolante. Na antiga versão, o projetista usou bem quatro peças (Um terminal de aço, um rebite de fixação, uma placa e um parafuso de aperto), e um processo articulado nas operações a seguir.

Estampagem e dobra do terminal, montagem com rebiteadeira, estampagem da placa e sucessivo rosqueamento do furo para o parafuso, montagem do parafuso e da placa.

Na versão racionalizada, o próprio terminal serve perfeitamente para ser montado diretamente na placa isolante à qual resulta elasticamente fixado pelo efeito mola do corte em u. A coligação do cabo ao terminal é simplificada mediante **um plug que requer um simples posicionamento.**

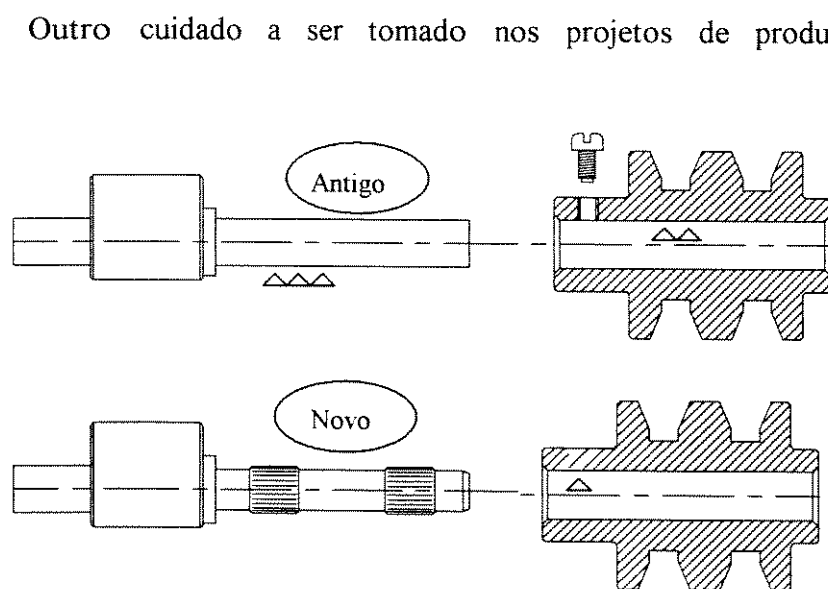


Fig. 5-22, elaboração para montagem automática

Outro cuidado a ser tomado nos projetos de produtos destinados à linhas automatizadas, é que eventuais tratamentos de galvanização possam ser executados após a montagem. Isso para evitar de quebrar a continuidade do processo.

Uma particular atenção deve ser dirigida ao uso de peças que podem-se enroscar quando

acumuladas a granel (caso típico dos alimentadores vibracionais). Molas helicoidais abertas devem ser evitadas, e, no caso de absoluta necessidade, devem apresentar as extremidades fechadas. Muito melhor que parar o equipamento de vez em quando para desenroscar, é oportuno inserir uma máquina enroladeira que as fabrique e insere uma a uma com a cadência prefixada, ou inserir operadores que alimentem manualmente.

As vezes na procura de automatizar a montagem, encontram-se problemas bastante complicados que requerem várias operações distintas e de comprimento de fase bem diferente, ao ponto que na maioria dos casos, desiste-se de tentar. Isso acontece pela razão que raramente o produto ou o componente é projetado objetivando conceitos e metodologias usadas na montagem.

Um caso típico é representado na fig. 5-22, onde é visível um sistema tradicional de acoplamento entre um eixo e uma relativa polia. Usualmente, usar-se projetar um acoplamento

de escorregamento com tolerâncias apertadas e uma vez efetuada a montagem, no caso mais simples, segura-se o movimento relativo com um parafuso. Com estas premissas, seria preciso dar ao eixo um acabamento de retifica, passar o alargador no furo da polia, furar e rosquear e por fim montar e apertar o parafuso: total uma meia dúzia de operações efetuadas por máquinas automatizadas fornecidas cada uma de alimentadores, orientadores de peças, sistemas de fixação, descarregadores, transportes de inter-fase, etc.. A solução da Fig. 5-22, evita tudo isso, prevendo simplesmente uma montagem forçada por meio de recartilhas no eixo. É preciso usar uma simples operação de prensa, sem elementos de fixação e tolerâncias fechadas.

Outro exemplo que enfatiza a grande redução de custos conseguida pelo princípio de simplificar o mais possível o produto para que este possa ser apto a ser manipulado em um equipamento automatizado, é visível na fig. 5-23 a seguir.

Trata-se de um engrenagem de transmissão de posição, usado num contagiros, ou seja uma transmissão na qual não existe nem torque nem potência apreciável. Evidentemente o projetista que tinha desenhado o projeto antigo era tão costumado a imaginar situações clássicas, onde ao conceito de engrenagem é associado o conceito de potência significativa, que providenciou a inserir forçado na engrenagem de fibra um eixo de aço, projetou duas buchas de latão e segurou o pacote contra as paredes da caixa mediante dois anéis elásticos.

Automatizar a montagem deste tipo de complicado conjunto, teria apavorado qualquer sonhador, também o mais ousado. O redesenho do subconjunto que possibilita a sua montagem

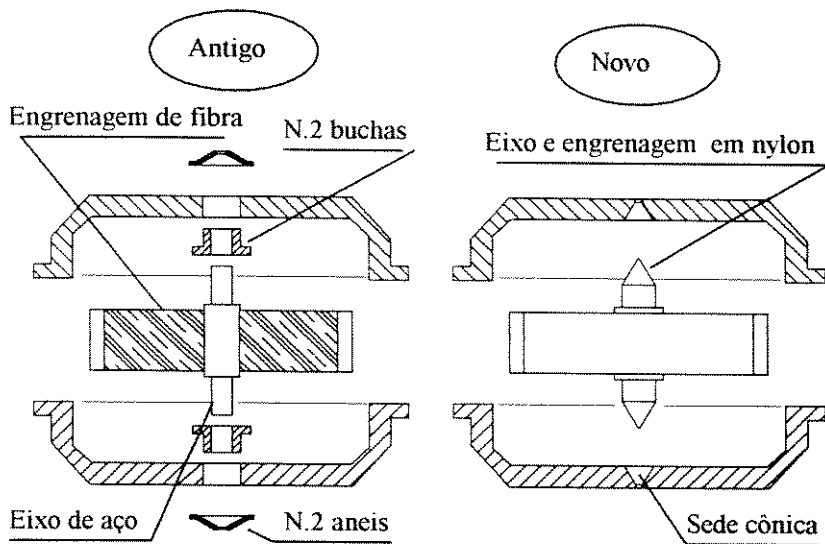


Fig. 5-23, simplificação por exigências de automação

automatizada, prevê um eixo que faz parte integral com a engrenagem. As buchas, bem como os anéis de fixação foram eliminadas pela conformação de agulha do eixo. As agulhas além de segurar perfeitamente centrado a engrenagem, permitem também a fácil localização dos alojamentos nas duas partes da caixa, e, sendo mudada de fibra em nylon o material da peça

engrenagem - eixos, o contato agulha-sede é permanentemente auto-lubrificado. No caso acima, **o projeto apropriado, elimina, no conjunto interno, quatro peças sobre cinco.**

Um particular cuidado deve ser tomado quando trata-se de projetar o sistema para parafusar automaticamente porcas ou parafusos. As peças devem ser projetadas para que a operação aconteça em linha reta e não inclinada, pois isso necessitaria de juntas cardânicas e outros componentes de alto custo. É aconselhável instalar detetores de defeitos para os elementos comerciais, pois nas porcas e parafusos existem uma percentual de refugo de 1 até 2 % que provocaria paradas indesejáveis no equipamento.

Pelos exemplos acima relatados, pode-se concluir que o projeto do produto e o relativo processo assumem importância decisiva pela escolha entre produção manual ou automatizada.

Note-se que o perigo maior pelos projetistas reside no costume de associar sempre o trabalho à metodologia manual. Isso acontece pois o técnico conhece sempre perfeitamente as possibilidades e os limites da capacidade humana, pelo contrário raramente conhece profundamente possibilidades e limites da máquina que as vezes ainda nem existe. O esforço, para tanto, deve ser dirigido à simplificar e reduzir operações e número de peças, mas **sempre pensando em termos de máquina, não do homem.** Na prática de fábrica, observou-se que os produtos bem sucedidos em termos de automação, sempre foram projetados baseando-se nos pressupostos a seguir:

- 5.3.1. Evitar tolerâncias mais apertadas do estritamente necessário.
- 5.3.2. Simplificar sempre e em qualquer lugar seja possível.
- 5.3.3. Usar quanto mais possível peças e componentes padronizados.
- 5.3.4. Usar o mínimo número necessário de particulares.
- 5.3.5. Não esquecer as necessidades de orientação das peças.
- 5.3.6. Preferir sempre soluções simétricas.
- 5.3.7. Pensar sempre em termos de máquina e não de capacidades humanas.

5.4. O PROJETO COMO FUNÇÃO DO PROCESSO DE FUNDIÇÃO.

Uma série de problemas com os quais se depara o projetista de produtos mecânicos são ligados à técnica de fundição, pois grande maioria das máquinas e relativos componentes, apresentam estruturas fabricadas com este processo. Sendo o fornecedor de fundidos quase sempre externo à empresa e o conhecimento destas não simples tecnologias pouco difundido nos ambientes de projeto, as eleições das soluções ótimas, ou pelo menos aceitáveis são dificilmente alcançáveis. Os defeitos encontrados na usinagem dos brutos de fundição normalmente são elimináveis somente durante a sexta ou sétima e as vezes após a décima

segunda fase das etapas de desenvolvimento, com desastrosas consequências sobre a urgência e a economia do novo produto.

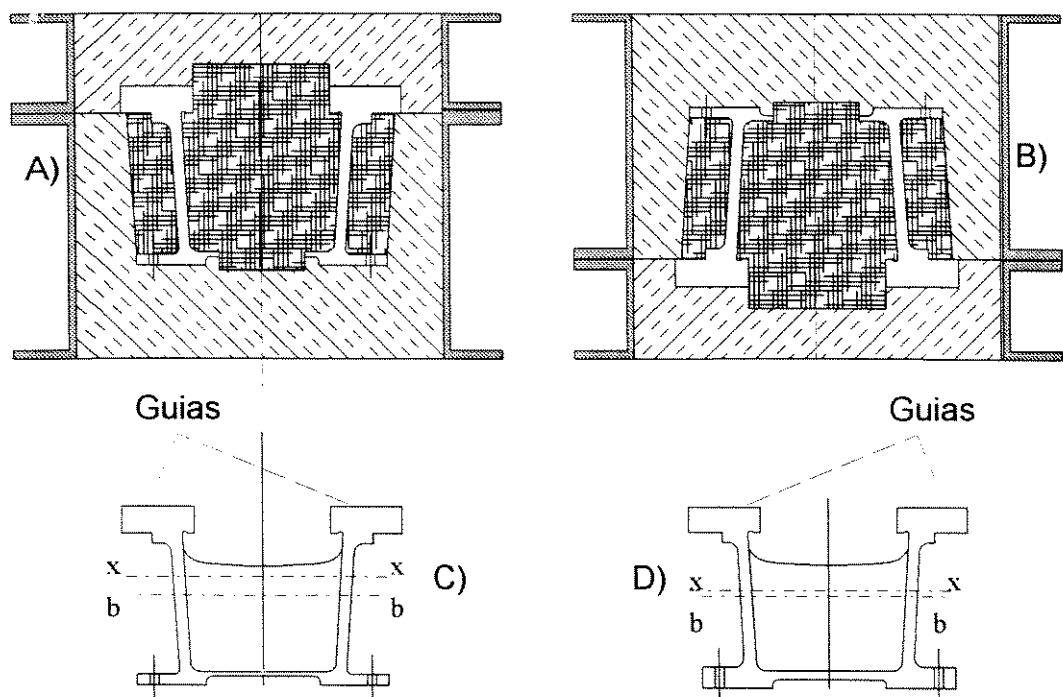


Fig. 5-24, mudança de projeto para exigência de fundição

Aparecimento de porosidades e rechupes sobre as superfícies usinadas, envergamentos e distorções conseguintes a remoção de zonas tensionalmente ativas ou simplesmente mudança

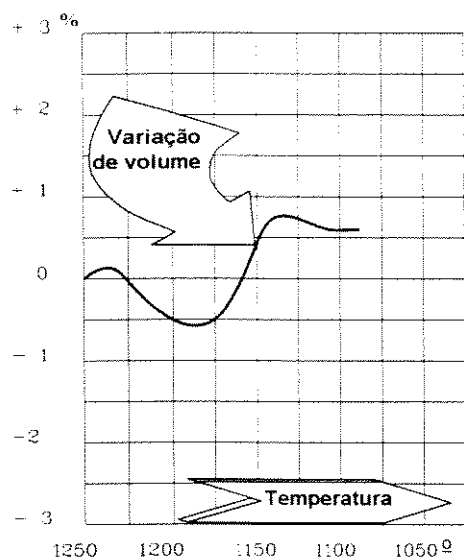


Fig. 5-25, variação de volume do F.F. durante a fase dendrídica e vazamento

de forma após um tempo de uso da máquina, poderiam ser evitadas com escolhas de formas compatíveis com as sucessivas fases de processo. Estes cuidados não podem ser esperados pela intervenção dos técnicos de fundição, pois estes quase sempre desconhecem o destino e as exigências que a peça deve respeitar nas sucessivas fases de transformação.

Um exemplo destas dificuldades é visível na fig. 5-24 : o desenho representa um barramento de máquina operatriz. Se não especificado o contrário, quase sem dúvida a peça seria fundida na posição A), mais oportuna pela facilidade de extração do modelo. Neste

caso, a introdução do metal empurraria todas as eventuais impurezas no alto, ou seja nas guias.

Para uma eventual carência de permeabilidade na terra de moldagem, também os gases desenvolvidos durante o resfriamento se localizariam nestes pontos altos do molde. Com isso a

peça seria um refugio certo. Vice-versa a posição B) é a correta, pois nesta posição nas guias existe a máxima pressão metalostatica essencial pela ausência de porosidade, impurezas e rechupes.

Outra observação pertinente ao mesmo exemplo é a seguinte: Note-se que no desenho original C), a linha baricentrica x-x respeito à seção transversal resulta fortemente deslocada na direção das guias. Isso comporta que as tensões residuais provocadas pelo resfriamento provocarem um forte envergamento devido as diferencias de contração pelas diferentes massas localizadas a diferente distancia do eixo mediano b-b . O defeito pode ser minimizado pela

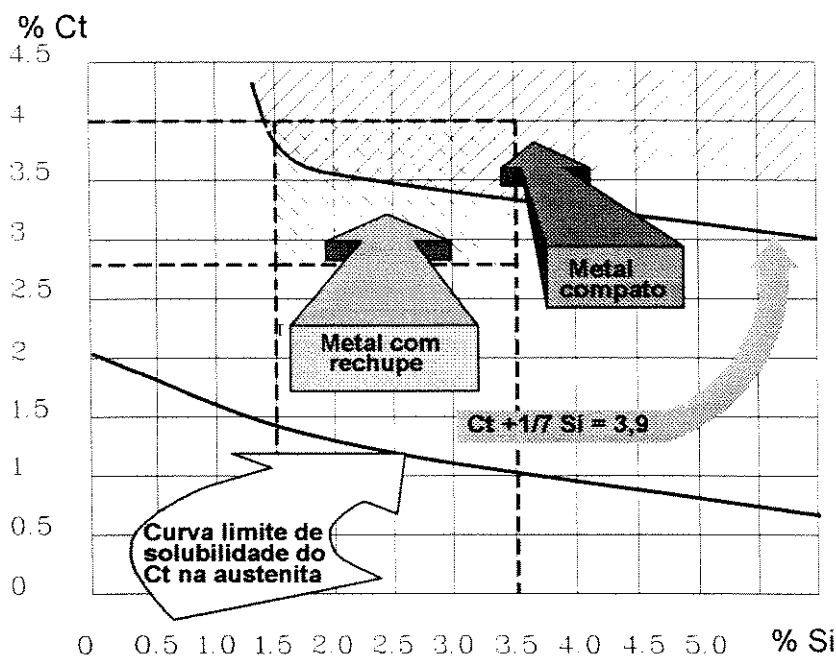


Fig. 5-26, defeitos em função da composição do F.F.

conformação da solução D), onde o eixo baricêntrico resulta bem próximo ao mediano. Sempre respeito as deformações para diferença de contração, é preciso evitar variações de espessura nas paredes dos fundidos, pois isso significa variações de volume. Nos ferros fundidos, fazem parte da

fenomenologia da solidificação, o aparecimento de porosidade e de rechupes, como consequência das variações volumétricas devidas as dificuldades de alimentação seja na fase dendridica bem como na macro-fase de vazamento. Na fase dendridica, característica dos ferros hipoeutéticos, nem sempre o liquido presente consegue realimentar os espaços interdendridicos, dando origem as falhas de rechupe e de porosidade.

O fenômeno das variações de volume devidos à solidificação para uma liga eutética, é visível na fig. 5-25 onde pode ser observada a curva de contração que no resfriamento pode atingir quase o 0,6 %. Após esta fase, a expansão prossegue recuperando toda a contração negativa, assumindo ante de voltar no estado final, valores de alguns décimos positivos. Para evitar o fenômeno, pode-se procurar de se manter acima da curva experimental, ou seja perto dos valores eutéticos:

$$C + 1/7 Si = 3,9$$

Na fig. 5-26 é visível o campo de existência dos metais compactos e da zona de rechupe, sempre acima da curva de solubilidade do carbono na austenita. Evidentemente, paredes com grandes espessuras além de distorções por diferença de contração, apresentam falhas de compactes, como a tendência ao rechupe. Na verdade esta tendência é devida á característica do material.

Por exemplo no ferro fundido cinzento, existe uma clara relação entre a composição e a tendência ao rechupe, come pode ser observado na fig. 5-27, que mostra como composições de baixo Ce (carbono equivalente) entram perigosamente no campo permeado por esta tendência. Para tanto, no caso de necessitar de paredes grossas e contemporaneamente de alta resistência, é mais oportuno escolher outras composição de liga e não confiar unicamente na hipoeutetidicidade dos ferros.

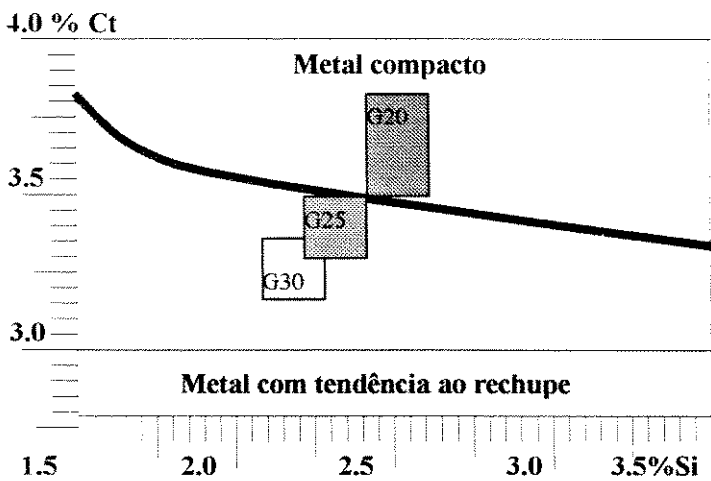


Fig. 5-27. campo da tendência à porosidade p/ F.F. cinzento

Esta última necessidade, de agir sobre a composição, é uma das opção que, também se implica um pouco de aprofundamento na técnica metalúrgica, permite grandes resultados pela economia dos produtos. De fato, além de superar brilhantemente a possibilidade de provocar defeitos, o conhecimento do comportamento metalúrgico das ligas de ferro fundido, permite agir eficazmente sobre a economia das sucessivas fases de processo, mudando as características de maquinabilidade das superfícies a ser usinadas. Recentemente, preocupados na redução de custo dos blocos motores, os técnicos da FIAT S/A, ao invés de propor uma custosa e demorada série de investimentos em maquinaria e relativos ferramentais, optaram por uma simples alteração na liga usada:

C	Si	Mo	Cr	Cu	Ni
3.31	2.04	---	0.41	0.38	0.61

pela seguinte diferente composição:

C	Si	Mo	Cr	Cu	Ni
3.31	2.00	0.29	----	0.71	----

conseguindo um aumento de resistência, de 300 até 310 N/cm², uma redução de 70 % no custo dos elementos de liga e principalmente um aumento de durabilidade dos ferramentas de corte variável entre 10 e 25 %, pela total eliminação das tendência cementítica. Também a velocidade de corte pode ser incrementada pela redução de dureza, de 229 até 217 Hb.

5.5. O PROJETO COMO FUNÇÃO DO PROCESSO DE MONTAGEM.

Nas empresas fabris, muitas vezes observa-se a tendência à descuidar dos problemas relativos à montagem dos componentes o produto. Isso não tanto pela operação por si mesma, quanto pela previsão das futuras operações de manutenção que cabem ao cliente. Esta falta de cuidado, que aparentemente não incide sobre o custo do produto, na substância apresenta-se como uma gravíssima falha na procura de qualidade. Os efeitos conseguintes, ocultos pela imediatez dos resultados, podem criar prejuízos gravíssimos pela competitividade futura.

As vezes, na procura de limitar os custos de processo ou de usinagem, são descuidados conceitos elementares de pratica na montagem. Um exemplo levantado numa conceituada empresa de máquinas operatrizes é o seguinte.

No projeto de um torno, era costume prever a relativa caixa de câmbio completamente fechada, pois o projetista, limitando-se à considerações muito superficiais, provavelmente achavam a produção de uma única peça ser muito mais conveniente de a dividir em partes (Fig. 5-28 solução A).

O custo do fundido efetivamente era levemente menor e de usinagem também, pois era evitada a sucessiva operação, para permitir o assemblagem das partes.

O que não tomava-se em devida conta, era o tempo de montagem das peças internas, rolamentos, eixos e engrenagens, operação requerente ferramentais especiais de pre-montagem, espessuras a ser calibradas caso a caso e operadores particularmente expertos e treinados.

Isso sem pensar que o inevitável desgaste natural dos órgãos pelo uso, teriam criado a necessidade de substituição para manutenção. As vezes no caso de a máquina ser instalada numa parte recôndita do país, a assistência pos-venda da empresa encontrava enormes despesas para fornecer ao cliente o amparo devido.

A mudança da configuração da caixa (Fig. 5-28 solução B), que apresentam uma tampa de abertura, consegui os resultados a seguir:

5.5.1. Possibilidade de montar no externo os eixos, trenós de engrenagens e relativos comandos.

5.5.2. Eliminação de calibragem dos espaçadores.

- 5.5.3. **Uso de operadores com menor qualificação.**
- 5.5.4. **Redução de 80 % do tempo de operação.**
- 5.5.5. **Possibilidade para o Cliente de operar manutenção.**
- 5.5.6. **Eliminação total dos tempos, viagens e estadias para assistência ao Cliente.**

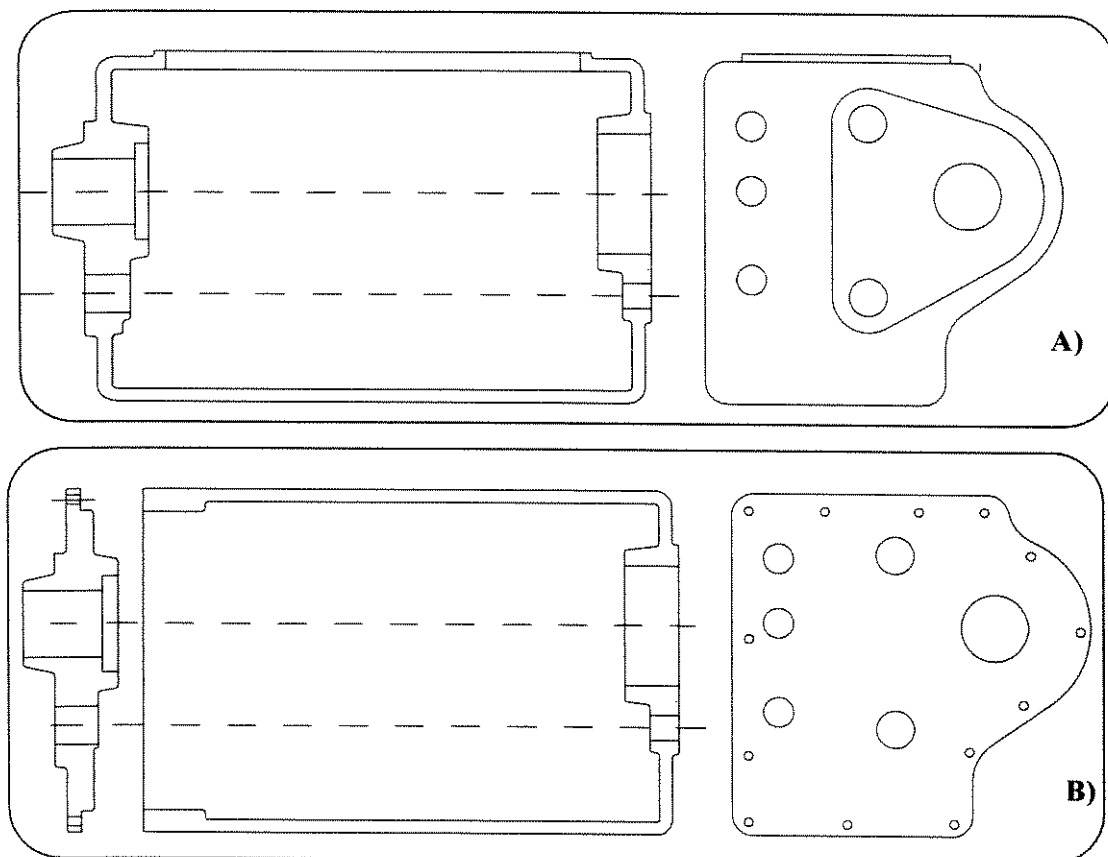


Fig. 5-28, elaboração do projeto para simplificação de montagem

Não foram fornecidos dados de redução de despesas, mas é intuitivo que nos termos de competitividade os resultados foram estardalheadores, e isso com um simples aumento aparente de custo avaliável entre 30 e 40 US\$/máquina.

De quanto acima, aos efeitos econômicos, surge o problema de escolha entre dividir ou juntar peças e componentes de máquinas. É importante ter presente que este problema não influi somente nos custos de processo, mas possui pesadas ramificações nas fases de assemblagem e de futura manutenção.

Levanta-se para tanto mais um problema de necessária consideração a ser tomada em sede de projeto de novos produtos. A economia não consiste somente no óbvio dos custos de processo, mas vai além do aparente, resulta também profundamente irraizada nos eventos ocultos que podem criar extensões de influência sobre o cliente de destino.

CAPÍTULO 6

CARÁTER HOLÍSTICO E PESO DOS FATORES DE INFLUÊNCIA - MODELAGEM DO PROJETO.

6.1. INTRODUÇÃO

Face a globalização dos mercados e das economias, a introdução de um novo produto sempre se apresenta como um fator de mudança, para tanto, no delimitar os parâmetros que influenciam o relativo projeto, é necessário os encarar segundo uma visão global do desenvolvimento sócio - industrial - tecnológico.

De quanto até aqui relatado, pode-se esboçar uma configuração do universo sócio - empresarial na qual seja possível individuar os fatores de influência condicionantes do processo criativo.

Esta visão, essencialmente holística, parece ser a única base efetivamente real para tentar definir um modelo apto à guiar o Projetista rumo à criações que revelem "*chances*" de sucesso na globalização dos mercados.

Na representação da configuração epigrafada, visível na fig. 6-1, são claramente visíveis as estritas relações entre os incrementos da demografia, do produto industrial bruto, dos recursos da ciência e tecnologia e a degradação ambiental e as oportunidades do mercado.

São também claramente diferenciados os tipos de postura possíveis por parte da empresa (proativo ou reativo), conseqüentes a localização no relativo espaço de desenvolvimento. A segundo do tipo de postura, as filosofias empresariais permitem ou impedem diferentes vias possíveis de solução a respeito do projeto, que por isso será desenvolvido com diferentes características.

Por sua vez, os fatores de influência sobre o projeto, representam o pivô da viabilidade económica do mesmo, agindo de maneira específica conforme as características da postura determinada pela localização da empresa no **E.D.** As capacidades de respostas aos estímulos do mercado assim geradas, definem claramente a característica de competitividade da empresa.

Nos capítulos precedentes procurou-se descrever em detalhe a natureza relativa à estes fatores, entretanto, na finalidade de os organizar para uso computacional e conferir corpo à uma possível metodologia de uso, é necessário procurar estabelecer o relativo "peso" . Para um melhor entendimento da natureza destes fatores de influência, será oportuna examinar novamente as relativas características individuais .

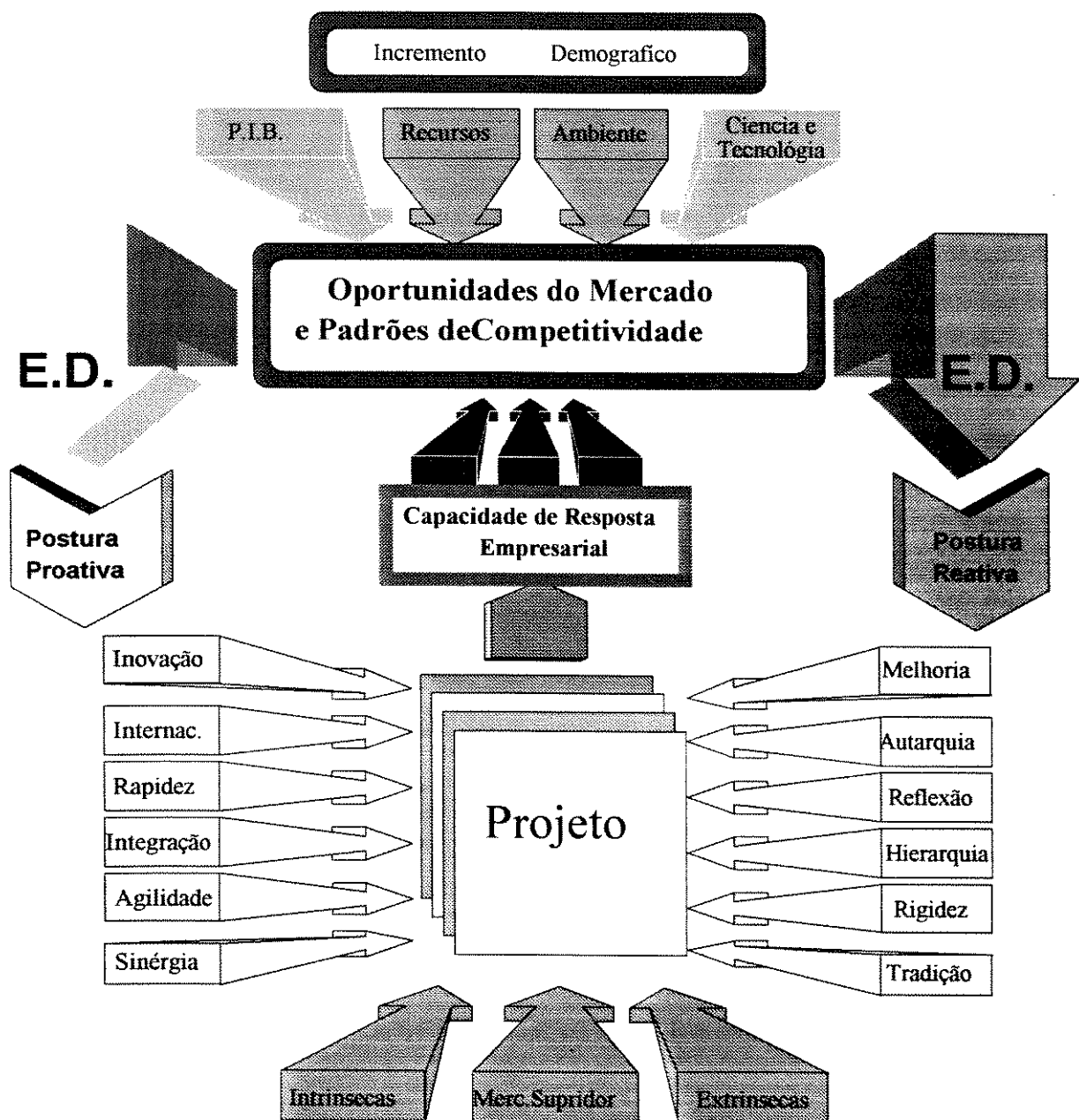


Fig. 6-01, visão holística da ação dos fatores de influência sobre o desenvolvimento do projeto

6.2. PESO DOS FATORES DE INFLUÊNCIA NOS AMBIENTES PROATIVOS.

O ambiente proativo é criado por um conjunto de estratégias avançadas em termos de: pesquisa e desenvolvimento, inovação, sinergias internas (participação) e externas (alianças, *pools* etc.), que se verificam unicamente em presença de total integração do S.M., automação flexível, programas de Q.T. e amplos recursos destinados aos canais distributivos, tendo como enfoque principal o **serviço total ao cliente** PETERS , T, (1989).

Neste ambiente, os fatores de influência extrínseca gerados, exasperam o seguinte estado de tendências:

- ♦ Tendência à inovação, diferenciação e especialização PETERS , T, (1989).
- ♦ Tendência à redução de vida dos produtos. PETERS , T, (1989).
- ♦ Tendência à redução dos tempos de "Set-Up".
- ♦ Tendência à diminuir as dimensões dos volumes a ser produzidos .
- ♦ Tendência à reduzir as fases produtivas KANTER, R. M (1990).
- ♦ Tendências produtivas via células flexíveis de manufatura BOWIIN, P.T.(1998).
- ♦ Tendências à implemento de organizações totalmente informatizadas de tipo MRP II ou ICAM, (VIVIANI, V. e RUFFINO, F.,1992).

Evidentemente, para que os projetos resultem compatíveis com o caráter proativo do ambiente, devem ser respeitadas nas suas integridades, todas e contemporaneamente, estas tendências.

Indicando com p_i , r_i e q_i os pesos relativos dos vários fatores de influência, pode-se concluir que a potencialidade competitiva (P_c) de qualquer projeto pode ser avaliada através de uma relação do tipo:

$$P_c = f(\Sigma p_i, \Sigma r_i, \Sigma q_i)$$

onde os pesos devidos à proatividade empresarial, relacionam-se à fatores quantificáveis, visíveis na tabela 6-01.

Tab. 6-01, Peso dos Fatores de Influência Extrínsecos (p_i)

Fator de influência extrínseco	Peso
Inovação	p_1
Potencialidade de diferenciação	p_2
Potencialidade de especialização	p_3
Potencialidade de flexibilidade produtiva	p_4
Adaptabilidade do S.M.	p_5
Tempo de "Set-Up"	p_6
Tamanho dos lotes	p_7
Tamanho das fases produtivas	p_8
Passividade à automação	p_9
Potencialidade distributiva	p_{10}

Similarmente os fatores de influencias intrínsecas, condicionarão o projetista e conseqüentemente o projeto, em função do ambiente de proveniência do profissional, da sua personalidade, competência e especialização. O projeto será influenciado também pela característica emocional resultante sobre a inteira equipe, o grau de técnicas de treinamento e reciclagem existentes e a existência de sistemáticas informativas. O projeto será também função do regime mais o menos participativo instaurado na empresa.

Todos estes fatores de influência intrínsecos, visíveis na tabela 6-02, poderão ser traduzidos em "pesos" (r_i), similarmente aos precedentes fatores extrínsecos.

Tab. 6-02, Peso dos Fatores de Influência Intrínsecos (r_i)

Fator de influência intrínseco	Peso
Tipos de precedentes experiências	r_1
Personalidade	r_2
Técnicas de treinamento e reciclagem existentes	r_3
Competência	r_4
Especialização	r_5
Facilidade de coligação com equipes virtuais	r_6
Influencia ambiental	r_7

As influências devidas ao mercado supridor, por primeiro dependem do nível de tecnologia previsto para execução do projeto, no sentido que a realização do produto

apresenta-se mais económica quanto maior é a escolha e o nível tecnológico dos componentes que encontram-se no mercado supridor.

Outro aspecto do mercado supridor, é o nível tecnológico apresentado pelas ofertas de produtos, similares ou pertencentes à mesma família do produto, a ser realizados. Neste caso, o "peso" (q_i) apresenta-se como negativo.

Tab. 6-03, Peso dos fatores de influência do Mercado Supridor (q_i)

Influência do mercado supridor	Peso
Variação entre componentes fabricados versus componentes normalizados	q_1
Facilidade de aquisição (Tempo, Distancia, Impostos de importação)	q_2
Tecnologias disponíveis	q_3
Nível tecnológico dos Usuários	q_4
Nível tecnológico da concorrência	q_5

6.3. O FLUXOGRAMA DO PROJETO DO PRODUTO

Nos capítulos precedentes, observou-se que entre as treze fases do desenvolvimento do projeto, as primeiras revestem particular importância pois são as que definem grande parte dos recursos disponíveis pela sucessiva inteira realização.

Todas as fases sucessivas, possuem importância decisional de menor entidade, mas não devem ser menosprezadas, pois além de ter sido previstas durante os precedentes estágios, normalmente trazem uma poção bastante importante para eventuais correções e aprimoramento do projeto.

Por estas razões, desde o início do projeto é oportuno tomar todos os cuidados possíveis, sendo preciso operar uma eleição sobre todos os parâmetros, ou seja:

6.3.1. Verificar nos arquivos dos desenhos a eventual existência de peças similares à prevista, escolher entre a usar na versão integral, a usar após oportunas adaptações ou projetar uma peça nova.

- 6.3.2. Avaliar a conveniência dos possíveis diferentes processos produtivos, sempre em função do tamanho dos lotes, vida do produto e topologias das influências extrínsecas e do mercado supridor, precedentemente estabelecidas.**
- 6.3.3. Escolher o tipo de bruto indefinido em função de minimizar as sucessivas usinagens.**
- 6.3.4. Escolher o material em função não somente da pura característica mecânica, mas em conjunto ao tempo necessário à sua transformação de forma.**
- 6.3.5. Preferir as tolerâncias mais "abertas" possíveis e aptas ao tipo de automação na sucessiva montagem.**
- 6.3.6. Escolher usinagens realizáveis com as máquinas mais eficientes e com os ferramentais mais simples possível.**
- 6.3.7. Verificar a conveniência de reduzir ou dividir as peças do conjunto.**
- 6.3.8. Usar quanto mais possível peças e componentes padronizados, sempre respeitando as estratégias da empresa.**
- 6.3.9. Prever, no projeto, as futuras necessidades para os sistemas de movimentação, fixação nas máquinas, armazenamento, e montagem.**

O fluxograma que resume todas as atividades do projeto, é visível na figura a seguir.

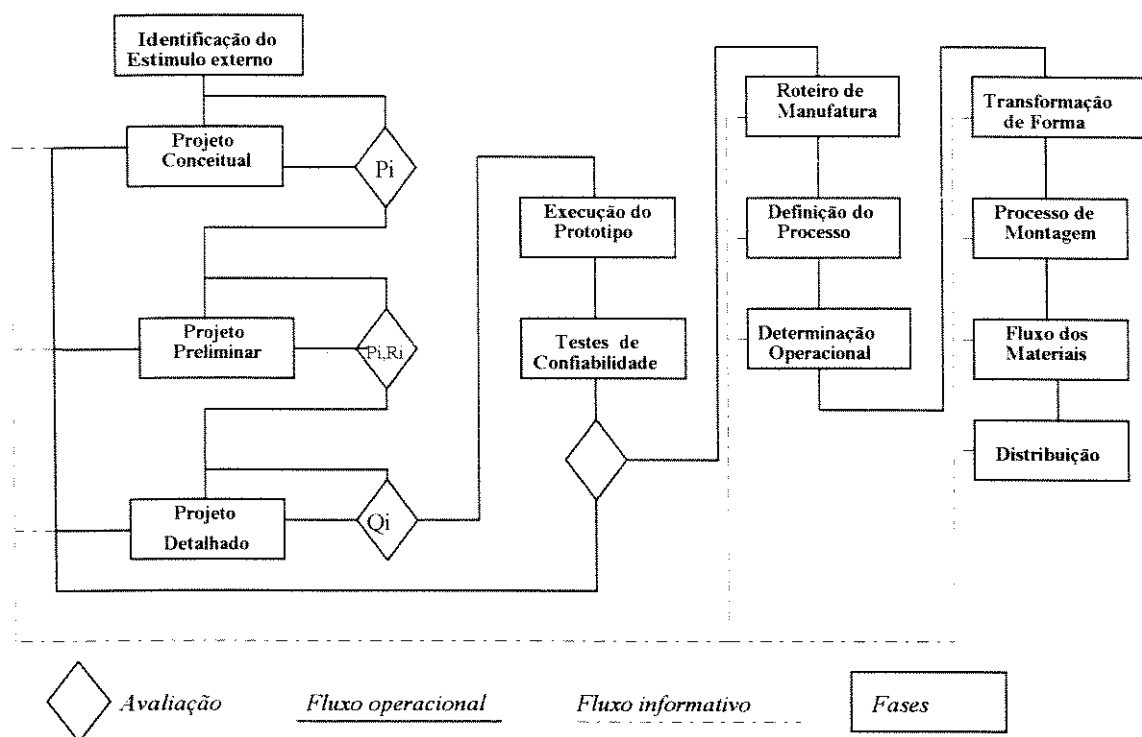


Fig. 6-02, fluxograma das fases de projeto

Como visível no fluxograma acima, a metodologia consiste principalmente na avaliação continua do projeto mediante atribuição dos pesos dos fatores de influência que o condicionam. Praticamente o método preferível a ser usado é uma modelagem de simulação, pois esta resulta de grande auxílio por exprimir avaliações de tendência.

Na prática industrial, foi observado que os modelos de simulação resultam muito mais eficazes de qualquer tentativa de otimização, pois estes últimos podem exprimir somente valores discretos e não relativos, obstaculando os necessários sucessivos aprimoramentos.

4. O MODELO DO PROJETO DO PRODUTO

No fluxograma acima apresentado, não estão descritos os detalhes das atividades que o compõe pois a finalidade desta representação é a determinação de onde e quando podem ser atribuídos os pesos de avaliação.

Para melhor focalizar o complexo problema da interligação entre todas as atividades acima epigrafadas e cujos esclarecimentos foram objeto de cada capítulo deste trabalho, é apresentado na figura 6-03 , o relativo modelo global.

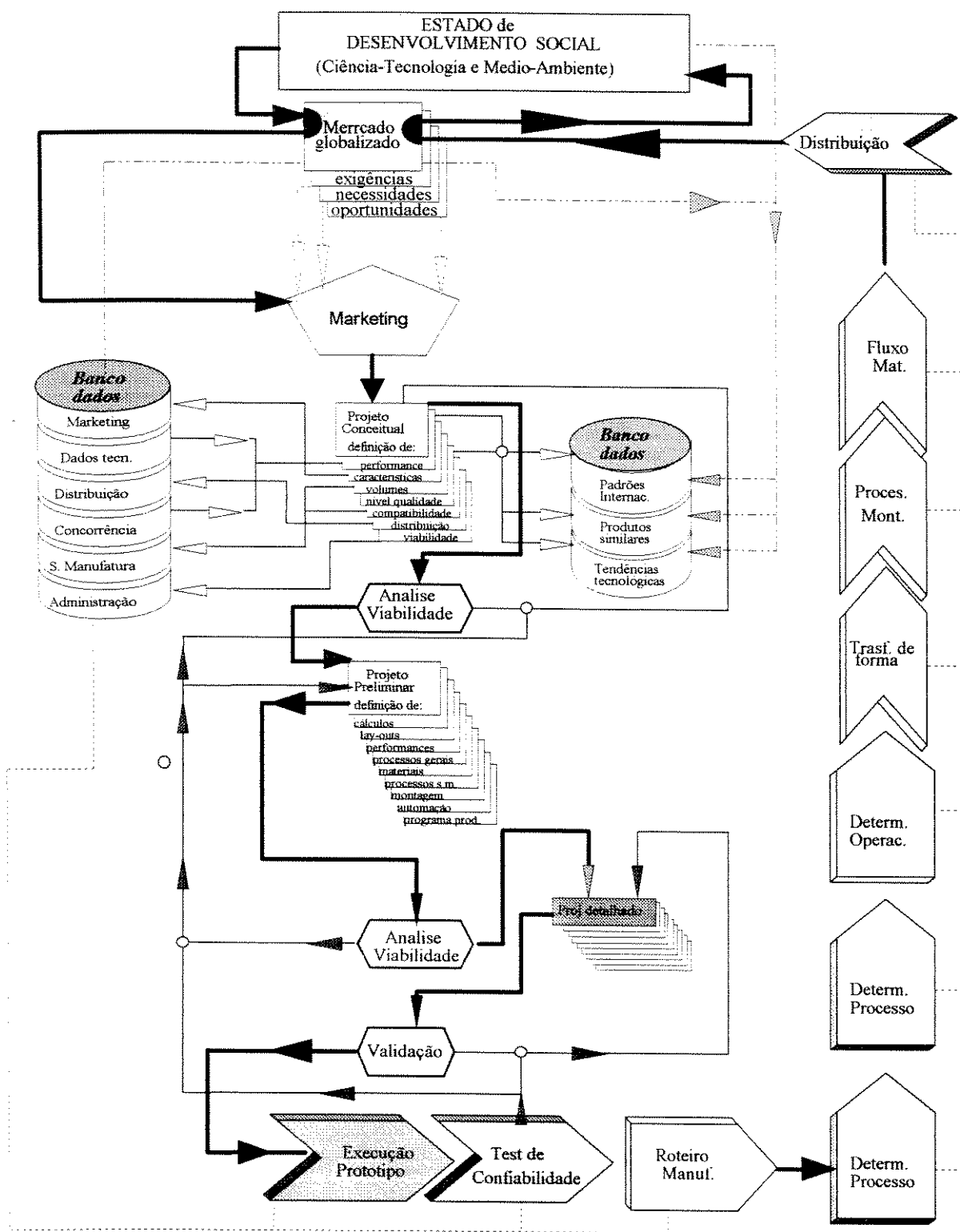


Fig. 6-03, modelo das atividades de Projeto

Nesta apresentação é bem visível o percurso básico do desenvolvimento do projeto (traçado com linha contínua grossa), que tem origem do **estado de desenvolvimento social** (visando as situações de ciência, tecnologia e do meio ambiente), passa pelo mercado, pela empresa até voltar ao mercado e daí vai modificar o meio ambiente.

Evidentemente este percurso se apresenta totalmente fechado, demonstrando que a característica holística de toda a existência pressupõe que qualquer ação modifica todo o ambiente, fato, isso, que sempre foi intuito e pouco tomado em conta.

O "antefactum" a ser considerado, mas que não faz parte do projeto propriamente dito (pela impossibilidade de controle por parte da empresa), é o conjunto de impulsos acionados sobre a sociedade pelo desenvolvimento tecnológico e pela situação do meio ambiente (melhorias de receita pro/capite, incremento do PIB, variações de oferta/demanda de alimentos, influência do meio-ambiente, etc..).

Este conjunto de impulsos (não a sua origem primária), é o **primeiro estágio do projeto**. Este cria no mercado uma série de necessidades, exigências e oportunidades que pressionam e/ou são recebidas ou não, pelo departamento de marketing da empresa.

O fato de perceber é devido ao pressuposto de se tratar de empresa proativa. Neste caso, as estratégias previstas fornecerão um universo de preciosas informações aos banco de dados.

Note-se que no lay-out acima, não é traçada a coligação entre os dois bancos de dados. Isso é devido unicamente à facilidade de representação gráfica, pois é evidente que num sistema tipo MRPII, ICAM ou similar, o banco de dados é único e gerido por todas as funções da empresa.

Se a empresa for de postura reativa, dificilmente vai perceber as oportunidades, e também se por acaso perceber, não será em grau de as aproveitar. Por isso, o comportamento dos responsáveis da empresa, raramente transmitirão dados de desenvolvimento ao banco de dados (se por acaso possuírem).

A postura reativa obriga à um percurso de ações ao contrario: Fornece produtos estáveis e dados rígidos ao mercado, pois baseia a própria estratégia sobre as características adquiridas, e à própria imagem de empresa.

O banco de dados visível a direita da figura 6-03 (constituído por dados de padrões internacionais, arquivos sobre produtos similares, e arquivos sobre situações de tendências tecnológicas e científicas), é mantido atualizado por fontes diretas (universidades, centros de pesquisas e similares.) e indiretas (realizações existentes no mercado).

Outra parte do banco de dados (a esquerda da fig. 6-03), é vivificado pelos relatórios do departamento de pesquisa e desenvolvimento da área de marketing que indica o estado de progresso alcançado pela concorrência (possivelmente à nível internacional).

Outros arquivos armazenados no mesmo banco, relatam sobre todos os dados de distribuição, administração e situação do sistema de manufatura.

Evidentemente, em posse do universo de dados acima especificados e amparada também pela possibilidade de intercâmbio "on-line" externo e interno à empresa, a engenharia de produto é perfeitamente em grau de determinar o **segundo estágio do projeto**, ou seja o projeto conceptual.

Como visto no capítulo 4, este projeto estabelece e verifica a "performance", as características globais, o volumes de produção, o nível de qualidade, as possibilidades de distribuição e, enfim, a viabilidade econômico - financeira do projeto.

Se a sucessiva análise de viabilidade for negativa, os elaborados voltam à fase inicial, e o ciclo é repetido até a análise for positiva. Neste último caso o processo prossegue com o projeto preliminar.

O terceiro estágio de projeto é constituído pelo projeto preliminar.

Este é o estágio onde são definidos os cálculos de resistência, o "lay-out" do produto, à "performance" definitiva, os processos gerais a ser adotados, os materiais, o processo no interno do sistema de manufatura, o sistema de assemblagem, a necessidade e o tipo de automação, a determinação definitiva de todo quanto previsto, estabelecido e verificado nos estágios precedentes e, enfim, um aproximativo programa de produção.

Se a sucessiva análise de viabilidade for negativa, os elaborados voltam à fase precedente ou, se for o caso, até a fase inicial, e o ciclo é repetido até a análise for positiva.

Neste último caso o processo prossegui com o projeto preliminar.

Executado o **quarto estágio de projeto**, o projeto detalhado, e feita uma última análise de viabilidade com as mesmas condições da precedente, pode ser aprovada a fabricação do protótipo.

Um sucessivo teste de confiabilidade (**quinto estágio**), permite verificar e/ou corrigir todo ou parte de quanto foi até este momento executado.

Somente após a verificação e aprovação deste teste, o projeto é definitivamente aprovado e podem ser iniciados todos os estágios sucessivos.

No modelo acima comentado, são visíveis também as coligações informativas entre cada um dos treze estágios (linha pontilhada).

Essa coligação informativa, é particularmente interessante, pois permite manter um continuo monitoramento "on line" com todas as funções empresariais, evitando assim os

imponderáveis atrasos de informações que numa estratégia proativa poderiam produzir até o fracasso do projeto.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES, PROVÁVEIS EXTENSÕES E PASSOS SUCESSIVOS

7.1. CONCLUSÕES

Face a problemática enfrentada, de traçar uma panorâmica abrangente todos os aspectos que envolvem o projeto, apresentou-se no capítulo 6 um modelo que inclui todos os aspectos acima citados. O modelo, que foi formulado essencialmente para o projeto mecânico, pode também servir de referência aos projetos "latu sensu" pois quase todas as empresas industriais podem adaptá-lo as próprias exigências.

Que o modelo epigrafoado possa assumir caráter quase universal, é confirmado pela própria abrangência, característica dos sistemas fechados. Este último atributo, é de particular importância, pois interliga todos os recursos empresariais, não somente ao cliente, mas ao mercado global e ainda mais à todo o ecossistema.

O modelo, dotado de visão essencialmente holística, permite reagir aos "inputs" do mercado, com respostas não somente caracterizadas por adjetivos de proatividade, mas também conscientes dos problemas de compatibilidade com os ambientes: internos (indústria), externos imediatos (mercado) e longínquos (ecossistema).

Esta concepção de modelo, aglutinante todos os treze estágios de projeto, é de primária importância para formalizar qualquer metodologia apta à auxiliar eficazmente os projetistas na tarefa de concepção de produtos competitivos.

A complexidade que apresenta um programa otimizador de todas as inúmeras facetas do problema, é inibidora de qualquer resultado imediato exigido pelas necessidades proativas de resposta imediatas. Acha-se para tanto preferível o uso de sistemas simuladores HAUGE.J. ET ALII, (1955) em grau de calcular rapidamente os resultados comparativos ainda se a custa

de maior exatidão. Sendo que, pela enormidade de soluções, a procura do ótimo poderia resultar uma verdadeira utopia. Ainda mais, a vantagem dos simuladores consiste na possibilidade de quantificar rapidamente as alternativas, pois permite individuar as tendências, evitando ao mesmo tempo, os latentes erros grosseiros de avaliação intuitiva.

Evidentemente todo quanto até aqui relatado e indicado, refere-se à possibilidade de elaborar parâmetros quantificáveis, excluindo porém um fator essencial intrínseco do projetista, atualmente literalmente impossível a ser configurado em termos de software. Este fator, que por conveniência indicaremos como fator **X**, é definível como a capacidade de liderar com forma e essência os vários problemas relativos ao campo de abrangência do projeto. Este fator **X**, que desde o aparecimento dos primeiros pensamentos filosóficos, foi objeto de profundos e cuidadosos estudos, não resulta ser ainda devidamente considerado nos ambientes tecnológicos.

7.2. PROVÁVEIS EXTENSÕES E PASSOS SUCESSIVOS

De quanto até aqui relatado, consegue que a pesquisa sobre a metodologia para projeto e fabricação de produtos extremamente competitivos, deve ser incrementada em duas direções interdependentes:

7.2.1. Uma direção enfoca o uso de **softwares de simulação**, em grau de comparar as várias soluções conseguidas no respeito e conformidade dos fatores de influências acima citados. Para verificação deste processo, aí sim, acha-se importante também o uso de softwares de otimização que além de poder quantificar os detalhes das tendências acima estabelecidas (via simulador), representa uma válida ferramenta pela indispensável **análise do valor**. Esta última ferramenta poderá ser profundamente estudado em todos os pormenores que foram traçados neste trabalho e usado como **ferramenta de base pelas necessárias estratégias de competitividade empresarial**.

7.2.2. A outra direção pesquisa metodologias visantes o aprimoramento das capacidades intelectuais humanas para lidar com o fator **X** indicado no parágrafo 7.1.. Esta segunda direção, até agora aparentemente não suficientemente explorada nos ambientes tecno - científicos, poderá ser passível de desenvolvimento somente se for promovida uma escola capaz de criar *hímus* apropriado, onde a constante convivência de ciência, tecnologia e filosofia, possam brotar novas sistemáticas para o estudo de "**modus operandi**" totalmente diferente de quanto até agora resulta nas pesquisas sobre o assunto.

8 - BIBLIOGRAFIA

AGOSTINO, OSWALDO LUIZ -

Sistemas de Manufatura - vol. I - UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 1996.

ASIMOV M. - **Introdução ao Projeto de Engenharia.** - Editora Mestre Jou, São Paulo, 1968.

BISHOP, A. B.; NEWMAN, A. E.; LUND, R. T.; SALZMAN, H. - **Machine/human compatibility in manufacturing systems design.** - *IFAC Symposia Series, Proceedings of a Triennial World Congress v 6.* - Pergamon Press Inc, NY, USA. 1991.

BOWIJN, P.T. - **Flexible Manufacturing - Integrating Tecnological and Social Innovation** - Elsevier Publishing - NY, USA. 1998.

BURGETT, STEVE R.; BUSH, ROGER T.; SASTRY, S. SHANKER; SEQUIN, CARLOH. - **Mechanical design synthesis from sparse feature-based input** - *The International Society for Optical Engineering v 2442, p 280-291*, Bellingham, WA, USA., 1995.

CHIREHDAST, M.; GEA, H.-C.; KIKUCHI, N.; PAPALAMBROS, P.Y. - **Structural configuration examples of an integrated optimal design process** - *Journal of Mechanical Design, Transactions Of the ASME v 116 n 4 Dec. p 997-1004*, 1994.

DAVID WHITHFIELD, M.A. , M.SC. - **Ergonomics: designing for the user** - *IEE Proceidings, Vol. 130, p.162-165*, 1983

- DESA, S.; SCHMITZ, JAMES M. - **Development and implementation of a comprehensive concurrent engineering method: theory and application.** - *SAE (Society of Automotive Engineers) Transactions v 100, p. 1041-1049, 1991.*
- DIXON, J. R. - **Knowledge-Based Systems for Design** - *50TH Ann. of the Design Engineering Div.-ASME-, vol.117, p. 11/16, 1995.*
- FARAUDO, GIUSEPPE - **Critica econômica del progetto meccanico** - Il disegno degli organi di macchine, 3 vol.- *Casa Editrice "Rivista de meccanica"* , Milano, 1957,
- FINKELSTEIN L. & FINKELTEIN A.C.W. -**Review of design methodology** - *Proceedings, vol.130, Pt. A, No. 4, p.213-221. 1983.*
- GARG, A., KOHLI, D. - **Human Factors in Machine Design.** - *Journal of Mechanical Design, Vol. 101, pp. 587/593, 1979*
- GRANDI, FABIO; SCALAS, MARIA RITA - **Clustering factor estimation for totally clustered attributes** - *Università di Bologna, Bologna, Italy - Data & Knowledge Engineering v 14 n 3, p 251-264, 1995.*
- HAUGE, J. ET ALII - **Virtual Prototyping Simulation for Design of Mechanical Systems** - *50TH Ann. of the Design Engineering Div.-ASME, vol.117, pp 63/70, 1995.*
- HYOTYLAINEN, R.; NORROS, L.; TOIKKA, K. -**Constructing skill-based FMS. A new approach to design and impl.** - *IFAC Symposia Series - Proceedings of a Triennial World Congress v 5 - Pergamon Press Inc, p 53-58 , Elmsford, NY, USA., 1991.*
- KANTER, ROSABETH MOSS -**When Giants Learn to Dance** -Simon and Schuster Inc. - New York, N.Y. - USA - 1990
- KUME, HITOSHI - **Development of the role of quality management.** - *Annual Quality Congress Transactions v 45 - ASQC, Milwaukee, WI, USA., 1991.*
- KUSIAK, N. LARSON - **Decomposition and rapresentation Methods in Mechanical Design.** - *50TH Ann. of the Design Engineering Div.-ASME, vol.117, p. 17/24, 1995.*
- ISHII - **Life-Cicle Engineering Design** - *Transactions of the ASME -50Th Anniversary of the Design Engineering Division, Vol. 117, p.42-47, 1995*

- JOHNSON - **A Method of Optimum Design** - *Journal of Mechanical Design*, Vol. 101, p. 667-673, October 1979
- LAW, A. & KELTON, D. W.- **Simulation Modeling and Analysis** - *McGraw-Hill*, New York, 1991
- LO, CHIHSIUNG; PAPALAMBROS, P.Y. - **Convex cutting plane algorithm for global solution of generalized polynomial optimal design models** - *Journal of Mechanical Design, Transactions Of the ASME v 118 n 1 p 82-88*, 1996.
- LO, CHIHSIUNG; PAPALAMBROS, P.Y - **Deterministic global design optimization method for nonconvex generalized polynomial problems** - *Journal of Mechanical Design, Transactions Of the ASME v 118 n 1, p 75-81*, Mar1996.
- MANSKE, FRED, WOLF, HARALD - **Design Work in Change: Social Conditions and Results of CAD Use in Mechanical Engineering** - *IEEE Transactions on Engineering Management, Vol,36, No.4*, 1989
- MEADOWS, H, DONELLA. MEADOWS DENNIS L. , RANDERS, JORGEN. BEHRENS, WILLIAM W.. - **I Limiti dello sviluppo** - *Report of The System Dynamic Group - Massachusset Institut of Tecnology-Milano* - 1972.
- MICHELENA, N.F.; PAPALAMBROS, P.Y - **Network reliability approach to optimal decomposition of design problems** - *Journal of Mechanical Design, Transactions Of the ASME v 117 n 3, p 433-440*, 1995.
- NEWMAN, ANNE E. - **Multifunctional equipment design teams.** - *International Industrial Engineering Conference Proceedings IIE*, Norcross, GA, USA. , 1991.
- OHMACHI, YASUTAKA; KAWAMURA, HIROSHI; TANI, AKINORI; YONEDA, HAJIME -**Identification of fuzzy relations with multiple hyperplanes by genetic algorithm in structural design** - *Microcomputers in Civil Engineering v 11 n 4, p 219-238*, 1996.
- OPIZ H.- **La production par familles de pieces: application d'une classification et résultats de rationalization** - *Mecanique electricité n. 215* - França, 1967.

- OPIZ, H. - **Werkschlüsselungsrichtlinien und definitionen zum werkstückbeschreibenden klassifizierungssystem** - *W.Girardet*, Essen, 1966
- PAHL G. & BEIZ W. - **Engineering Design: a Systematic Approach**. -*Springer -Verlag*, Berlin, 1988.
- PAPALAMBROS, P.Y.- **Optimal Design of Mechanical Engineering Systems** -*50TH Ann. of the Design Engineering Div.-ASME*, vol.117,pp 55/62, 1995.
- PARKINSON - **Robust Mechanical Design Using Engineering Models** - *Transactions of the ASME -50Th Anniversary of the Design Engineering Division*, Vol. 117, p.48-54, 1995
- PETERS , TOM -**Thriving on Chaos**-*Sperling & Kupfer Editori* -Milão- Itália 1989
- PRITSKER ,A A. & SIGAL, C. - **SLAM II Network Models for Decision Support** - *Prentice Hall Inc.* -N.Y., 1989
- RANDHAWA S. AND WEST- **A multi-Attribute methodology for the evaluation of automated assembly systems**- *International Industrial Engineering Conference* pp.526-533, Dallas, 1986.
- RICHARDSON, C.; COPELAND, L.; WHEELER, B. - **Obstacles to shop-floor CNC programming in the United States**. - *Prod SPE Hydrocarbon Econ Eval Symp. Publ by Soc of Petroleum Engineers of AIME*, Richardson, TX, USA. p 119-127, Pergamon Press Inc, p 487-491, Elmsford, NY, USA., 1991
- RUGGERI, RICCARDO - **Il settore tecnico progettuale dell'azienda** -Editore U.Hoepli - Milão, 1971.
- SASIENI, M. YASPAN, A., FRIEDMAN L., - **Manuale di Ricerca Operativa**-Editore U.Hoepli - Milão, Ano 1971.
- SCHWARZ, M.A., C.ENG.,F.I. MECH.E., F.I.E.E. - **The many facets of engineering design** - *IEE Proceedings*, Vol. 130, p. 196-201, 1983,
- SHTUB, AVRAHAM, BARD, JONHATHAN, GLOBERSON, SHLOMO. - **Project Management** - *Prentice Hall inc.*, Englewood Cliffs, N.J., 1994.

- SIDDAL, J.N. - **Frontiers of Optimal Design.** - *Transactions of the ASME*, vol.101, p. 674/680, 1979.
- UDOKA, SILVANUS J. - **Implementation process assessment for automation projects.** - *International Industrial Engineering Conference Proceedings IIE*, USA 1991.
- URBAN, GLEN L. / HAUSER, JOHN R. -**Design and Marketing of News Products-** *Prentice Hall International Inc.*, New Jersey .,1993.
- VIVIANI, V., - **Crítica económica dos Projetos de Máquinas II** - Ed. Grünwald - Rev. *Mundo Mecânico* -Janeiro 1980 - p. 4 / 7, São Paulo, 1980
- VIVIANI, V., - **Sistemas avançados de planejamento da produção** - Ed. Grünwald - Rev. *Mundo Mecânico* -Junho 1981 - p. 19 / 23, São Paulo, 1981
- VIVIANI, V., - **Aspectos econômicos dos Projetos de Máquinas** - Ed. Grünwald - Rev. *Mundo Mecânico* -Fevereiro 1986 - p. 14 / 21, São Paulo, 1986
- VIVIANI, V. e RUFFINO, F., - **Integrated Computer Aided Management** - 59^o CIAFT *Congresso Internacional de Fundição* - São Paulo, 1992.
- VIVIANI, V., - **Metodologias pela racionalização econômica nos Projetos Mecânicos** - *Palestra técnica -UNICAMP - F.E.M. -Novembro 1995* - Campinas, S.P.- 1981
- ZHANG, GUANGMING. ET ALII- **An expert system framework for economic evaluation of machining operating planning** - *Journal of the Operational Research Society*, Vol.41, No.5., 1990.
- WELLMAN, MICHAEL P. - **Computational market model for distributed configuration design.** - *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing: AIEDAM* v 9 n 2, p 125-133, 1995.
- WILLY, A.; SADLER, J.P.; SCHRAFT, R.D.- **Automated fixture design** - *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* v 10 n 1, p 27-35, 1995.
- WISNER, ALAIN (ED.); QUEINNEC, YVON (ED.) - **Designing for Everyone: Planetary Papers** -11th IEA Congress. - *Ergonomics* v 34 n 6, p 653-848, Taylor & Francis, NY,USA., 1991.

YOSHIKAWA H. - **Design Philosophy: The State of the Art.** - *Annals of the CIRP* v. 38/2,
p.579-586.1989

APÊNDICE A1

AS DIMENSÕES E META-DIMENSÕES DO APARENTE E DO OCULTO

A1-1. INTRODUÇÃO

Neste fim de século, estamos assistindo à uma série de profundas mudanças devidas não somente à aproximação da sociedade humana aos limites do próprio desenvolvimento, mas também aos notáveis desenvolvimentos da informática e dos conhecimentos científico em todos os setores.

Neste desenvolvimento, muitos cientistas, especialmente os físicos, A. EINSTEIN, (1950), W. HEISENBERG, (1958), D. BOHM, (1987), etc. já verificaram que o pensamento científico necessita de algo a mais, para compreender os fenômenos intrínsecos nas profundezas da natureza. A postura científica ocidental, baseada na lógica aristotélica e coerentemente desenvolvida até os cânones do pensamento Newtoniano, não é mais suficiente para o entendimento da complexidade da realidade.

A aproximação às místicas orientais aparece com crescente frequência na procura de desvendar as entranhas atômicas, bem como a imensidade do universo.

Nos técnicos também, no nosso mundo ainda condicionado e operante com as técnicas da mecânica clássica, iniciamos a perceber uma crescente insuficiência das ferramentas usadas na procura de superar os paradoxos que, o continuo incremento de complexidade dos nossos projetos, nos apresenta.

O paradoxo devido à constante procura de metodologias a serem implementadas via computador, a procura exasperada do ótimo e, contemporaneamente, do mínimo tempo de resposta, constitui um pesado limite à criatividade, cuja característica ainda reside em um determinado fator possuído pelo projetista e atualmente literalmente impossível de ser configurado em termos de software. Este fator, que por conveniência indicaremos como fator **X**, é definível como a capacidade de liderar com forma e essência dos vários problemas de projeto. Esta capacidade, é semelhante ao que costumamos definir como inteligência técnica, ou melhor, como conhecimento estético do profissional.

Têm-se experiência de que uma parte deste fator é congênita, mas uma outra parte é assimilável com o treinamento. De qualquer forma, até o presente momento, este fator X, que desde o aparecimento dos primeiros pensamentos filosóficos, foi objeto de profundos e cuidadosos estudos, não é devidamente considerado nos ambientes tecnológicos.

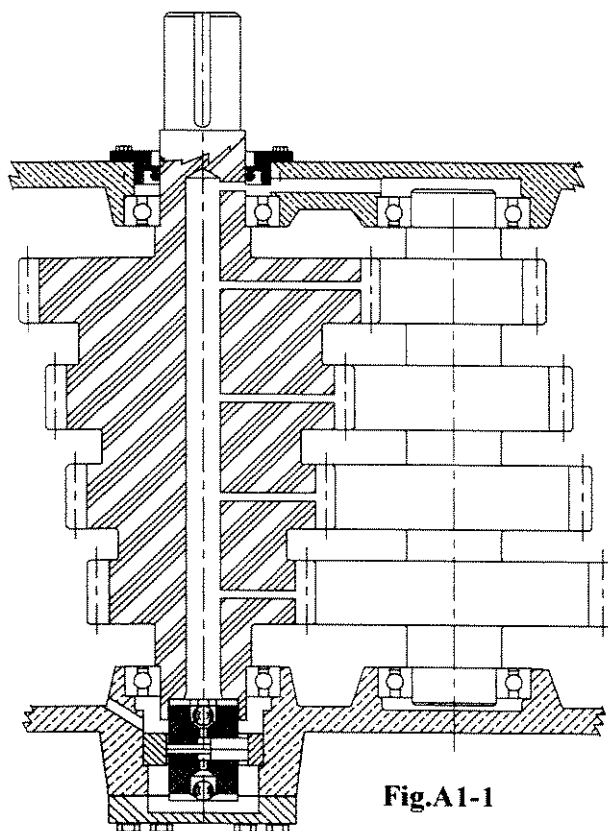


Fig.A1-1

Normalmente, a realidade se apresenta em uma dimensão denominada de **aparente** mas, na verdade, parece pertencer também à outra dimensão denominada de **oculto** e à outras meta-dimensões intermédias denominadas **oculto do aparente** e **aparente do oculto**.

Para fixar estes conceitos, utiliza-se o exemplo a seguir:

Imagine que seja necessário projetar um dispositivo apto a lubrificar as engrenagens do eixo representado na Fig. A1-1). As soluções normalmente usadas, seriam representadas pelo uso de bombas de engrenagens, de palhetas, ou volumétricas.

Todas estas soluções, que podem-se denominar de "obvias" resultariam em um custo extremamente elevado. Versões mais econômicas das pequenas bombas podem ser representadas pelas bombas de membranas em uso na prática automobilística. Estas são soluções compatíveis com o problema "aparente", mas uma idéia mais interessante pela simplicidade económica, é a solução observada na fig. A1-3).

Esta é formada por um corpo que roda em conjunto ao eixo a ser lubrificado, no qual é alojado um pistão cujo movimento alternativo resulta pelo apoio num anel excêntrico fixo na carcaça. Outras soluções estão sendo representadas nas figuras A1-2) e A1-4). Entre elas, a solução A1-4) é sem duvida a mais brilhante, pois apresenta o mínimo de

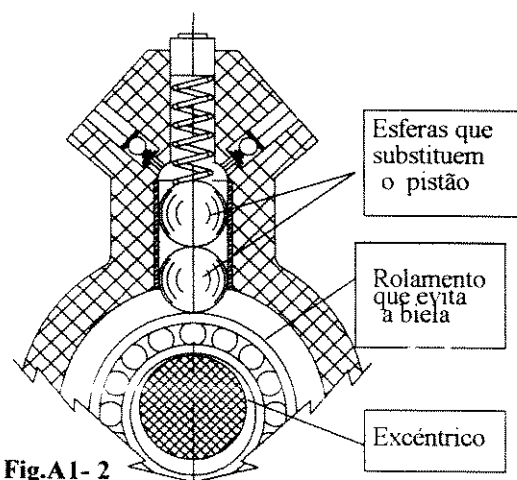


Fig.A1- 2

Esferas que substituem o pistão

Rolamento que evita a biela

Excêntrico

usinagem, possível de ser obtida com uma única operação de torno, um tubo e uma pastilha de captação. O princípio de funcionamento é baseado na viscosidade do filme lubrificante e a força centrífuga. As soluções do exemplo acima, podem ser consideradas como consequências de brilhantes capacidades inventivas por parte do projetista, capaz de intuir as ligações entre a característica "aparente" (viscosidade) do óleo e a característica "oculta" (arrastamento pela superfície) do disco. Em algum caso isso é verdade, mas é também

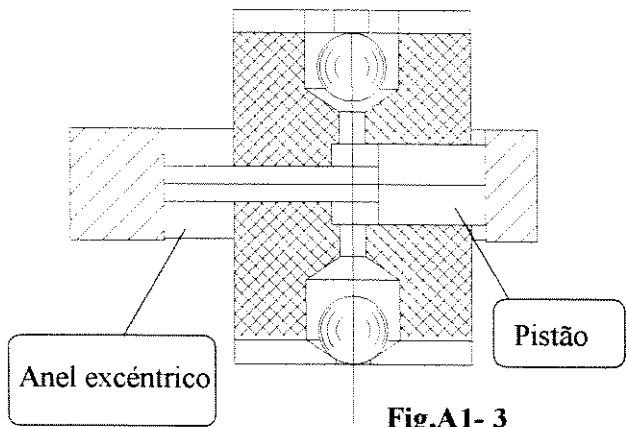


Fig.A1- 3

consolidado que quando o profissional conhece profundamente o grau de conveniência aplicativa de materiais, componentes, técnicas produtivas e de processo, o brilho das soluções deixa a casualidade e vira costume. Conhecer é porém um verbo muito pouco claro, pois o simples conhecimento as vezes não é suficiente. Quase sempre por conhecimento entende-se o conhecimento adquirido com a experiência. Entretanto, o aspecto que se revela na criatividade, é profundamente ligado à intuição que não é possível adquirir através do uso da informação, mas unicamente com a continua prática devida à ousadia das tentativas, ou, tanto para voltar a

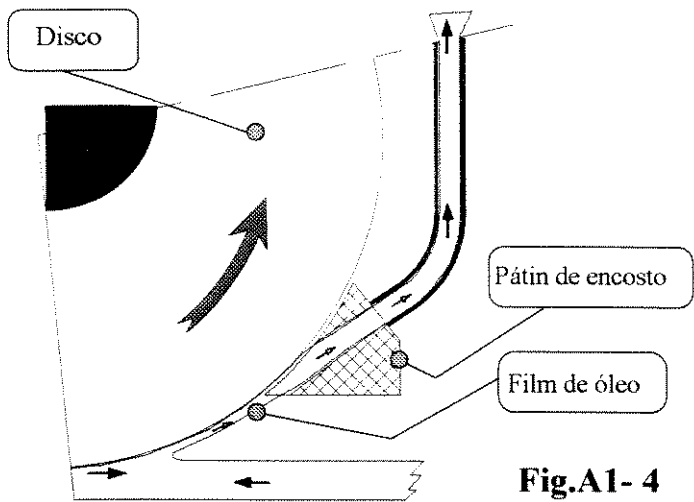


Fig.A1- 4

postura proativa, à necessidade de praticar a teoria dos *fracassos rápidos*, PETERS, (1987). Outra confirmação pode ser conseguida na observação da fig. A1-2), onde fica claro que, ao pensar na esfera, o projetista além de vê-la como integrante dos rolamentos "óbvio do aparente", a considera também na sua característica efetiva, ou seja, qual componente

mecânico de alta precisão, com superfície super acabada ("aparente do oculto"), e nesta característica ver a capacidade de substituir êmbolos e válvulas ("oculto do oculto"), conseguindo a economia desejada ("oculto do aparente").

A bomba da fig.A1-3) foi sugerida por um projetista de ferramentais de fundição, numa reunião de técnicos encarregados de racionalizar o projeto de um redutor. Além de ter bem

clara as características das esferas e usa-las como válvulas, a solução do êmbolo que cruza o eixo foi sem dúvida devida à sua capacidade de ver "em negativo" o projeto, adquirida na sua especialização.

Esta é uma faculdade específica de ver o "oculto", conseguida através a ação. Quem pensou a solução da fig. A1-4), sem dúvida estava pensando que o óleo não possui somente capacidades lubrificantes, mas também características de alta viscosidade. Tinha também clara visão que a ruptura do filme sobre uma superfície em rotação o projeta radialmente mantendo inalterada a própria força centrífuga.

Outra solução digna de nota, é o furo interno no eixo da fig. A1-1). Pode ser observado que o furo apresenta um comprimento de 150 mm. e um diâmetro de 12 mm. Este furo de lubrificação, é sucessivamente fechado com estojo furado com 6 mm. de diâmetro. Muitos desenhistas teriam projetado um furo de ϕ 6 mm. por todo o comprimento, e isso teria como resultado um custo extremamente elevado. A solução de desenhar um furo de ϕ 12 mm., e estojas sucessivamente com um redutor de fluxo, é de verdade a solução mais econômica que resulta do ter distinguido entre a necessidade de calibrar o fluxo de óleo ("aparente") com execução de furo ϕ 6 mm., e a função de simples passagem ("oculta") de óleo passível a ser obtida mais facilmente com furo maior.

Apesar de ser intuitivo o significado dos termos **aparente** e **oculto**, acha-se oportuno procurar uma definição mais profunda das relativas dimensões e meta-dimensões.

A1-2. O OBVIO DO APARENTE

O termo aparente define o óbvio, o concreto de aquilo que estamos acostumados a observar, pensar, imaginar. Por exemplo, quando se refere à palavra "esfera", imediatamente se apresenta aos olhos da mente o sólido homônimo, de diâmetro e material não determinado. Isso é aquilo que pode ser definido óbvio do aparente e que, evidentemente, representa sempre uma forma cristalizada da realidade. Neste sentido, aquilo de que se está tratando é completamente definido, inalterável e não apresenta mais dúvida alguma, pode ser tratado de forma lógica.

É de fato lógico que à palavra "esfera" sejam atribuídas ulteriores características específicas, como material, diâmetro, tipo de superfície, uso, etc..

Surge aqui o primeiro problema do aparente. As caracterizações acima, não tendo caráter universal, apresentam-se diferentes em função de cada usuário do conceito:

Para um técnico mecânico, o material será quase sempre identificado como metal, o diâmetro será restringido à poucos milímetros, a superfície se apresentará normalmente lisa, etc.. Aos olhos de um atleta de "foot-ball", provavelmente a "esfera" será identificada com um objeto similar à bola. Para um jogador de bilhar, será uma bola de marfim com diâmetro entre

5 e 8 centímetros, na imaginação de um menino será vista como um balão translúcido e capaz de voar, etc.. Na identificação da realidade paralisada, cada atributo é transformado em parâmetro e não é deixado espaço algum para qualquer incógnita do aparente.

Esta preguiça mental trazida pelo aparente, é a sede do maior obstáculo ao ato criativo: a construção do **conhecimento estático** e a **auto consciência de sabedoria**.

Para o progresso científico, o conhecimento estático representa um verdadeiro bloqueio. Se o pensamento estiver se desenvolvendo segundo esta base, todo mundo iria pensar de modo idêntico, expressando aspirações, desejos interpretações e conceitos absolutamente idênticos. No domínio da forma (toda a criação é composta de formas), nada

mudaria, pois as formas geram outras formas que por si mesmas excluem a essência.

Por exemplo, a forma esférica (primeira forma) gera novas formas: a bola de "foot-ball", a bola de bilhar, o balão a esfera do rolamento etc.. Quanto mais formas estão sendo geradas, mais longe se está da essência. Este afastamento da essência, nefasto pelo ato criativo, é continuamente reforçado

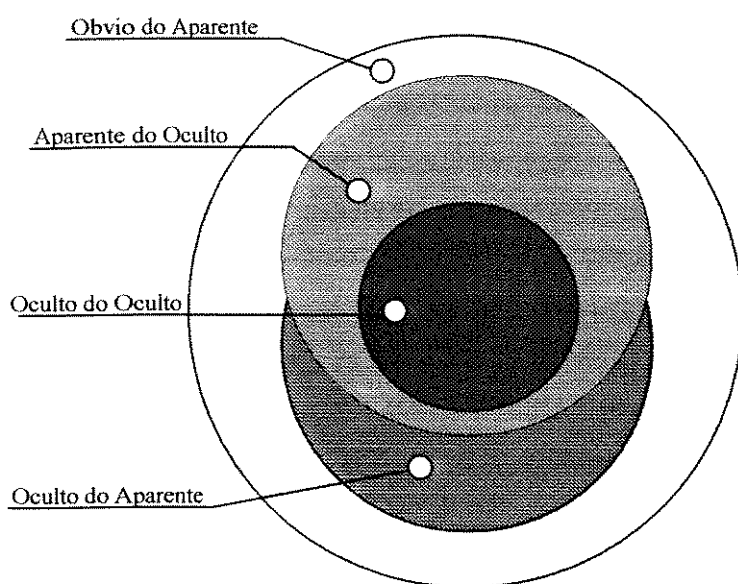


Fig. A1-5 - Metadimensões do Aparente e do Oculto

pelo conhecimento adquirido (estático), pois não é gerado por criação de novos conceitos, mas simplesmente adquirido pela informação.

Assim sendo, quanto mais formas se aprende, mais se afasta da essência, cuja maior riqueza não consiste naquilo que é definido, mas naquilo que exclui e que ainda é ignorado.

Um exemplo de que tentamos definir, é representado pelo problema teológico: "Procurar uma definição de Deus é como esvaziar o mar com uma peneira, pois **Deus não é somente o que é, mas também o que não é**". Agora, mais se sabe de teologia e têm-se ciência de ser expertos na matéria, tanto mais foge-se do conhecer Deus, pois pela natural soberbia, o homem pode-se autocriticar em qualquer coisa, mas nunca aceitar de criticar o seu cérebro. Assim sem critica, afasta-se sempre mais da ignorância que é o único receptáculo da verdade.

Um exemplo pertinente que o pesquisador encontra na realidade aplicativa, especialmente no campo industrial, é representado pelas inevitáveis sacas de resistências dos

entendidos no assunto. Se perguntarem à um operador de máquina que esteja torneando uma qualquer peça: "Porquê o Senhor está usando aquela (velocidade de corte usada) velocidade?", quase sem duvida irá responder: "Porquê sempre fiz assim!"

Evidentemente quando se trata de procura de investigar o ótimo, e com ótimo referir-se na maioria dos casos ao ótimo também do atual inexistente, as respostas à qualquer quesito precisam passar por outras dimensões diferentes do óbvio do aparente. Este é o caso de investigar melhor a respeito de oculto do aparente, do oculto do oculto e do aparente do oculto, que como é imaginável, fecha o círculo da investigação.

Na procura de definir corretamente os problemas envolvidos na resposta de qualquer pesquisa sobre o desconhecido, apresentarmos a seguir um episódio citado na mística judaica oportunamente adaptado as circunstancias técnicas objeto desta pesquisa.

O ato de investigação sobre qualquer problema que necessite ser solucionado, é muito aparecido com uma viagem através as quatro concepções do existente: O aparente do aparente, o aparente do oculto, o oculto do oculto, para retornar ao estado inicial através o oculto do aparente. Neste viagem através a interpretação do desconhecido, se conseguirmos lidar com as quatro etapas, indubitavelmente conseguirmos uma solução ad hoc. Entretanto, caso limitarmos à uma das citadas etapas, é possível conseguirmos soluções não aplicáveis, respostas não objetivas (desvios da realidade) ou equivocados internalizados (devidos à distorção da visão do problema). O fato é que as respostas não residem em nenhuma das dimensões de aparentes e ocultos, mas nos transitórios gerados entre si.

A1-3. O OCULTO DO APARENTE

O aparente é normalmente composto de várias dimensões. Estas facetas, não são todas percebíveis de imediato, entretanto não cessam de apresentar as mesmas características do óbvio, também se pertencem ao lado oculto do aparente. Na prática, este lado oculto das formas, manifesta-se quase sempre como uma surpresa ao ser descoberto. Quantas vezes têm-se exclamado: "Como é que não pude perceber antes?" . Esta interrogação sempre é associada à descoberta do lado oculto do aparente.

Outra característica deste lado oculto do óbvio, é a sua capacidade de se ressaltar em presença do seu oposto ou antagônico. Às vezes, por exemplo, no uso contínuo de uma lâmpada, não se percebe que a sua emissão de luz está se degradando com o tempo, até que seja substituída por outra nova em folha. Aí exclama-se: "Puxa, como era baixa a luz precedente, **não tinha percebido antes!** "

Deste lado característico do oculto do aparente, que não cessa de ser óbvio, pode-se deduzir que a sua descoberta pode quase sempre ser conseguida associando o aparente ao seu lado antagônico ou semelhante, pois a semelhança não cessa de ser uma característica que diferencia, ainda se não totalmente antagônica.

A seguir é citado um exemplo de correta aplicação deste conceito:

Durante uma reunião de diretoria, numa conceituada Empresa, foi posto na mesa o grave problema de como poderia ser alimentado um forno cubiló, com a grande quantidade de cavaco gerado pelo departamento de usinagem. As propostas foram várias, mas todas não atuáveis. O Diretor Geral, profissional de grande competência e sabedoria, ouvidos todos, sentenciou: "Simples: é só não produzi-lo. Aparentemente, a afirmação pode parecer um absurdo, entretanto este absurdo do antagônico, revelou qual era a estrada a ser percorrida não somente para resolver o problema em si, mas também para a inteira economia da empresa: reduzir drasticamente o volume de cavaco, significava operar uma violenta redução de todos os tempos de usinagem, ou seja implantar um plano de racionalização dos produtos.

A prática apresentada com o exemplo acima, pode ser definida como uma verdadeira reengenharia do problema, e é denominada "*reframing*" pelos especialistas no assunto. Como diz a palavra, trata-se de desmembrar o problema e reconstruí-lo em outra dimensão aparecida ou antagônica. Esta técnica resulta sempre muito eficaz, pois consegue expor o elemento oculto do óbvio, quando operando uma *reframing* recusa-se considerar unicamente as poucas opções congeladas no único plano do problema aparente.

Num passo do Talmud, é citada a seguinte pergunta: "*Dois homens entram numa chaminé: um deles sai com o rosto sujo de fuligem e o outro com o rosto limpo. Quem irá lavar o rosto?*" A aparência diz que será o homem de cara suja, induzindo ao erro. Na realidade será o homem de cara limpa que lavará o rosto, pois somente ele poderá observar a fuligem no companheiro, não o contrário.

Um exemplo de *reframing* absoluto muito usado pelos especialistas de *italian design*, é a proposital evidenciação de um defeito não ocultável para produzir um agradável aspecto estético. Neste caso o lado oculto do defeito passa a representar um item com um potencial decisivamente positivo, revirando o desastre inicial ao qual o aparente teria induzido.

A preguiça do estado mental, que viu-se anteriormente ser um grave impedimento na concepção do aparente, representa um entrave ainda mais pesado pela inteligibilidade da sua faceta oculta. Não há dúvida que este bloqueio da dimensão emocional impede quase totalmente o acesso ao nível oculto. Pode-se afirmar que na maioria das vezes, a impossibilidade de compreender é criada pelas próprias pessoas, na desesperada tentativa de não renunciar à rigidez de sua inteligência emocional, construída com a experiência do dia a dia. As interconexões do sistema de compreensão de cada um são tão irraizadas, que raramente está-se disponível à abandonar esta velha, confortável ferramenta.

O resultado é que afirmando "não posso", não estamos sentenciando uma expressão da nossa intelectualidade, estamos simplesmente respondendo "não quero" com a linguagem emocional.

A cura à este estado primordial do conhecimento, é a criação de um estado de rebeldia interna à tirania do tranqüilo e compassado *modus pensandi*. Este estado age não diferentemente da inércia sobre o aparente. Quanto mais se permanece nas formas de costume (A postura emocional é efetivamente uma forma: a forma de ser), mais se afasta da essência, pois a sua maior riqueza não consiste naquilo que é definido, mas naquilo que exclui, e que ainda é ignorado na essência do problema. Em poucas palavras, poder se permitir brincar com o "não usual", as vezes com aquilo no qual literalmente não acreditamos, é permitir-se o acesso à dimensão do oculto.

Um exemplo de aplicação: A resposta mais confortável a ser dada à quem pede a execução de um furo de $\phi = 6 \text{ mm.}$ e comprimento $L = 500 \text{ mm.}$ no centro de um eixo de GGG 40, é: "Impossível !". No entanto, se recusar-se ao império do conforto mental, e iniciar à contemplar a "utopia" da possibilidade, é fácil observar que se é impossível ser usinado, é possível construí-lo no ato de moldagem da forma antes do vazamento em fundição !

A postura de quem pensa em fazer o furo, é de fato um confortável pensamento sobre à

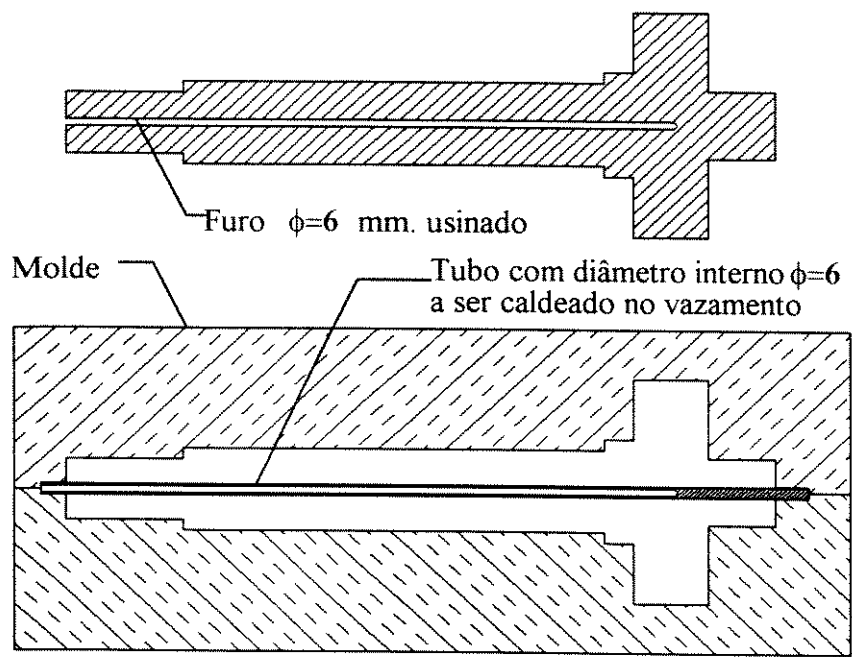


Fig. A1-6

realidade óbvia do aparente, o pensamento sobre o inteiro eixo que inclui o furo, é uma visão do oculto do aparente. Deve-se ter presente, que quanto mais a atenção é dirigida ao imediato objetivo (fazer o furo), quanto mais se insiste em afirmar a impossibilidade. Entretanto, quando com um pouco de esforço, rejeitarmos a facilidade do julgamento imediato, e visarmos a meta (eixo furado), considerando também o aparentemente impossível, de fato está-se operando um *reframing* do problema, que como se vê, apresenta quase sempre uma solução: fundir um eixo que já inclui o furo desejado (Fig. A1-6).

A1-4. O APARENTE DO OCULTO

Quando anteriormente tratou-se de entender a configuração do aparente, seja na sua forma mais corriqueira, o óbvio do aparente, seja na sua meta - dimensão chamada oculto do aparente, os conceitos apresentados não vão trazer alguma dificuldade, sendo esta dimensão perfeitamente dominável em quanto conhecida através da consciência, sendo um mundo de formas definidas.

O novo conceito, o aparente do oculto, como definido pela palavra, pertence ao mundo do oculto, do qual é uma meta - dimensão, e aparenta uma forma de pensamento muito distinta não bem definível pelos próprios limites. Este mundo é caracterizado por pertencer à dimensão do inconsciente, onde figuras conformadas ocultam partes de outras formas lábeis possuídas contemporaneamente pela existência e não existência.

Entende-se que explicações como acima, podem nos deixar sumamente perplexos, entretanto conceitos que definem o aparente do oculto podem ser entendidos somente na sua forma de extrema labilidade. Existem dimensões do pensamento, que não podem absolutamente ser restringidas e controladas por uma qualquer doutrina. Estas dimensões confluem naquilo que pode ser definido de "mítico", pois a anedótica mítica é repleta de exemplos manifestos do oculto e da sua meta - dimensão.

Um exemplo pode ser levantado do mito do "êxodos". Quando Moisés percebendo o seu povo encurralado entre o exército do Faraó e o mar, na percepção e desespero da impossibilidade de salvação, usou exatamente esta impossibilidade para abrir as águas do Mar Vermelho. Note-se que somente na impossibilidade, foi encontrada a salvação. Segundo o mundo mítico, a terra representa a dimensão aparente, onde as formas são claras e distintas, ainda se oculta em grande parte. O mar, qual elemento fluido, sempre desigual a qualquer instante, representa o mundo oculto, pois as formas de vida e não vida que nele flutuam não são habitualmente visíveis: aparecem e desaparecem com uma característica de continua dinâmica. Segundo este conceito, a dificuldade de ver o oculto é evidentemente a nossa incapacidade de separar as suas formas do meio que as inclui.

Entrar no mundo fluido do oculto, é quase sempre uma ação provocada pela impossibilidade de soluções na dimensão do aparente. Parece que possa ser possível atingir este estado de atrevimento somente nos casos de desespero, quando todo é perdido, pois, mito ou realidade, são inumeráveis os exemplo de solução neste tipo de condição: O êxodo no Mar Vermelho, o doente que de repente sara do câncer terminal, o indigente que sonha os números ganhadores na loteria, as incríveis experiências de DAVID BOHM ,(1979), e as observações de A. EINSTEIN et AL., (1935) sobre o condicionamento da matéria pelo poder da mente, a própria teoria quantística, são exemplos reais da influência do oculto sobre o manifesto.

O relato de um episódio de alguns anos atrás, pode melhor fixar o conceito:

O chefe de departamento de engenharia de projeto numa fábrica de máquinas operatrizes, tinha acabado de projetar um torno de grande porte (250 Hp), no tempo estritamente suficiente para fabricar e apresentá-lo na exposição do Anhembi, onde teria representado o ponto forte da empresa. Uma posterior verificação do lay-out do carro porta-ferramentas salientou uma interferência não aceitável com a guia do barramento: isso teria significado reprojeter toda a máquina, sucatear todos os modelos prontos para fundir, todos os ferramentais de usinagem etc...O tempo esgotado não teria permitido este tipo de reforma. O desespero que invadiu toda a empresa era total.

Nesta situação, sem saída alguma, era necessário efetivamente enfrentar o impossível, e o impossível, representado pela simples deslocação da guia até coincidir com a base apoiada no chão, solução nunca tentada na história deste tipo de projeto, foi a efetiva solução do impossível.

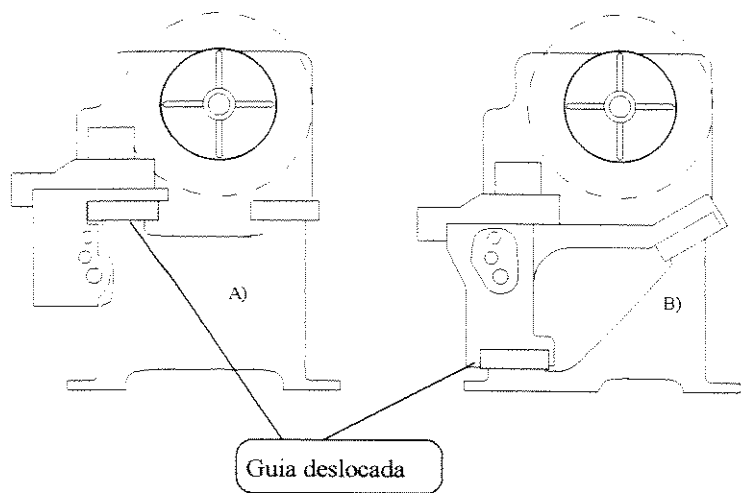


Fig.A1- 7

Se alguém procurasse um caminho lógico, ou uma qualquer metodologia responsável por ter empurrado o Gerente nos braços do oculto, perderia o seu tempo: o homem era pessoa muito conformista, pouco dotada de fantasia e completamente alheia aos riscos e às novidades. O único fator dominante no estado de desespero no qual se encontrava era o próprio desespero e esta

circunstância, como pode ser observado nas histórias similares do passado, é efetivamente muito oportuna à jogar alguns relâmpagos de luz na obscuridade flutuante do oculto.

Esta dimensão é um ambiente estranho, onde o lado absurdo dos problemas interconecta importantes ligações nas lógicas aparentemente desconexas. Neste mundo, as vezes as personalidades dos insipientes revelam não suspeitáveis aspectos do saber, ao ponto que a única visão possível parece se realizar via uma iluminação holográfica.

Aqui põe-se uma dúvida intrínseca do oculto: se o oculto aparenta um caráter holográfico, e para tanto provavelmente pré existe ou pelo menos é contemporâneo à sua manifestação na dimensão do aparente, não será que a sua procura é um ato completamente absurdo? Esta pergunta parece determinar uma inversão, como se no princípio de causa e efeito, o efeito preexistir e praticamente produzir a causa. A prospeção desta inversão é menos absurda de que for imaginável.

Quando foi perguntado à Micheangelo Buonarroti, como conseguia esculpir tanta beleza nas suas estátuas, a resposta do artista foi: *"Simplesmente eu as liberto da casca de mármore que as oculta!"*. Observe-se como o Artista consegue explicar corretamente a ligação entre oculto e aparente e como percebeu perfeitamente a inversão de princípios de causa e efeito gerada pela própria visão que hoje em dia, segundo TALBOT M.,(1991), pode ser identificada como de holográfica.

Destas reflexões, nasce um dos métodos apto à descobrir o aparente do oculto: o princípio de reversão. A reversibilidade é de fato uma percepção do aparente do oculto, pois é uma forma que de repente se manifesta e que, quase sempre, logo depois esvanece. Alguns exemplos concretos de figuras em condição de explicar este modo de aparecer momentaneamente o aparente do oculto, são as figuras de Rubin (fig. A1-8), o tridente de Schuster (fig.A1-9-B) e os cubos de Necker (fig.A1-9-C). Estas figuras representam uma forte analogia com o aparente do oculto, pois podem existir unicamente em presença do próprio meio de existência, que é formado pela figura no momento considerado oculta. Passado um instante, acontece a reversão e a figura inicial vira meio, contemporaneamente ao meio inicial que transforma-se em figura.

Não há duvida que lidar com o oculto e com à sua meta - dimensão constitui uma experiência geradora de muitas incertezas, pois significa equilibrar-se continuamente num mundo

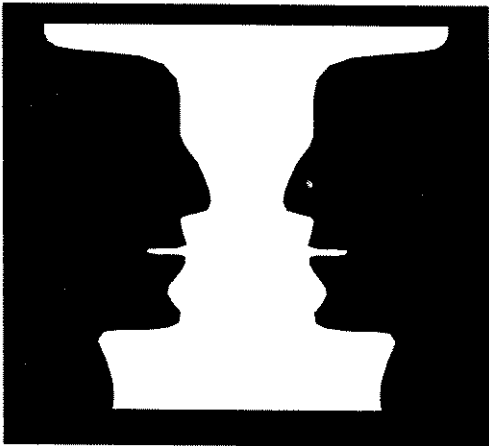


Fig. A1-08. figuras de Rubin

Figura B) : Tridente de Shuster

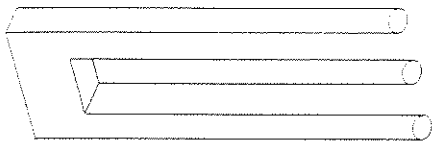


Figura C) : Os cubos de Necker

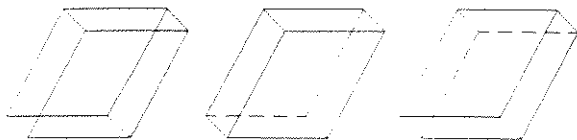


Fig.A1- 9

muito ambíguo. Especialmente para quem lida com as ciências, a consciência da natureza contraditória da realidade pode pôr em dúvida toda a estrutura lógica construída com anos de estudos e de observações.

Este mundo sutil foi sempre objeto de tentativas frustradas de mapeamento, pois nesta dimensão, o único meio de orientação parece ser o intuito. As sensações transmitidas por ele são parecidas com aquelas que se percebem pelo efeito de alguns dos

sonhos, onde a procura de subjugá-los às nossas redes lógicas, resultam sempre um estrondoso fracasso. O único resultado possível é possível consegui-lo no nível intuitivo, que às vezes se traduz em forma de pressentimento.

Evidentemente tudo quanto acima parece não ter nada de útil para o nosso objetivo realístico de desvendar métodos aptos a ser aplicados na nossa real necessidade de projetar formas reais. Aqui é explicada porém, uma das dificuldades que se apresentam na procura de formular metodologias não paliativas, mas que abrangem o inteiro processo criativo.

Voltando às aparentes contradições da natureza, observa-se que em todos os casos nos quais o ser humano consegue lidar com este mundo sutil, o *Self* do navegador do oculto apresenta-se permeado por um fortíssimo indefinível sentimento de desejo e necessidade.

Observe-se também que está-se falando de sentimento, não de vontade. Para melhor esclarecer a natureza deste sentimento, seria melhor dizer que nele, além de desejo e necessidade, alberga também grande dose de abandono, ou seja de sufocamento do próprio ego, em favor de alguma coisa ou entidade não sempre definida.

A melhor palavra que define este sentimento, parece ser a palavra "Amor". Foi "Amor" ao seu povo, o segredo da abertura dos fluxos marinhos, no Êxodos. Foi "Amor" à Virgem Maria, o que permitiu à Michelangelo ver as formas da Piedade ocultas no mármore. Provavelmente foi "Amor" à humanidade doente, o que revelou à Fleming as características da penicilina, etc.....

Às vezes esta palavra não é bem entendida, pois é comum identificá-la com o sentimento entre os humanos. No entanto, a definição mais própria deste sentimento, é: **"Sentimento derivado pela percepção da necessidade de desejar ou fazer alguma coisa positiva sem a participação do utilitarismo próprio e quase sempre emitida não para qualquer finalidade, mas principalmente por impulso inconsciente"**.

A existência deste sentimento, que têm-se identificado com a palavra amor, possui a característica de abrir a cortina de uma janela sobre a dimensão do oculto, via a regressão. Esta última praticamente permite a identificação, seja também momentânea, do que se está ansiando no mundo sutil. Conseguida esta visão resulta mais fácil pelo nosso instinto, percorrer a estrada que conduz ao resultado. O caráter de espontaneidade é implícito nesta concepção do método, pois se ao intuito subentra o raciocínio utilitarístico, a visão é de imediato perdida. (*É um pouco como procurar assegurar-se o paraíso entregando unicamente um pouco de esmola aos necessitados*). O ato assume a sua completa magnitude unicamente quando é espontâneo e sem algum fim utilitarístico. Todos nos possuem uma janela (possibilidade de interação) sobre o oculto, entretanto é possível ter uma certa visão somente se permitimos que a cortina permaneça aberta.

A cortina representa o controle da interação, que o intuito consegue abrir e a lógica irremediavelmente fecha. É evidente que o acionamento não pode ser efetuado pelo controle do aparente, pois este veda o oculto. Por isso a abertura da cortina não é propriamente uma

ação, mas uma condição propícia permitida pela não intervenção do intuito. O costume irraizado à proceder no campo do conhecimento com a lógica, se é válido na dimensão do aparente, resulta contraditório no mundo sutil, pois é o próprio obstáculo à sua percepção.

A1-5. O OCULTO DO OCULTO

A procura de explicar racionalmente o oculto do oculto representa uma literal utopia, pois nesta dimensão o ferramenta razão não pode encontrar matéria nem espaço algum para se mexer. Esvaziar os oceanos com uma peneira seria muito mais eficaz.

Não é de admirar como, nesta procura, grandes cientistas e homens de profundo discernimento, quase sempre conseguem se atolar na própria sabedoria.

As escolas orientais são famosas por conseguir sempre superar este atávico instinto de soberbia humana. A escola Zen, por exemplo, SUZUKI D.T., (1959), rejeita totalmente o uso de palavras, explicações, instruções e conhecimento, para focalizar unicamente a experiência da Iluminação e deixa pouco espaço à interpretação desta experiência. As outras escolas de mística oriental, Budismo SUZUKI D.T.,(1968) , Taoismo, GIA-FU FENG, (1972), o Vedanta hindu, HUME R.E., (1934) etc, não obstante não resultem tão radicais, sempre recusam o uso do intelecto como ferramenta do conhecimento.

O fato é que as regras de lógica com as quais costuma-se enfrentar o desconhecido, aqui transformam-se em eficazes atrapalhos pelo desvio do entendimento, pois nesta dimensão reina a inversão de prioridade entre objetivo e método. Provavelmente é difícil entender que a percepção do recôndito do oculto pode acontecer unicamente alcançando por primo o objetivo e somente em um segundo tempo definindo o método. No entanto, esta inversão dos fatores, que destrói a nossa lógica tradicional, não somente encontra-se continuamente na natureza, mas representa o instrumento básico da sua evolução.

Por exemplo, é conhecido que a dinâmica de evolução do DNA é fundada sobre uma constante produção de erros durante as réplicas de suas moléculas. Na quase totalidade das distorções e desvios dos padrões, o sistema conserta os erros ou os destrói. Somente nos casos que estas aparentes mal formações resultem de utilidade pelo sistema total, o DNA as internaliza, evoluindo à estágios mais aperfeiçoados.

Não há dúvida, que a natureza sempre procura a estratégia mais eficiente para alcançar os próprios objetivos (quase sempre à nos ocultos): por primeiro age (também se produz erros), depois usa o método (conserta, destrói ou internaliza).

O exemplo acima, gera um feixe de luz sobre esta dimensão. Praticamente ao agir é possível penetrar em uma dimensão oculta, conseguindo libertar o discernimento para a dimensão do aparente.

Aprendendo a navegar com a natureza na dimensão do oculto, descobriremos que o conhecimento do erro é talvez o passo mais importante para mais facilmente perceber o

objetivo na extrema fluidez do meio. Parece evidente porém, que a produção sistemática de erros na procura do oculto, não deva ser erroneamente entendida, pois existe a necessidade de verificar que este (o erro) não apresente uma colisão com a harmonia da natureza, entretanto se apresente como uma necessária e confiante ousadia na exploração do desconhecido.

Se, pelo contrario, evitar-se de se expor à vida, se nunca ousar na procura de se amparar os fracassos, nunca se atingirá qualquer aspecto do oculto. Uma das razões pela qual a experiência vivida por alguém dificilmente é transmissível à outros, é que esta não é um mero dado, mas é o alcance de uma postura suportada pelo conjunto de todos os fracassos e sucessos, de todos os erros e verdades relativos ao conjunto emocional de quem a adquiriu para uma específica e única ocasião.

Embora seja bastante difícil e se requer muito estudo, treinamento e aplicação ante de conseguir alguma experiência mística profunda, quase todos já experimentaram um o mais "*Insights*" (momentos de intuição), que possuem a mesma natureza deste tipo de experiência: De repente, fugindo nos a definição exata ou o nome de um determinado objeto experimenta-se a inutilidade de o procurar com o intelecto. Entretanto, quanto mais se esforça em pensar, tanto menos consegue-se lembrar. Quando porém, deixamos a sua procura nos meandros do nosso cérebro, de repente aquela palavra nos aparece como num golpe de magia. Nenhum esforço, nenhum pensamento: isso é um "*Insight*" repentino e imediato.

APÊNDICE A-2

GLOSSÁRIO

Neste trabalho são apresentadas palavras e circunloquções cujo significado é de uso na literatura que se refere à vários setores acadêmicos e industriais. Muitas vezes estes termos, não existindo o correspondente na língua portuguesa, são adotados diretamente na língua original, quase sempre inglês ou alemão. Outros, pelo uso tradicional, são redigido na língua mãe: o latino.

Na finalidade de melhor entendimento e também na tentativa de padronizar, ainda se a somente a nível de departamento de projeto da UNICAMP, relatamos os significados com os quais foram redigidas palavras e circunloquções.

"Conditio sine qua non":

Condição imprescindível pela realização de uma ação, conceito ou circunstancia.

Congelado:

Quando referido à investimento, entende-se como : valores de investimento determinados e empenhados.

Equipes Virtuais:

Equipes cujo aspecto fundamental é a multidisciplinaridade e especialização dos participantes, independentemente da própria localização física.

Inovativo:

No sentido empresarial, indica a capacidade de perceber a oportunidade de mercado, projetar, produzir e distribuir o produto, em termos de tempo hábil.

Mapear:

Localizar num modelo alguma coisa.

Maquinabilidade:

O conceito deste parâmetro é bastante complexo. Pesquisas recentes relacionam a característica cristalina estrutural do material em maior grau à usinabilidade como sendo uma característica inversamente proporcional ao tempo necessário para remoção de uma unidade de volume de cavaco, usando como constante a duração do movimento de corte. Sinónimo de usinabilidade.

Método:

Sistemática organizada com alguma finalidade. No caso de projeto, a finalidade pode ser identificada com a otimização de alguma coisa (economia, tempo, produtividade, rentabilidade, etc..)

Metodologia:

Estudo dos métodos.

"Mix":

Conjunto de produtos em venda ou vendidos.

Morfologia:

Estudo da forma. No caso em que seja referida à metodologias de projeto, refere-se à estudo das formas (organizações das ações ou fases) apresentadas pelas várias metodologias.

Nicho de mercado:

Indica um setor ou parte de setor de mercado caracterizado por não ser ainda explorado, por ser ainda ignorado ou por não apresentar interesse pela concorrência.

"On Line":

Em linha: transmissão / recebimento imediato de dados.

Pos-empresarial:

Sinónimo de proativo.

"Pro- capite":

Sinónimo de: per capita.

Produtividade:

Relação matemática entre "Input" e "Output". No caso de produto, o "Input" é formado pelo conjunto dos recursos (energéticos, técnicos, financeiros e humanos) necessário à sua fabricação; o "Output" é formado pelo valor do produto.

Rentabilidade:

Relação matemática entre "Input" e "Output". No caso de produto, o "Input" é formado pelo conjunto dos recursos gastos para fabricação do produto; o "Output" é formado pelo lucro líquido gerado pela sua venda.

"Sensu lato":

Em sentido o mais abrangente possível.

"Set-Up":

Conjunto de operações necessárias para preparar (regular e/ou equipar) uma máquina pela finalidade à qual é destinada para transformar, movimentar ou embalar a peça, conjunto ou produto em exame.

Sistemática:

Conjunto de ações ou de conceitos.

"Strategic Profit Plan":

Planejamento estratégico de lucro ou resultados económicos.

Usuário:

Cliente final ao uso do qual é destinado um produto ou serviço.

Vida do produto:

Relação entre a quantidade de produto vendida e o tempo.