

TESE

30160

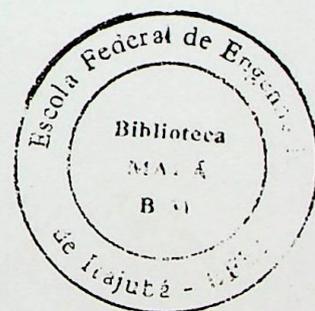


ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

CONDIÇÕES ECONÔMICAS NO
PROCESSO DE USINAGEM :
UMA ABORDAGEM PARA
CONSIDERAÇÃO DOS CUSTOS

Antônio Carlos de Souza

Eng. Mecânico - Produção



Dissertação apresentada à Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola Federal de Engenharia de Itajubá, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Itajubá, Abril de 1997



ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO

CONDIÇÕES ECONÔMICAS NO
PROCESSO DE USINAGEM :
UMA ABORDAGEM PARA
CONSIDERAÇÃO DOS CUSTOS

Antônio Carlos de Souza

Eng. Mecânico - Produção

Prof. Dr. Roberval R. S. Carvalho
Orientador

Prof. M. Sc. Edson de Oliveira Pamplona
Co-Orientador

Dissertação apresentada à Coordenação de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola Federal de Engenharia de Itajubá, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Itajubá, Abril de 1997



Ministério da Educação e do Desporto
ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ

A N E X O I

PRONUNCIAMENTO DA BANCA EXAMINADORA

A Banca Examinadora, abaixo assinada, nomeada pela Portaria nº 084 de 31 de março de 1997, considerando o resultado do Julgamento da Prova de Defesa Pública da Dissertação de Mestrado intitulada: **"Condições Econômicas no Processo de Usinagem: Uma Abordagem para Consideração dos Custos"** apresenta pronunciamento no sentido de que o Coordenador dos Cursos de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Escola Federal de Engenharia de Itajubá solicite ao DRA (Departamento de Registro Acadêmico) a expedição do título de **Mestre em Ciências em Engenharia de Produção**, na **Área de Qualidade e Produtividade**, satisfeitas as demais exigências regimentais, a Antônio Carlos de Souza.

Itajubá, 18 de abril de 1997.

Prof. Olívio Novaski
1º Examinador - UNICAMP

Prof. Edson Oliveira Pamplona
2º Examinador - EFEI

Prof. Roberval Rymer da Silva Carvalho
3º Examinador (Orientador) - EFEI



Ministério da Educação e do Desporto
ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ
Reconhecida Lei 3232 - 05/01/1917

ANEXO II

FOLHA DE JULGAMENTO DA BANCA EXAMINADORA

Título da Dissertação: "Condições Econômicas no Processo de Usinagem: Uma Abordagem para Consideração dos Custos".

Autor: Antônio Carlos de Souza

JULGAMENTO

Examinadores	Conceito	Rubrica
1º	A	
2º	A	
3º	A	

Resultado Médio: Conceito A, ou seja, A PRIMEIRO

Observações: _____

Itajubá, 18 de abril de 1997

Prof. Olívio Novaski
1º Examinador - UNICAMP

Prof. Edson Oliveira Pamplona
2º Examinador - EFEI

Prof. Roberval Rymer da Silva Carvalho
3º Examinador (Orientador) - EFEI

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao NOSSO SENHOR DEUS, que me possibilitou atingir os meus objetivos nesta etapa de minha vida.

Gostaria de agradecer especialmente ao Prof. Dr. Roberval R.S. Carvalho e ao Prof. MSc. Edson de Oliveira Pamplona pelo incentivo e orientação do presente trabalho.

Meus sinceros agradecimento à Prof. Maria Ap. Sanches Coelho - Irmã Emiliana - pela revisão do texto.

Agradeço aos funcionários e professores da Escola Federal de Engenharia de Itajubá.

Externo os meus agradecimentos aos funcionários da Metalúrgica São José na pessoa do Sr. Carlos Miranda, pelo auxílio na realização de ensaios necessários à conclusão deste trabalho.

Aos amigos que de alguma forma me incentivaram ou contribuíram na realização deste trabalho.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIMBOLOGIA	I
LISTA DE FIGURAS	V
LISTAS DE QUADROS E PLANILHAS	VII
LISTAS DE TABELAS	VIII
RESUMO	
ABSTRACT	
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - OBJETIVO.....	2
1.2 - JUSTIFICATIVAS.....	2
1.3 - DESCRIÇÃO DO TRABALHO.....	3
2 - SISTEMAS DE APURAÇÃO DE CUSTOS	4
2.1 - INTRODUÇÃO.....	4
2.1.1 - Objetivos do capítulo	6
2.1.2 - Descrição do capítulo.....	6
2.2 - CONCEITOS E TERMINOLOGIAS EM SISTEMAS DE APURAÇÃO DE CUSTOS.....	7
2.3 - CLASSIFICAÇÃO DOS CUSTOS.....	9
2.3.1 - Quanto à natureza.....	9
2.3.2 - Quanto a estrutura funcional.....	9
2.3.3 - Quanto à apuração.....	11
2.3.4 - Quanto à formação.....	13
2.3.5 - Outras nomenclaturas de custos.....	15
2.4 - SISTEMAS DE CUSTEIO.....	16
2.5 - OS SISTEMAS DE CUSTEIO POR ABSORÇÃO E DIRETO.....	18
2.6 - SISTEMA DE CUSTEIO ABC.....	22
2.7 - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SISTEMAS DE CUSTEIO.....	26
2.8 - SISTEMA DE CUSTEIO POR ABSORÇÃO DEPARTAMENTALIZAÇÃO	28
2.9 - APROPRIAÇÃO DOS CUSTOS INDIRETOS DE FABRICAÇÃO.....	32
2.9.1 - Métodos e bases de rateio.....	33
2.9.2 - Apropriação tradicional em duas etapas.....	35
2.10 - O CASO PRÁTICO DE BACIC & COSTA.....	37
2.11 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50

3 - MODELOS PARA DETERMINAÇÃO DE VELOCIDADES DE CORTE.	51
3.1 - INTRODUÇÃO.....	51
3.1.1 Objetivos do capítulo.....	52
3.1.2 Descrição do capítulo.....	52
3.2 - TEMPOS DE FABRICAÇÃO.....	54
3.2.1 - Ciclo de usinagem.....	54
3.2.2 - Fases de usinagem.....	55
3.2.3 - Tempo total de fabricação por peça (t_t).....	56
3.2.4 - Tempo de corte (t_c).....	57
3.2.5 - Tempos secundários (t_s).....	59
3.2.6 - Tempo de preparação (t_p).....	59
3.2.7 - Tempo de reposição (t_r).....	60
3.3 - DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DE CORTE DE MÁXIMA PRODUÇÃO ($V_{m\text{xp}}$).....	62
3.3.1 - Vida da ferramenta (T).....	62
3.3.2 - Tempo total de fabricação (t_t).....	63
3.3.3 - Taxa de Produção (P_r).....	64
3.3.4 - Velocidade de corte de máxima produção ($V_{m\text{xp}}$).....	64
3.3.5 - Vida da ferramenta para a velocidade de corte de máxima produção ($T_{m\text{xp}}$).....	67
3.3.6 - Razão entre (y-1) e (x-1) da equação expandida de Taylor.....	68
3.4 - CUSTOS DE USINAGEM.....	71
3.4.1 - Custo devido ao tempo de corte (C_{tc}).....	71
3.4.2 - Custo dos tempos improdutivos (C_{ti}).....	73
3.4.3 - Custo devido ao tempo de reposição da ferramenta (C_{tr}).....	74
3.4.4 - Custo da ferramenta por vida (C_{ft}).....	74
3.4.5 - Custo da ferramenta por peça (C_{fe}).....	75
3.4.6 - Custo total de usinagem por peça (C_t).....	76
3.4.7 - Velocidade de corte de mínimo custo (V_0).....	76
3.4.8 - Vida da ferramenta para a velocidade de corte de mínimo custo - (T_0).....	79
3.4.9 - Razão entre (y-1) e (x-1) da equação expandida de Taylor.....	80
3.5 - INTERVALO DE MÁXIMA EFICIÊNCIA.....	82
3.6 - FORMULA SIMPLIFICADA DE TAYLOR VIDA DA FERRAMENTA.....	83
3.6.1 - Velocidades e vidas da ferramenta para a formula simplificada de Taylor ($T.V_c^x = K$).....	83
3.6.2 - Velocidades e vidas da ferramenta para a formula simplificada de Taylor ($T^y.V_c = C$).....	85
3.7 - TIPOS DE ESTRUTURA DE MERCADO.....	88
3.7.1 - Concorrência Perfeita.....	88
3.7.2 - A curva da procura de uma empresa perfeitamente competitiva.....	89
3.8 - VELOCIDADE DE MÁXIMO LUCRO ($V_{m\text{xl}}$).....	91
3.8.1 - Considerações teóricas.....	91
3.8.2 - A condição de máxima razão de lucro.....	92
3.8.3 - Expressão para obter a velocidade de corte de máximo lucro ($V_{m\text{xl}}$) para empresas em regime de concorrência perfeita.....	95
3.9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97

4 - UMA ABORDAGEM PARA CONSIDERAÇÃO DOS CUSTOS DE USINAGEM E FORMAÇÃO DE PREÇO.....	100
4.1 - INTRODUÇÃO.....	100
4.1.1 - Objetivos do capítulo.....	101
4.1.2 - Descrição do capítulo.....	101
4.2 - FIXAÇÃO DE PREÇO.....	102
4.2.1 - Determinação de preço na teoria.....	102
4.2.2 - Determinação de preço na prática.....	105
4.2.2.1 - Determinação de preço orientada para os custos.....	106
4.2.2.2 - Determinação de preço orientada pela demanda.....	107
4.2.2.3 - Determinação de preço orientada para a concorrência.....	107
4.3 - PRINCÍPIO MARGINAL E MÁXIMO LUCRO.....	109
4.4 - OS CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS DE FABRICAÇÃO.....	114
4.4.1 - Custo total de processamento (C_{Proc}).....	117
4.4.2 - Despesas Administrativas e Gerais (D_{Au}).....	118
4.4.3 - Custo da matéria prima (C_{MP}).....	121
4.5 - RECEITAS DE PRODUTOS E DE PROCESSOS.....	122
4.6 - MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ECONÔMICAS DE USINAGEM.....	127
4.6.1 - Mínimo custo por peça.....	127
4.6.2 - Máxima produção por peça.....	127
4.6.3 - Máximo lucro por peça.....	128
4.7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	127
5 - DETERMINAÇÃO DAS CONDIÇÕES ECONÔMICAS DE USINAGEM PARA UM LOTE DE ANÉIS DE AMORTECEDORES.....	130
5.1 - INTRODUÇÃO.....	130
5.1.1 - Objetivo do capítulo.....	130
5.1.2 - A empresa.....	131
5.1.3 - O produto e seu processo de fabricação na empresa (serviço).....	131
5.2 - A COLETA DE DADOS.....	133
5.2.1 - Dados gerais e custos dos centros de custos de produção.....	133
5.2.2 - Características do anel PRR-46.....	134
5.2.3 - Tempos de fabricação do processo de torneamento.....	136
5.3 - PARÂMETROS DO PROCESSO DE TORNEAMENTO DO ANÉL PRR-46.....	137
5.3.1 - Características da máquina.....	137
5.3.2 - Características da ferramenta.....	137
5.3.3 - Parâmetros de tempos e custos.....	139
5.3.4 - Receita do processo de torneamento por dispositivo.....	140
5.4 - PLANILHAS DE CÁLCULOS.....	142
5.5 - INTERVALO DE MÁXIMA EFICIÊNCIA E VELOCIDADE DE CORTE DE MÁXIMO LUCRO.....	146
5.6 - INFLUÊNCIAS DA RECEITA.....	151
5.7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	153

6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	155
6.1 - CONCLUSÕES.....	155
6.2 - RECOMENDAÇÕES.....	159
6.2.1 - Aplicação na linha de produção.....	159
6.2.2 - Futuros trabalhos.....	160
ANEXOS.....	161
Anexo A - Sistemas de apuração de custos.....	162
Anexo B - Características geométricas do anel PRR-46 e do dispositivo.....	168
Anexo C - Estudos de métodos e tempos.....	170
Anexo D - Características seletivas da ferramenta empregada.....	172
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	176
APENDICE.....	
Apêndice I - Equações gerais.....	i
Apêndice II - Coleta e tratamento de dados.....	v

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOGIA

CAPÍTULO - 1

JIT	Just in Time.....	1
-----	-------------------	---

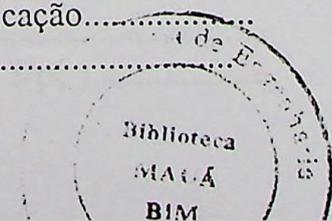
CAPÍTULO - 2

ABC	Activity Based Costing - Custeamento Baseado em Atividade.....	6
ABC	Método de classificação.....	38
C1-i	Centro de custo diretos de primeiras operações.....	39
C2-i	Centros de custos diretos de segundas operações.....	39
CAP-i	Centros de custos de apoio à produção.....	39
CIG-i	Centros de custos indiretos gerais.....	39
CV	Cavalo-Vapor.....	40
KWh	Energia instalada : quilowatt-hora.....	40
PCP	Planejamento e Controle da Produção.....	39

CAPÍTULO - 3

α	Ângulo de inclinação da curva $x = -k$	84
$\frac{\partial C_t}{\partial f}$	Derivada parcial do custo total de fabricação em função do avanço.....	77
$\frac{\partial C_t}{\partial V_c}$	Derivada parcial do custo total de fabricação em função da velocidade de corte.....	77
$\frac{\partial t_t}{\partial f}$	Derivada parcial do tempo total de fabricação em função do avanço.....	65
$\frac{\partial t_t}{\partial V_c}$	Derivada parcial do tempo total de fabricação em função da velocidade de corte.....	65
a_p	Profundidade de corte - (mm).....	62
c	Distância de posicionamento da ferramenta antes do início de corte em avanço rápido - (mm).....	64
C	Velocidade de corte para a vida da ferramenta igual a 1 min (m/min)....	85
C_2	Custo da máquina mais do operador - (\$/hora).....	73
C_{af}	Custo de afiação da ferramenta - (\$).....	75
C_F	Custos fixos anuais do centro de custo da máquina - (\$).....	72
C_{fe}	Custo da ferramenta por peça - (\$/pç).....	71
C_{ft}	Custo da ferramenta por vida - (\$/vida).....	74
C_m	Custo da máquina - (\$/hora).....	71
C_{Mg}	Custo marginal - (\$/pç).....	91
C_p	Custo da pastilha - (\$).....	74
C_R	Razão de custos - (\$/min).....	93
C_t	Custo total de fabricação - (\$/pç).....	71
C_t'	Derivada primeira da equação do custo total de fabricação.....	78
C_{tc}	Custo devido ao tempo de corte - (\$/pç).....	71

C_{ti}	Custo devido aos tempos improdutivos - (\$/pç).....	71
C_{tr}	Custo devido ao tempo de reposição da ferramenta - (\$/pç).....	71
$(C_t)_{V_{mx}}$	Custo total de fabricação para a velocidade de corte de máxima produção - (\$/pç).....	95
p		
d_1	Diâmetro da peça em estado bruto - (mm).....	58
d_2	Diâmetro da peça usinado - (mm).....	58
d	Diâmetro médio usinado - (mm).....	58
d_i	i-ézimo diâmetro da peça a ser usinado - (mm).....	59
dC_t	Diferencial do custo total de fabricação - (\$/pç).....	77
df	Diferencial do avanço - (mm/volta).....	65
dt_t	Diferencial do tempo total de fabricação - (min/pç).....	65
dV_C	Diferencial da velocidade de corte - (m/min).....	65
e	Distância da ponta de corte da ferramenta em relação à face da peça na entrada ou saída com a ferramenta em avanço - (mm).....	64
f	Avanço da ferramenta - (mm/volta).....	57
$F(f, V_C)$	Em função do avanço e da velocidade de corte.....	65
H	Número de horas em atividade da máquina por ano - (horas).....	72
i	Taxa mínima de atratividade para o investimento no equipamento - (%)	72
i	Variável inteira indexadora.....	59
K^*	Idade da máquina - (anos).....	72
K_1	Constante empírica da formula expandida de Taylor.....	62
K	Vida da ferramenta para a velocidade de corte de 1 (m/min) na formula simplificada de Taylor.....	83
l_f	Percurso de avanço (comprimento usinado) - (mm).....	57
l_{fi}	i-ézimo comprimento da peça a ser usinado (mm).....	59
L_R	Razão de lucro ou prejuízo - (\$/min).....	93
n	Rotação do eixo-arvore - (rpm).....	57
n	Vida prevista para a máquina - (anos).....	72
n_{af}	Número de afiações efetuadas na ferramentas.....	75
n_{ft}	Vida média do porta pastilha - (vida/arestas cortante).....	74
n_p	Número de arestas cortante da pastilha - (arestas cortante).....	74
n_t	Número de trocas de aresta cortante	63
P_R	Taxa de produção - (pçs/min).....	64
R_{Mg}	Receita marginal - (\$/pç).....	91
R_R	Razão de receita - (\$/min).....	93
R_t	Receita total média - (\$/pç).....	91
S_0	Salário do operador incluindo sobretaxas - (\$/hora).....	71
t_a	Tempo de aproximação e afastamento da ferramenta - (min/pç).....	56
t_c	Tempo de corte da ferramenta - (min/pç).....	56
t_{ft}	Tempo de troca da aresta cortante (min).....	61
t_i	Tempo improdutivos - (min/pç).....	73
t_p	Tempo de preparação da máquina - (min).....	56
t_r	Tempo de ajuste e troca de ferramenta - (min/pç).....	56
t_s	Tempo secundários - (min/pç).....	56
t_t	Tempo total de fabricação - (min/pç).....	56
t_t'	Derivada primeira da equação do tempo total de fabricação.....	66
T	Vida da ferramenta - (min).....	61



T_0	Vida da ferramenta para velocidade de mínimo custo - (min).....	79
$T_{m\text{xp}}$	Vida da ferramenta para velocidade de máxima produção - (min).....	67
V_0	Velocidade de corte de mínimo custo - (m/min).....	78
V_1	Velocidade de corte abaixo da qual se tem prejuízo - (m/min).....	92
V_C	Velocidade de corte - (m/min).....	58
V_f	Velocidade de avanço da ferramenta - (m/min).....	58
$V_{m\text{xl}}$	Velocidade de corte máximo lucro - (m/min).....	91
$V_{m\text{xp}}$	Velocidade de corte de máxima produção - (m/min).....	66
V_0^A	Valor atual da máquina - (\$).....	72
V_{of}	Valor atual do porta pastilha - (\$).....	74
V_R	Valor residual da máquina - (\$).....	72
V_{rap}	Velocidade em movimento rápido - (m/min).....	64
x	Expoente das fórmulas simplificada e expandida de Taylor.....	62
y	Expoente das fórmulas simplificada e expandida de Taylor.....	62
z	Expoente das fórmulas simplificada e expandida de Taylor.....	62
Z	Tamanho do lote - (pçs).....	58
Z_T	Número de peças usinadas por vida da ferramenta - (pçs).....	61

CAPÍTULO - 4

$\frac{\partial C_T}{\partial Q}$	Derivada parcial do custo total (C_t) em relação a quantidade vendida (Q).....	111
$\frac{\partial L_T}{\partial Q}$	Derivada parcial do lucro total (C_t) em relação a quantidade vendida (Q).....	111
$\frac{\partial R_T}{\partial Q}$	Derivada parcial da receita total (C_t) em relação a quantidade vendida (Q).....	109
a	Constante positiva.....	109
b	Constante positiva.....	109
C	Custo total do produto por peça - (\$/pç).....	116
C_T	Custo total - (\$).....	103
C_{mg}	Custo marginal - (\$/pç).....	111
C_{MP}	Custo da matéria-prima por peça - (\$/pç).....	116
C_{Pi}	Custo de processamento por peça para o processo i - (\$/pç).....	117
C'_{Pi}	Derivada primeira do custo de processamento por peça para o processo i - (\$/pç).....	128
C_{Proc}	Custo total de processamento por peça - (\$/pç).....	116
C_{ProcG}	Custo total de processamento no período - (\$).....	118
C_{ProcT}	Custo total de processamento para o pedido - (\$).....	118
D_A	Despesas administrativas e gerais apurada para o pedido - (\$).....	119
D_{AG}	Despesas administrativas e gerais apurada no período - (\$).....	118
D_{Au}	Despesas administrativas e gerais apurada por peça - (\$/pç).....	116
f	Índice que denomina a parcela fixa dos custos apurados.....	118
F	Custo fixo total - (\$).....	103
I	Custos indiretos de usinagem - (R\$).....	114
l_f	Comprimento usinado - (mm).....	114
L	Lucro (ou prejuízo) por peça - (\$/pç).....	123
L_{Pi}	Lucro (ou prejuízo) de um processo i por peça - (\$/pç).....	126

L_T	Lucro total - (\$).....	104
n	Quantidade de processos envolvidos na fabricação da peça.....	117
p	Constante positiva.....	103
P	Preço de venda unitário - (\$/pç).....	103
q	Constante positiva.....	103
Q	Quantidade prevista de vendas - (pçs).....	103
Q'	Quantidade vendida que maximiza a receita total - (pçs).....	110
Q_{max}	Quantidade vendida que maximiza o lucro total - (pçs).....	111
r	Custo variável unitário - (\$/pç).....	103
R	Receita por peça - (\$/pç).....	123
R_{mg}	Receita Marginal - (\$/pç).....	109
R_{pi}	Receita de processamento por peça para cada processo i - (\$/pç).....	125
R_{proc}	Receita total de processamento por peça - (\$/pç).....	124
R_T	Receita total - (\$).....	104
R_u	Receita de usinagem por peça - (R\$).....	114
TA	Taxa administrativa - (%).....	118
t_{pi}	Tempo total de processamento para cada processo i - (\$/pç).....	128
t'_{pi}	Derivada primeira do tempo total de processamento para cada processo i - (\$/pç).....	128
v	Índice que denomina a parcela variável dos custos apurados.....	118
V_{C15}	Velocidade de corte para a vida da ferramenta de 15 min. - (m/min)	114

CAPÍTULO - 5

HB	Grandeza de Dureza	135
V_{C60}	Velocidade de corte para a vida da ferramenta de 60 min. - (m/min)	138

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO - 2

Fig. 2.1	Fluxo do sistema de custeio por absorção.....	20
Fig. 2.2	Fluxo do sistema de custeio por absorção - contas T.....	20
Fig. 2.3	Fluxo do sistema de custeio direto.....	21
Fig. 2.4	Fluxo do sistema de custeio direto - contas T.....	21
Fig. 2.5	Estágios de procedimentos do ABC.....	23
Fig. 2.6	Fluxo do sistema de custeio por absorção - departamento	31
Fig. 2.7	Fluxo dos custo do período - Bacic.....	46
Fig. 2.8	Fluxo dos custo do pedido - Bacic.....	47

CAPÍTULO - 3

Fig. 3.1	Torneamento para uma ferramenta atuando isoladamente.....	57
Fig. 3.2	Processo de usinagem - torneamento.....	62
Fig. 3.3	Representação gráfica das equações (3.23) e (3.25).....	70
Fig. 3.4	Representação gráfica das equações (3.47) e (3.49).....	81
Fig. 3.5	Intervalo de máxima eficiência.....	82
Fig. 3.6	Representação da vida da ferramenta, segundo modelo simplificado de Taylor.....	84
Fig. 3.7	Curva da oferta e procura para o mercado de concorrência perfeita.....	90
Fig. 3.8	Curva de custo total (C_t), custo marginal (C_{Mg}), receita unitária (R_u), receita marginal (R_{Mg}) e razão de produção.....	92
Fig. 3.9	Crescimento dos custos indiretos de fabricação (CIF).....	98
Fig. 3.10	Participação dos Custos Indiretos de Fabricação (CIF).....	99

CAPÍTULO - 4

Fig. 4.1	Função lucro total.....	105
Fig. 4.2	Preço de venda e receita total.....	110
Fig. 4.3	Custos fixo e total, receita total e lucro.....	112
Fig. 4.4	Receita marginal, custo marginal e lucro.....	113

CAPÍTULO - 5

Fig. 5.1	Intervalo de Máxima Eficiência : ($V_0 - V_{mxp}$).....	148
Fig. 5.2	Vida da Ferramenta : (T).....	149
Fig. 5.3	Velocidade de Máximo Lucro : (V_{mxl}).....	150
Fig. 5.4	Influências da Receita : (R_t); (R_p).....	152

ANEXOS

Fig. 1	Anel - PRR-46.....	168
Fig. 2	Dispositivo de Fixação de anéis PRR-46.....	169

LISTA DE QUADROS E PLANTILHAS

APÊNDICES

Fig. 1	Condição de Máxima Produção.....	ii
Fig. 2	Condição de Mínimo Custo.....	iii
Fig. 3	Receita Unitária do Processo (Processamento).....	iv
Fig. 4	Condição Ótima de Usinagem.....	v

Plantila 5.1	Indicadores de Forma.....	145
--------------	---------------------------	-----

ANEXOS

Quadro 1	Intensidade dos níveis de alocação e custos de custos.....	161
Quadro 2	Distribuição primária dos custos e despesas.....	163
Quadro 3	Distribuição secundária aos centros de custos.....	164
Quadro 4.1	Determinação dos tempos operacionais para o pedido.....	165
Quadro 4.2	Determinação do custo do pedido.....	166
Quadro 4.3	Exemplo de formação de preço de venda.....	167
Quadro 5	Sistema de custo de não qualidade.....	167
Quadro 6	Avaliação do Ritmo de Trabalho.....	170
Quadro 7	Análise de Fadiga.....	171

APÊNDICE

Quadro 1	Determinação dos tempos operacionais.....	18
Quadro 2	Determinação do custo total de fabricação para o pedido.....	18
Quadro 3	Determinação do lucro ou prejuízo.....	19
Quadro 4	Diagrama de tempos e sequência de operações.....	21
Quadro 5	Tempos observados.....	22
Quadro 6	Determinação do tempo padrão.....	23
Quadro 7	Tempos de fabricação.....	24

LISTA DE QUADROS E PLANILHAS

CAPÍTULO - 5

Planilha 5.1	Parâmetros e Resultados.....	144
Planilha 5.2	Influências da Receita.....	145

ANEXOS

Quadro 1	Informações sobre dados físicos e centros de custos.....	162
Quadro 2	Distribuição primárias dos custos e despesas	163
Quadro 3	Distribuição secundárias aos centros de custos.....	164
Quadro 4.1	Determinação dos tempos operacionais para o pedido.....	165
Quadro.4.2	Determinação do custo do pedido.....	166
Quadro 4.3	Exemplo de formação de preço de venda.....	167
Quadro 5	Sistema de custo de não qualidade.....	167
Quadro 6	Avaliação do Ritmo de Trabalho.....	170
Quadro 7	Análise de Fadiga.....	171

APÊNDICE

Quadro 1	Determinação dos tempos operacionais.....	vi
Quadro 2	Determinação do custo total de fabricação para o pedido.....	vii
Quadro 3	Determinação do lucro ou prejuízo.....	viii
Quadro 4	Diagrama de tempos e seqüências de operações.....	ix
Quadro 5	Tempos observados.....	x
Quadro 6	Determinação do tempo padrão.....	xi
Quadro 7	Tempos de fabricação.....	xii

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO - 3

Tab. 3.1	Razão entre $(y-1)$ e $(x-1)$ da equação expandida de Taylor.....	69
Tab. 3.2	Principais estruturas de mercado - uma síntese da classificação de Stackelberg.....	88

CAPÍTULO - 4

Tab. 4.1	Despesas administrativas e gerais para certo pedido.....	120
-----------------	--	------------

CAPÍTULO - 5

Tab. 5.1	Faixa de rotação de máxima eficiência para a máquina.....	154
-----------------	---	------------

ANEXOS

Tab. 1	Seleção do porta pastilha.....	172
Tab. 2	Seleção da classe da pastilha.....	173
Tab. 3	Seleção do tipo da pastilha.....	174
Tab. 4	Tabela de conversão de Dureza e Fator de Correção.....	175

RESUMO

O presente trabalho propõe uma abordagem para consideração dos custos e da formação de preço empregada na otimização das condições econômicas de usinagem para o processo mecânico de torneamento. Determina-se o intervalo de máxima eficiência bem como a velocidade de corte de máximo lucro. O suporte teórico apresenta os conceitos, as formas e os modelos de sistemas de apuração de custos atualmente em uso nas empresas. Tal abordagem foi aplicada em uma empresa de usinagem, onde foi realizada a coleta de dados para um lote de anéis de amortecedores. No tratamento dos dados, foram utilizados recursos de planilhas eletrônicas e gráficos. Os resultados obtidos ilustram a validação do objetivo deste trabalho.

ABSTRACT

The present work proposes a cost and pricing approach applied to the optimisation of the machining economical conditions of a turning process. In order to accomplish this aim it is determined the maximum efficiency interval, as well as, the maximum profit cutting speed. The bibliographical review supplies the concepts, ways and models of cost accounting systems currently available. Such an approach was applied in a company for a data collection of a lot of ring shock absorbers. The data was analysed by means of worksheets and the final results validate the previous assumptions.

INTRODUÇÃO

Com a globalização da economia e o avanço da tecnologia, criaram-se dentro das empresas necessidades de reformulação de suas políticas e de reestruturação interna, buscando assim qualidade, flexibilidade, redução de prazo de entrega e redução de custos para seus produtos, tendo em vista ganhar vantagens em um mercado altamente competitivo.

As empresas têm procurado enquadrar-se neste novo cenário de mudanças, implantando novas técnicas tais como Controle da Qualidade Total, JIT, Reengenharia, além de procurarem se certificar pela ISO 9000.

O cenário para as pequenas empresas, sob estes aspectos, não difere muito em relação ao das grandes. Elas têm procurado se adaptar à nova realidade do mercado, melhorando seus processos, reduzindo seus custos e aperfeiçoando a qualidade de seus produtos ou serviços.

Diante destes fatos, este trabalho procura enfocar os parâmetros envolvidos no processo de usinagem e suas influências nas condições econômicas de fabricação, visando à otimização de tal processo.

1.1 - OBJETIVO :

O objetivo deste trabalho é a obtenção da faixa de rotação da máquina ferramenta no processo de torneamento em que se obtêm lucros, considerando :

- Adoção de um modelo, a partir de sistema de apuração de custos e seus conceitos.
- Métodos aplicados para obtenção do intervalo de máxima eficiência e a velocidade de corte de máximo lucro.
- Uma abordagem para o tratamento do custo relativo ao tempo de corte empregado na equação de custo total de fabricação.
- Metodologia para definir a receita para o processo de usinagem envolvido na fabricação dos produtos.

1.2 - JUSTIFICATIVAS :

O objetivo acima se justifica pelo interesse em determinar uma faixa de velocidade de corte onde as condições econômicas no processo de usinagem são favoráveis, assim como determinar a velocidade de corte de máximo lucro, utilizando os métodos apresentados pelos autores pesquisados para esta abordagem.

Este trabalho justifica-se ainda pela aplicação em conjunto de conceitos relacionados a engenharia econômica, sistema de fabricação, marketing e produção, buscando alternativas para ganho de produtividade para o processo de torneamento através da teoria desenvolvida por outros autores.

1.3 - DESCRIÇÃO DO TRABALHO :

São apresentados no Capítulo 2 os conceitos de custos e suas diversas classificações, além de citar e descrever os sistemas de apuração de custos, elegendo um modelo para ser empregado neste trabalho de dissertação.

O Capítulo 3 apresenta os modelos para a determinação das velocidades de corte de mínimo custo, máxima produção e máximo lucro, de acordo com os modelos dos autores pesquisados.

O quarto Capítulo apresenta a nova abordagem para a equação de custo de usinagem, a qual afetará a determinação das condições econômicas de usinagem. Serão apresentados ainda os problemas de fixação de preços de produtos e processos. Ainda neste capítulo, é desenvolvido um modelo que auxilia na determinação da receita por processo.

O Capítulo 5 resulta da aplicação do modelo para determinação das condições econômicas ótimas do processo de usinagem em uma empresa e apresenta seus resultados.

Finalmente o Capítulo 6 abordará as conclusões referentes aos resultados e limitações deste trabalho.

capítulo **2****SISTEMAS DE APURAÇÃO DE CUSTOS****2.1 - INTRODUÇÃO**

O objetivo das empresas, para **BACIC; COSTA (1995)**, é a obtenção de um nível satisfatório de lucro sobre o capital investido em longo prazo. No caso da grande empresa o conceito de satisfatório pode ser assumido como máxima rentabilidade sobre o capital investido em um dado horizonte de tempo. No caso das pequenas e médias empresas, muitas vezes, satisfatório significa garantir a própria sobrevivência em um horizonte de tempo bem mais curto.

Cabe ressaltar que a satisfação do cliente é condição necessária - porém não suficiente - para a obtenção de um nível de rentabilidade satisfatória. Um aspecto importante quanto à obtenção do lucro (e para possibilitar a sobrevivência) tem a ver com a capacidade de transferir, por meio dos preços e das quantidades vendidas, o total de custos aos clientes.

NEVES (1990) diz que a determinação do custo justo e adequado de um serviço ou produto, é fundamental para a empresa que o produz e para aquele que o consome.

Os empresários não podem prescindir de uma organização de custos, como instrumento que determinará seus parâmetros de eficiência e rentabilidade.

Quanto mais eficiente for o sistema de custeio de uma empresa, melhor será sua capacidade de detectar incorreções, tais como fabricação de produtos deficitários ou alocação inadequada, que venham a distorcer o custo de uma produção eficiente.

De acordo com **NEVES (1990)**, se um produto recebe alocações de custos justos, o mesmo terá grande chance de aceitação pelo consumidor, desde que tenha, naturalmente, uma estrutura produtiva eficiente.

HORNGREN (1986), define os três objetivos principais da contabilidade de custos como sendo :

- Confecção de relatórios internos para planejamento e controle de operações rotineiras;
- Confecção de relatórios internos para tomada de decisões e formulação de planos e políticas de maior importância e
- Custeio de produtos para avaliação de estoques e determinação de custos.

Desta forma, a contabilidade de custo atende as necessidades de informação internas e externas à organização.

2.1.1 - Objetivos do capítulo :

Este capítulo tem como objetivo abordar os sistemas de apuração de custos, seus conceitos básicos e suas técnicas aplicadas às empresas, tendo em vista obter um modelo que possa auxiliar no desenvolvimento deste trabalho de dissertação.

2.1.2 - Descrição do capítulo :

Inicia-se este capítulo introduzindo a preocupação das empresas no que diz respeito à apuração dos custos. Descreve os conceitos e terminologias nos sistemas de apuração de custos, as classificações dos custos quanto à sua natureza, estrutura funcional, apuração e formação. Serão enfocados ainda os conceitos dos sistemas de custeio por absorção, direto e ABC. E, por fim, será descrito um estudo de caso prático aplicado à uma empresa de médio porte de usinagem, obtido através de revisão bibliográfica.

2.2 - CONCEITOS E TERMINOLOGIAS EM SISTEMAS DE APURAÇÃO DE CUSTOS

De acordo com MARTINS (1993) e BERNADI (1996), enuncia-se a seguinte nomenclatura :

- **Gastos** são sacrifícios financeiros com que a entidade arca para a obtenção de um produto ou serviço qualquer, sacrifício esse representado por uma entrega ou promessa de entrega de ativos (normalmente dinheiro). É tudo o que se desembolsa para atender às finalidades da empresa, através de atividades de produção, administração e vendas, inclusive investimentos nas mesmas.

Nota-se que o gasto implica desembolso, mas estes dois são conceitos distintos.

Exemplo : qualquer aquisição que represente uma redução do ativo da empresa.

- **Investimentos** são Gastos ativados em função de sua vida útil ou de benefícios atribuíveis a futuro(s) período(s), ou seja, são gastos necessários às atividades produtivas, de administração e de vendas, que irão beneficiar períodos futuros; portanto, ativos de caráter permanente e de longo prazo, que por meio de depreciação ou amortização, irão tornar-se custos ou despesas, dependendo de sua origem e natureza.

Exemplo : ampliação da linha de produção.

- **Custos** são Gastos relativos a bens ou serviços utilizados na produção de outros bens ou serviços; portanto, gastos inerentes à atividade de produzir incluindo a produção em si e a administração de produção.

O Custo também é um gasto, só que reconhecido como tal, isto é, como custo, no momento da utilização dos fatores de produção (bens e serviços), para a fabricação de um produto ou execução de um serviço.

Exemplos : a matéria prima, a mão de obra direta.

- **Despesas** são Bens ou Serviços consumidos direta ou indiretamente para obtenção de receitas e administração da empresa.

As despesas são itens que reduzem o patrimônio líquido e têm essa característica de representar sacrifícios no processo de obtenção de receitas.

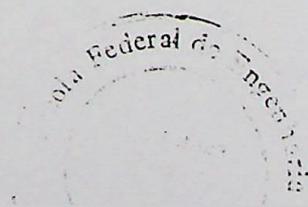
Exemplo : a comissão do vendedor.

- **Desembolso** é o Pagamento resultante de aquisição do bem ou serviço.

Pode ocorrer antes, durante ou após a entrada da utilidade comprada, portanto defasada ou não do gasto.

- **Perda ou Prejuízo** são Bens ou Serviços consumidos de forma anormal e involuntária.

Exemplos : perdas com incêndio, obsolescência de estoques, etc.



2.3 - CLASSIFICAÇÃO DOS CUSTOS

A principal finalidade da classificação dos custos é determinar o custo final e global por unidade de produção para ser comparado com o preço de venda. Este procedimento determina o lucro ou o prejuízo de cada unidade dos diferentes produtos. Para esta finalidade, todos os custos que por algum conceito sejam considerados como despesa ou custo, neste trabalho, sempre serão considerados como custos.

Os custos podem assumir diversas classificações, mas é fundamental o perfeito entendimento de cada tipo de custo em seu grupo de classificação, tendo em vista o objetivo a ser alcançado em cada trabalho ou estudo específico.

Os custos podem ser classificados :

2.3.1 - Quanto à natureza :

Para **DUTRA (1992)** esta classificação consiste em apurar os custos em contas distintas de acordo com as suas características. Como exemplo têm-se as contas :

Matéria-prima, Materiais Indiretos, Mão-de-Obra, Energia Elétrica, Aluguéis, Impostos, Transporte de Pessoal, etc.

2.3.2 - Quanto à estrutura funcional :

Consiste em classificar segundo **DICKEY (1960)**, os custos de acordo com as suas atividades ou funções, dependendo da estrutura de cada empresa.

A classificação mais comum nas empresas de acordo com o porte é a seguinte :

Custos de produção :

Refere-se àqueles custos incorridos na fabricação e montagens unitárias do produto. Incluídos dentro dos custos de produção estão os seguintes custos de materiais, de mão de obra, e os custos indiretos de fabricação , incorridos para obter inventários para venda e estoque. A apuração dos custos de produção é usada para uma variedade de propósitos : atribuir os custos aos produtos, fazer comparações do custos atuais com os históricos, os orçados ou os custos padrão, e em especiais análises acerca de uma variedade de problemas gerenciais.

Custos de distribuição :

Referem-se àqueles custos incorridos para promover a venda e facilitar o movimento de mercadorias a nível dos compradores. A classificação do custo de distribuição inclui custos de armazenagem, embalagens, transportes, publicidades, e despesas administrativas aplicadas.

Custos administrativos :

Quando a administração está separada como um departamento independente da empresa, os custos administrativos podem ser definidos como os que são apurados em fases de operações não identificados com a produção, venda, ou financiamento da operação. São custos incorridos em conexão com a formação do plano de ação e a total direção de um negócio. Salários dos executivos, serviços gerais tais como contabilidade, correspondências, telefones, e pessoal, também como uma miscelânea de despesas para

doações, gratificações para diretores, e gastos de encontros anuais dos acionistas estão incluídos nesta categoria.

Custos financeiros :

A função financeira é definida de acordo com **DICKEY (1960)** como “o processo de fornecimento de dinheiro ou crédito necessário para conduzir as operações de produção e distribuição”.

Portanto, estes custos são apurados em empresas, de preferência, de grande porte, onde se vê a necessidade de ter um departamento financeiro. São apontados todos os gastos referentes a pessoal, materiais e recursos necessários a este departamento como custos financeiros.

2.3.3 - Quanto à apuração :

Esta classificação, de acordo com **DUTRA (1992)**, diz respeito à possibilidade de alocação de cada custo diretamente a cada tipo diferente de produto ou função de produção e a impossibilidade de alocação, no momento da ocorrência do custo. É a maior ou menor facilidade de apuração contábil de seus valores na produção de determinados bens ou serviços.

Quanto à apuração os custos podem ser classificados em :

Custos diretos :

São aqueles que podem ser diretamente apropriados a cada tipo de bem ou órgão, no momento da sua ocorrência, isto é, estão ligados diretamente a cada tipo de bem ou função de custos.

Custos indiretos :

São aqueles que não podem ser apropriados diretamente a cada tipo de bem ou função de custo no momento de sua ocorrência. Atribui-se parcela dele a cada tipo de bem ou função de custo através de um critério de rateio. É um custo comum a muitos tipos diferentes de bens, sem que se possa separar a parcela referente a cada um no momento de sua ocorrência. Tal separação é efetuada através de um critério especial, denominado rateio.

Esta classificação, a mais importante para a determinação do custo de cada função, é extremamente dependente do bom senso do apurador de custo e do seu conhecimento sobre o processo produtivo da empresa, porque um custo direto num processo produtivo pode ser indireto em outro. Além desses fatores, deve-se, atentar para o nível de apuração de custos que se pretende executar.

Rateio é a divisão proporcional por uma base que tenha valores conhecidos em cada função e que se julga que o custo ocorre nas mesmas proporções da base. Assim, uma das maneiras de efetuar o rateio é :

- Eleger a melhor base de rateio, entre as disponíveis para o custo;
- Dividir o total a ser rateado pelo total da base escolhida, para obter o coeficiente de rateio;
- Multiplicar o coeficiente de rateio por cada um dos valores componentes do total da base,
- Obtendo-se a parcela de custo indireto atribuível a cada função.

2.3.4 - Quanto à formação :

Nesta classificação, segundo **DUTRA (1992)**, os custos são estudados a partir das variações que possam ocorrer no volume de atividade, ou seja, na quantidade produzida pela empresa, no período. Portanto, eles se classificam em:

Custos fixos :

Define-se custos fixos como os custos de estrutura que ocorrem, período após período, sem variação ou cujas variações não ocorrem como consequência de variação no volume de atividade em períodos iguais. Ou seja, custos fixos são os valores consumidos ou aplicados na empresa, independente do fato da empresa estar produzindo maior ou menor quantidade de bens ou serviços, ou se esta empresa estiver com suas atividades paralisadas.

Custos Variáveis :

Define custos variáveis como os custos que variam em função da variação do volume de atividade, ou seja, da variação da quantidade produzida no período. Quanto maior o volume de atividade no período, maior será o custo variável e, consequentemente, quanto menor o volume de atividade no período, menor será o custo variável.

Custos mistos :

São aqueles que possuem, no seu total, uma parcela fixa e uma parcela variável que permitem considera-los, caracteristicamente, iguais ao Custo Total. A diferença é que este último engloba vários custos classificados como variáveis e vários custos classificados como fixos, enquanto o custo misto é um único custo que possui as parcelas fixa e variável.

Um dos exemplos do custo misto é o combustível consumido por caldeira para a produção de vapor em que, para a produção zero de vapor, o consumo de combustível não é nulo, pela necessidade de manter a caldeira aquecida, ou seja há um custo necessário independente da produção ou não de vapor, e este representa a parcela fixa. A medida que se produz o vapor, conseqüentemente há um aumento no custo, este aumento representa a parcela variável.

Todos os custos podem ser classificados, segundo **MARTINS (1993)**, em Fixos e Variáveis ou em Diretos e Indiretos ao mesmo tempo. Assim, a matéria-prima é um Custo Direto e Variável, os materiais de consumo são normalmente Custos Indiretos e Variáveis, os seguros da fábrica são Custos Indiretos e Fixos, etc.

“Os Custos Diretos são Variáveis, quase sem exceção; mas os Custos Indiretos são tanto Fixos como Variáveis, apesar da geral predominância dos primeiros”. **MARTINS (1993)**.

Custos unitários :

Segundo **DUTRA (1992)** os custos unitários são os mais importantes, pois resultam da divisão dos diversos custos pela quantidade de produtos ou volume de atividades para um dado período.

- $\text{Custo médio} = \text{Custo Total} / \text{Quantidade produzida}$
- $\text{Custo fixo unitário} = \text{Custo Fixo} / \text{Quantidade produzida}$
- $\text{Custo variável unitário} = \text{Custo Variável} / \text{Quantidade produzida}$.

2.3.5 - Outras nomenclaturas de custos :

Outras expressões e terminologia são costumeiramente utilizadas em custos. Cabe aqui, apenas relacioná-las :

Custos primários ou básicos :

Constituem a soma dos custos da matéria-prima com a mão-de-obra direta. Não são a mesma coisa que custos diretos, já que nos primários só estão incluídos aqueles dois itens. Assim, a embalagem é um custo direto, mas não primário.

Custos de transformação :

Representam a soma de todos os custos de produção, exceto os relativos à matéria-prima e os outros eventuais adquiridos e empregados sem nenhuma modificação pela empresa (componentes adquiridos prontos, embalagens compradas, etc.). Representam esses custos de transformação o valor do esforço da própria empresa no processo de elaboração de um determinado item (mão-de-obra direta e indireta, energia, materiais de consumo industrial, etc.).

2.4 - SISTEMAS DE CUSTEIO

De acordo com **BACIC; COSTA (1995)**, existem diversos métodos que possibilitam a determinação dos custos unitários. Como, em todos casos, trata-se de alocar custos indiretos aos produtos (fixos e variáveis) além dos diretos, cada método informará valores diferentes de custos unitários, em função da arbitrariedade na alocação aos produtos dos custos fixos (caso os variáveis sejam univocamente determinados). A multiplicação do valor da matéria-prima gasta em cada produto por um fator fixo é um método. Outro método consiste na multiplicação do custo unitário da matéria prima mais o valor da mão-de-obra direta (custos primários) por um fator fixo¹. Estes métodos mesmo sendo completamente inadequados à aplicação dos custos indiretos dado que assumem que existe relação entre estes e o valor dos custos diretos são largamente utilizados em nosso país, especialmente pelo espectro de empresas menores (pequenas e microempresas).

A utilização de alguns destes métodos pode levar a informações erráticas - e enganadoras - quanto ao custo unitário de cada produto em função do peso da matéria-prima em cada produto. Informações enganadoras quanto a custos unitários podem perturbar o relacionamento entre empresa compradora e vendedora. Muitas vezes a firma vendedora pode ganhar o fornecimento de um dado item baseando-se em informações incorretas e ser obrigada a renegociar o valor ou suspender o fornecimento ao perceber o

¹ Algumas empresas incorporam ao fator uma margem de lucro preestabelecida e os impostos, de forma a determinar o preço de venda. Neste caso é determinado um "markup ex-ante" para formação de preços. A comparação do faturamento de dado período com os custos primários mostra o "markup ex-post". Este último pode ser calculado independentemente do método de custeio utilizado. No entanto o destaque teórico dada a noção de markup por alguns economistas para explicar a formação de preços, seu poder explicativo é reduzido em função da inadequação da base utilizada para aplicar o próprio markup.

prejuízo durante o andamento do pedido. A empresa compradora vê afetada sua política de fornecimento com impacto negativo em seus custos e sua estratégia de preço.

Segundo OLIVEIRA (1991), todo e qualquer estudo de custos deve estabelecer, a princípio, um horizonte de tempo bem definido e um patamar de atividades limitado, no qual as variações não sejam significativas. Ao definir um tratamento formal para as informações de custos, para atender aos objetivos de utilização estabelecidos pelos usuários, estará elaborando um sistema de custos. Este sistema pode ser definido como uma abordagem teórica para tratamento de dados de custos, visando ao fornecimento de informações que atendem as necessidades dos usuários internos e externos à organização. Qualquer abordagem sempre empregará critérios não exatos e suscetíveis de crítica, pois a contabilidade de custos não é uma ciência exata. Além do mais, à medida que se amplia o número de usuários de um sistema de custeio surgem impasses em termos de objetivos, os quais conferem vulnerabilidade às informações.

2.5 - OS SISTEMAS DE CUSTEIOS POR ABSORÇÃO E DIRETO

De acordo com OLIVEIRA (1991) os custos apresentam como elementos constitutivos a matéria-prima, a mão-de-obra direta (ambas com comportamento variável em relação ao volume de produção) e os custos indiretos de fabricação, com uma parcela variável e outra fixa. Ao calcular o custo total por unidade de produção, os custos indiretos de fabricação são rateados e absorvidos pelas unidades produzidas - este é o chamado **Custeio por Absorção**, que é um método convencional onde todos os custos são absorvidos pelas unidades produzidas. No **Custeio Direto**, a parcela fixa do custo indireto é tratada como despesa do período, associada a um período de tempo e não a uma unidade produzida. Só são considerados custos do produto os custos variáveis diretamente relacionados com a produção : mão-de-obra direta, matéria-prima e o custo indireto de fabricação variável. Na verdade, o custeio direto seria mais corretamente chamado custeio variável ou marginal por aplicar apenas os custos de produção variáveis ao custo da produção.

Podem ser usados, independentemente do método, valores reais ou orçados e, dentro de um determinado sistema, os custos podem ser atribuídos aos produtos acabados pelo custeio por ordem de serviço e pelo custeio por processo. O primeiro é adotado por empresas cujos produtos são facilmente identificados por unidades individuais, partidas ou lotes, cada um deles com especificações particulares. Já o segundo é mais usado quando há produção em massa de unidades iguais, que geralmente passa de maneira continua por uma série de fases uniformes de produção e onde os custos são acumulados por

departamentos. A prática de cada empresa vai atender especificamente às suas necessidades e é geralmente um híbrido dos custeios por ordem de serviço e por processo.

A demonstração de resultados tradicional usa o custeio por absorção e classifica os custos por função administrativa (produção, vendas e despesas gerais e administrativas), em oposição a uma classificação por comportamento dos custos (variáveis e fixos), presente na demonstração de resultados baseada no custeio direto. Nessa estrutura, os custos variáveis são deduzidos da receita de vendas, dando a margem de contribuição, que é um conceito fundamental para as finalidades gerenciais e de análise. Após a margem de contribuição é que são deduzidos os custos fixos como despesas do período.

HORNGREN (1986), ressalta que a margem de contribuição é um instrumento precioso na escolha do mix de produtos, na decisão de eliminação de um produto, em decisões especiais de redução de preços, descontos etc., nas decisões de investimentos e na rapidez com que permite estabelecer as relações entre custo, volume e lucro.

No custeio por absorção, os custos indiretos são apropriados por um ou mais critérios de distribuição, os mais convenientes, o que acarreta uma dependência do custo total do produto em relação ao critério selecionado. Neste método todos os custos transitam pelos estoques, excetuando as despesas gerais e administrativas, que são lançadas diretamente ao resultado no fim do período, pois se referem a atividades da empresa, mas não ao processo fabril. No custeio direto, os componentes fixos do custo são considerados despesas do período, não transitando pelos estoques. O fluxo dos custos nos dois sistemas podem ser visualizados através das figuras Fig. 2.1, e 2.3 (fonte : **OLIVEIRA (1991)**); e também representados por **LI apud NEVES (1990)**, nas figuras Fig. 2.2, e Fig. 2.4, através de contas T.

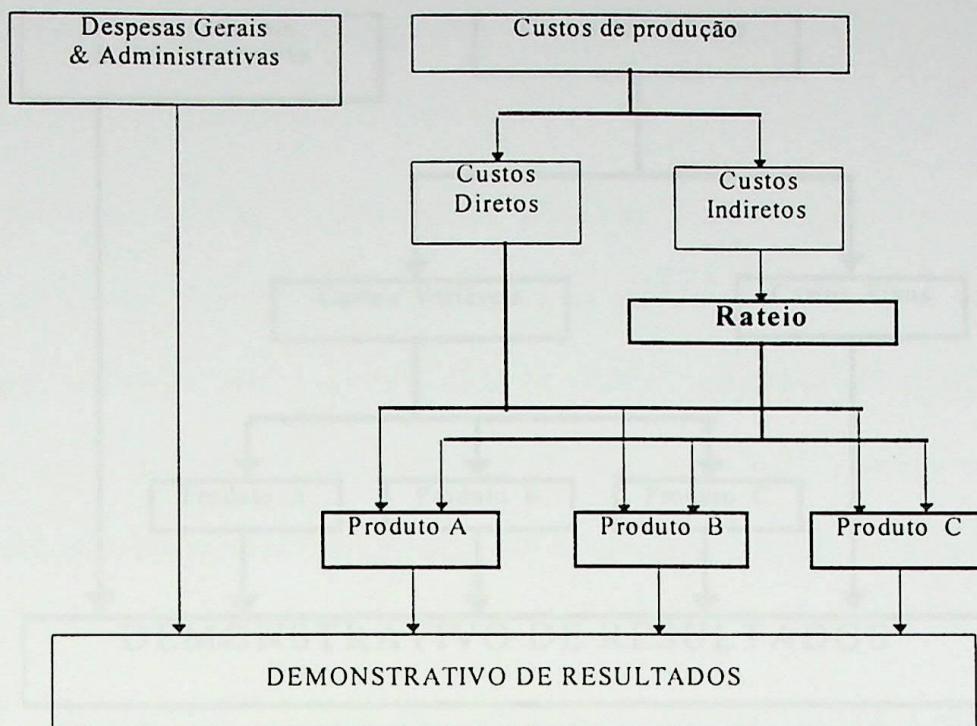


Fig. 2.1 - Fluxo de Custeio por Absorção
 Fonte : OLIVEIRA (1991)

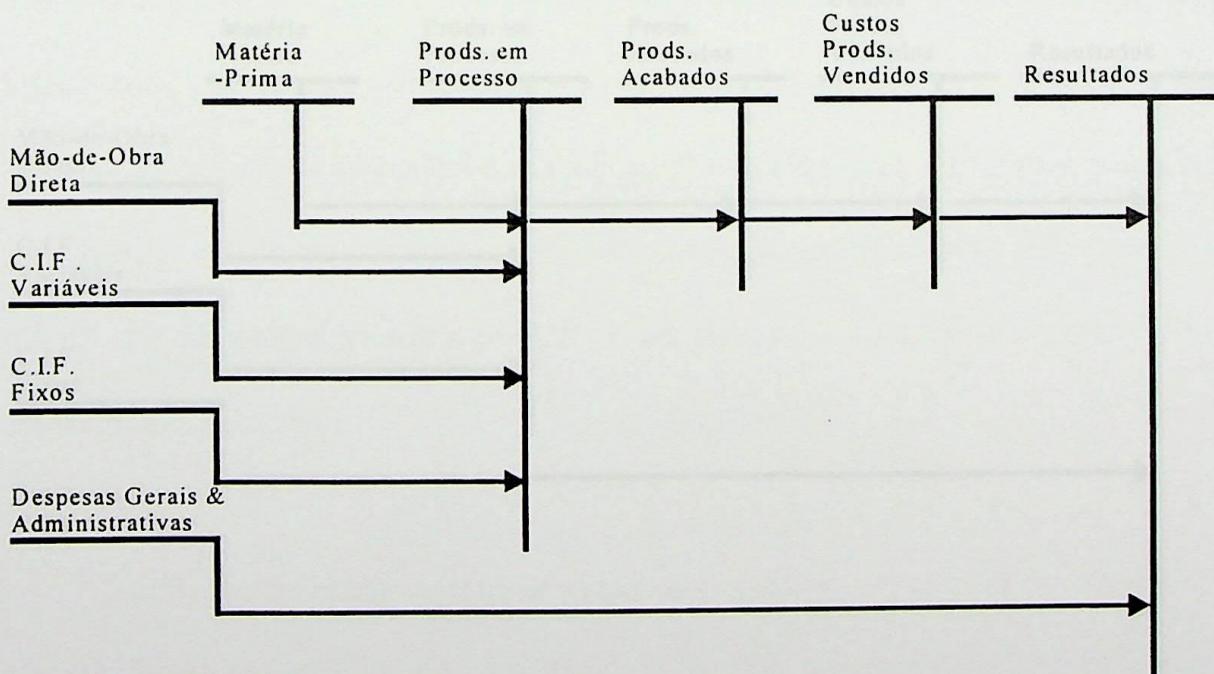


Fig. 2.2 - Fluxo do Sistema de Custeio por Absorção - Conta T
 Fonte : LI apud NEVES (1990)

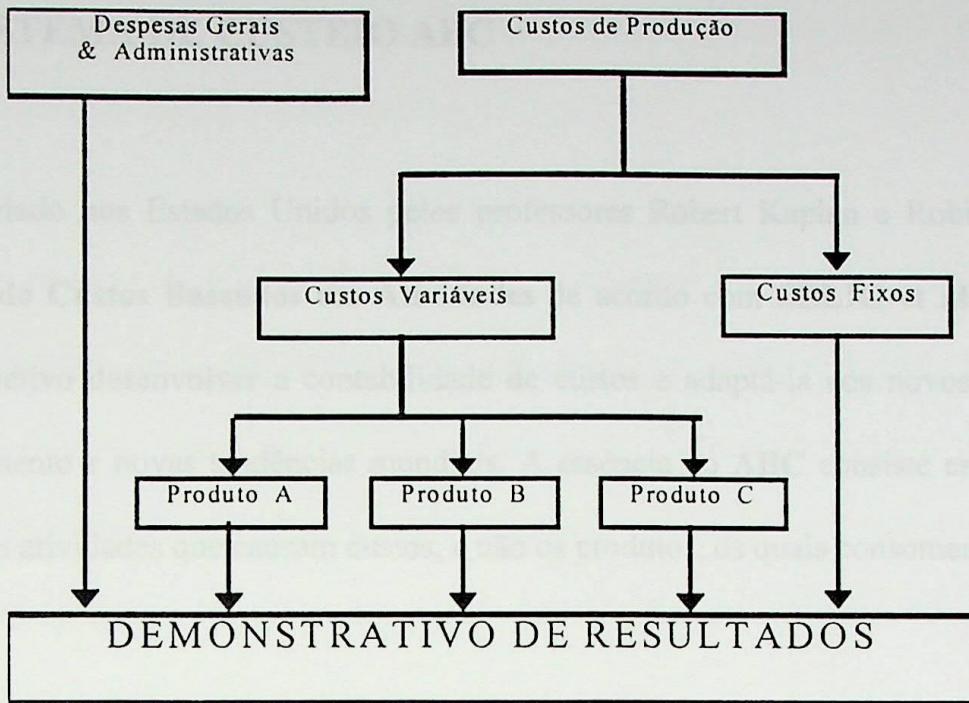


Fig. 2.3 - Fluxo de Custeio Direto
 Fonte : OLIVEIRA (1991)

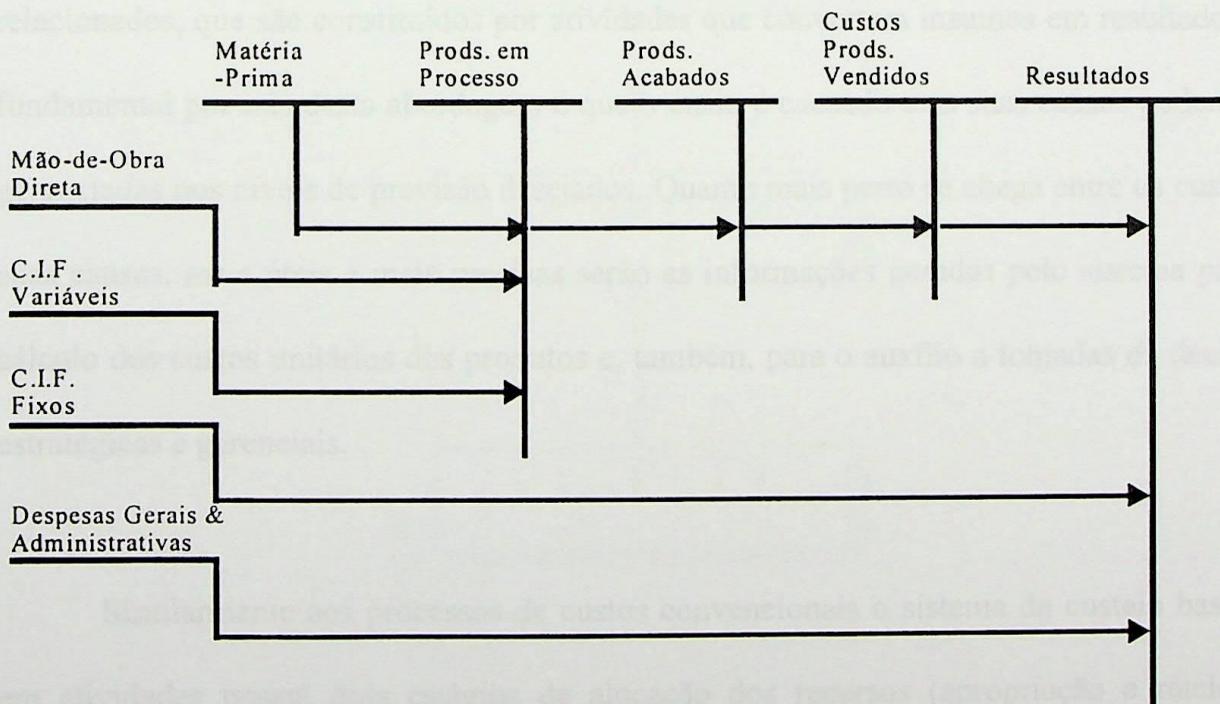
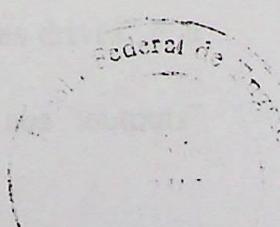


Fig. 2.4 - Fluxo do Sistema de Custeio Direto - Conta T
 Fonte : LI apud NEVES (1990)



2.6 - SISTEMA DE CUSTEIO ABC

Criado nos Estados Unidos pelos professores Robert Kaplan e Robin Cooper, o **Sistema de Custos Baseados em Atividades** de acordo com **SELIG et al. (1996)** tem como objetivo desenvolver a contabilidade de custos e adaptá-la aos novos métodos de gerenciamento e novas tendências mundiais. A essência do **ABC** consiste em reconhecer que são as atividades que causam custos, e não os produtos, os quais consomem atividades.

O **Custeamento Baseado em Atividades (Activity Based Costing - ABC)**, segundo **POZZI et al. (1995)**, baseia-se nas análises dos processos do negócio. Esta análise incorpora o conceito de que um negócio é uma série de processos inter-relacionados, que são constituídos por atividades que convertem insumos em resultados. O fundamental por trás desta abordagem é que o custo é causado e as suas causas podem ser gerenciadas nos níveis de previsão desejados. Quanto mais perto se chega entre os custos e suas causas, mais úteis e mais precisas serão as informações geradas pelo sistema para o cálculo dos custos unitários dos produtos e, também, para o auxílio a tomadas de decisões estratégicas e gerenciais.

Similarmente aos processos de custos convencionais o sistema de custeio baseado em atividades possui dois estágios de alocação dos recursos (apropriação e rateio), a diferença entre estes sistemas, incide basicamente nas formas de rateio dos custos no segundo estágio. Para o sistema ABC - **Fig. 2.5** -, pode-se dizer resumidamente que : no primeiro estágio os recursos são alocados às atividades através dos “resources drives” e, a seguir, no segundo estágio, é feita a alocação dos custo das atividades aos “outputs”

(produtos/serviços) via “activity drivers”. Isto é, custeio do processo baseado em atividades e custeio de outputs baseado em atividades.

De acordo com **POZZI et al. (1995)**, as vantagens são claras. Primeiro, porque os custos indiretos não são provocados por produtos mas, sim por atividades e, conseqüentemente, a sua alocação fica mais clara. Segundo, porque a gerência atua diretamente sobre as atividades que são necessárias aos produtos e, não diretamente aos custos dos produtos. Desta forma o objetivo primordial da análise - redução de custos através da ação gerencial, fica mais bem servido.

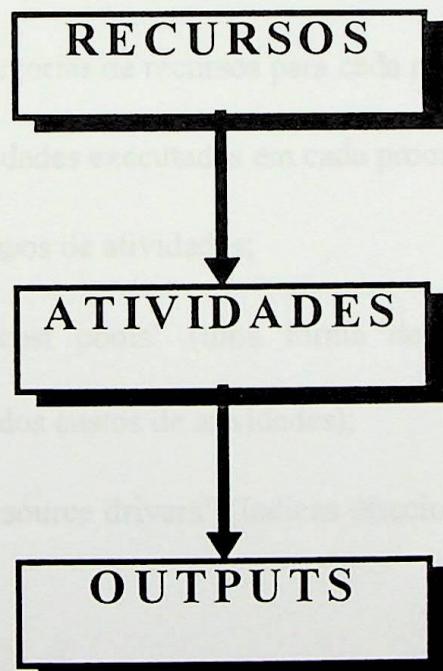


Fig. 2.5 - Estágios de Procedimentos do ABC .

Fonte : POZZI et al. (1995)

O método ABC é mais complexo do que os sistemas tradicionais e, certamente, as empresas possuem necessidades de informações distintas, porém, todo projeto de sistema terá basicamente o mesmo sequenciamento, como a seguir :

- Determinar os critérios de detalhamento do projeto :
 - quais são os objetivos estratégicos da empresa;
 - quão preciso será o sistema;
- Identificar os Centros de Custos;
- Analisar e identificar os processos do negócio;
- Identificar todos os produtos, ou objetos de custos;
- Determinar as categorias de recursos para cada processo identificado;
- Identificar as atividades executadas em cada processo, e seus outputs;
- Estabelecer os grupos de atividades;
- Determinar os “cost pools” (uma forma de reagrupamentos de custos de atividades dentro dos custos de atividades);
- Determinar os “resource drivers” (índices direcionadores de custos de processos para atividades);
- Determinar os “activity drivers” (índices direcionadores de custos de atividades para outputs);

Para tanto, o projetista do sistema deve ter pleno conhecimento estrutural e econômico da empresa e, principalmente, um levantamento de todos os produtos, processos, sub-processos e atividades com base nas restrições feitas previamente. As

despesas deverão ser reorganizadas a partir da contabilidade no sentido centro de custo-processo, e com auxílio do “resource driver”, os recursos dos processos poderão ser alocados nas atividades. Então, as atividades “afins” poderão ser agrupadas formando os “cost pools”, para posteriormente ser apropriados aos seus respectivos “outputs” via “activity driver”. Os outputs podem ser produtos, subprodutos, matéria-prima, insumos ou serviços prestados a outro processo ou atividade.

2.7 - CONSIDERAÇÕES AOS SISTEMAS DE CUSTEIO

Este trabalho se fundamentará, no que diz respeito ao modelamento de custos, no trabalho apresentado por **BACIC; COSTA (1995)**, por ser um modelo aplicado em uma empresa de médio porte do ramo de usinagem.

BACIC; COSTA (1995), considera insuficiente o custeio variável (direto) para o caso em estudo : uma empresa de usinagem em que se deve cotar preços de forma a recuperar tanto os custos variáveis, como os custos fixos, sendo que não existem (ou não são conhecidos pela empresa) os preços, dado que muitas das peças cotadas são peças novas na própria indústria. A consideração dos custos variáveis, como único elemento na determinação de preços, seria uma decisão temerária, pois não haveria nenhuma garantia de que os custos seriam recuperados.

O custeio direto que é um ferramental analítico para decisões de curto prazo, deriva do modelo microeconômico tradicional, que supõe ajustes instantâneos, ausência de tempo, decisões que visam maximizar o lucro no curto prazo e conhecimento perfeito. Não é possível aplicar o custeio direto em situações que diferem significativamente das suposições do modelo do qual derivou. No caso em questão, existe desconhecimento (na melhor das situações parcial), por parte da empresa formadora do preço, de qual seja o preço de mercado. Por outro lado, o horizonte da decisão é de longo prazo, ambas as partes - compradoras e vendedoras - estão interessadas na manutenção de uma relação de longo prazo. Neste aspecto a recuperação do total de custos (fixos e variáveis) por parte da empresa vendedora é condição necessária à sobrevivência e à manutenção do relacionamento.

O método de custeio por absorção responde adequadamente às necessidades da empresa focalizada no caso : empresa multiprocessadora com produção setorizada em centros de custos e que atende encomendas específicas de empresas clientes no regime de subcontratação². A utilização do custeio por atividade seria uma possível solução. Porém fatores ligados à maior complexidade inerente ao ABC e às características inerentes às pequenas empresas levaram a não utilização deste método.

De acordo com **BACIC; COSTA (1995)**, neste aspecto, cabe esclarecer que o ABC ao ser implantado leva necessariamente a uma revisão das atividades e a esforços no sentido de reduzir as atividades que não agregam ou geram valores aos olhos dos clientes internos e externos. A metodologia do ABC produz bons resultados em grandes empresas com estruturas organizacionais pesadas e departamentalizadas, nas quais a maior parte das decisões foram tomadas no passado visando resolver problemas setoriais, focalizando basicamente o problema local sem ter sido considerado na análise do problema a totalidade da empresa. Esta situação não é tão comum em empresas pequenas. O dono (ou gerente) consegue geralmente “enxergar” a empresa globalmente percebendo o impacto de decisões locais na empresa como um todo. Atividades que não agregam valores são descobertas mais facilmente em função do porte da empresa, e as próprias forças competitivas³ - geralmente desfavoráveis que, no setor onde atua a grande empresa - pressionam no sentido de eliminar atividades desnecessárias .

²Neste caso a empresa cliente define as especificações e características do produto. Cabe a empresa produtora decidir o método de fabricação quando não determinado pelo cliente.

³As forças competitivas são segundo Porter (1980) : a intensidade da rivalidade entre concorrentes, o poder de negociação de compradores e fornecedores, a ameaça dos entrantes potenciais e a ameaça dos substitutos. As forças tem características próprias e individuais em cada setor da atividade econômica (indústria) e quando são desfavoráveis existe forte pressão sobre a rentabilidade da indústria em particular.

2.8 - SISTEMA DE CUSTEIO POR ABSORÇÃO -

DEPARTAMENTALIZAÇÃO

As bases que fundaram a escolha do sistema de custeio por absorção, segundo **BACIC; COSTA (1995)**, encontram-se na possibilidade teórica de representar os custos indiretos de uma empresa de produção setorizada na forma de uma matriz I do tipo insumo-produto, na qual as colunas representam os centros de custos e as linhas os insumos indiretos. Uma vez implantado o sistema de informação, o processo contábil de registro de informações identifica quais os custos indiretos e em que nível são gerados em cada centro de custo. Como também para cada centro de custo direto a unidade de trabalho (ou de obra) mais representativa é conhecida a partir do sistema de informação, o total de unidades de trabalho (horas-máquina, horas-homem, número de cargas de um forno, número de expedição, etc.) que foram demandadas a cada centro de custo em dado período, é possível deduzir uma função produtiva que determine a necessidade física de cada insumo indireto por centro de custo e unidade de trabalho. Na matriz I os coeficientes técnicos de produção por unidade de trabalho aparecem, então, diretamente relacionados com os centros de custo. O produto matricial da “matriz I ” pelo “vetor linha P ”, que indica os preços dos insumos indiretos, fornece o custo indireto por unidade de trabalho de cada centro de custo.

É evidente que o método do custeio por absorção não exige o cálculo dos coeficientes técnicos. Porém ao se efetuar a alocação dos custos indiretos nos centros de custo e ao se relacionar o total dos custos indiretos de cada centro de custo com a unidade

de trabalho respectiva⁴ (determinação do custo unitário por unidade de trabalho) atua-se, na prática, de uma forma consistente com a interpretação teórica anterior.

No custeio por absorção os centros de custos indiretos são absorvidos pelos centros diretos num processo seqüencial que lembra a figura de uma escada : é a distribuição secundária ou rateio de custos, que pode ser observado na **Fig. 2.6** e no **Quadro 3 - Anexo**

A. departamentos de produção aos produtos.

De acordo com **MARTINS (1993)**, Departamento é a unidade mínima administrativa para a contabilidade de custos, representada por homens e máquinas (na maioria dos casos) desenvolvendo atividades homogêneas. Na maioria das vezes um departamento é um centro de custos, ou seja, nele são acumulados os custos indiretos para posterior alocação aos produtos (departamento de produção) ou a outros departamentos (departamentos de serviços). Portanto, centro de custo, é a unidade mínima de acumulação de custos indiretos de fabricação.

Síntese do esquema básico completo segundo MARTINS (1993) :

- 1º Passo - Separação entre Custos e Despesas.
- 2º Passo - Apropriação dos Custos Diretos diretamente aos produtos.
- 3º Passo - Apropriação dos Custos Indiretos que pertencem visivelmente, aos departamentos, agrupando, à parte, os comuns.

⁴Observe-se a semelhança com a noção de gerador ou direcionador de custo tão cara ao ABC. A unidade de trabalho de cada centro de custo “pretende” assumir o papel de gerador de custos mais representativo do mesmo.

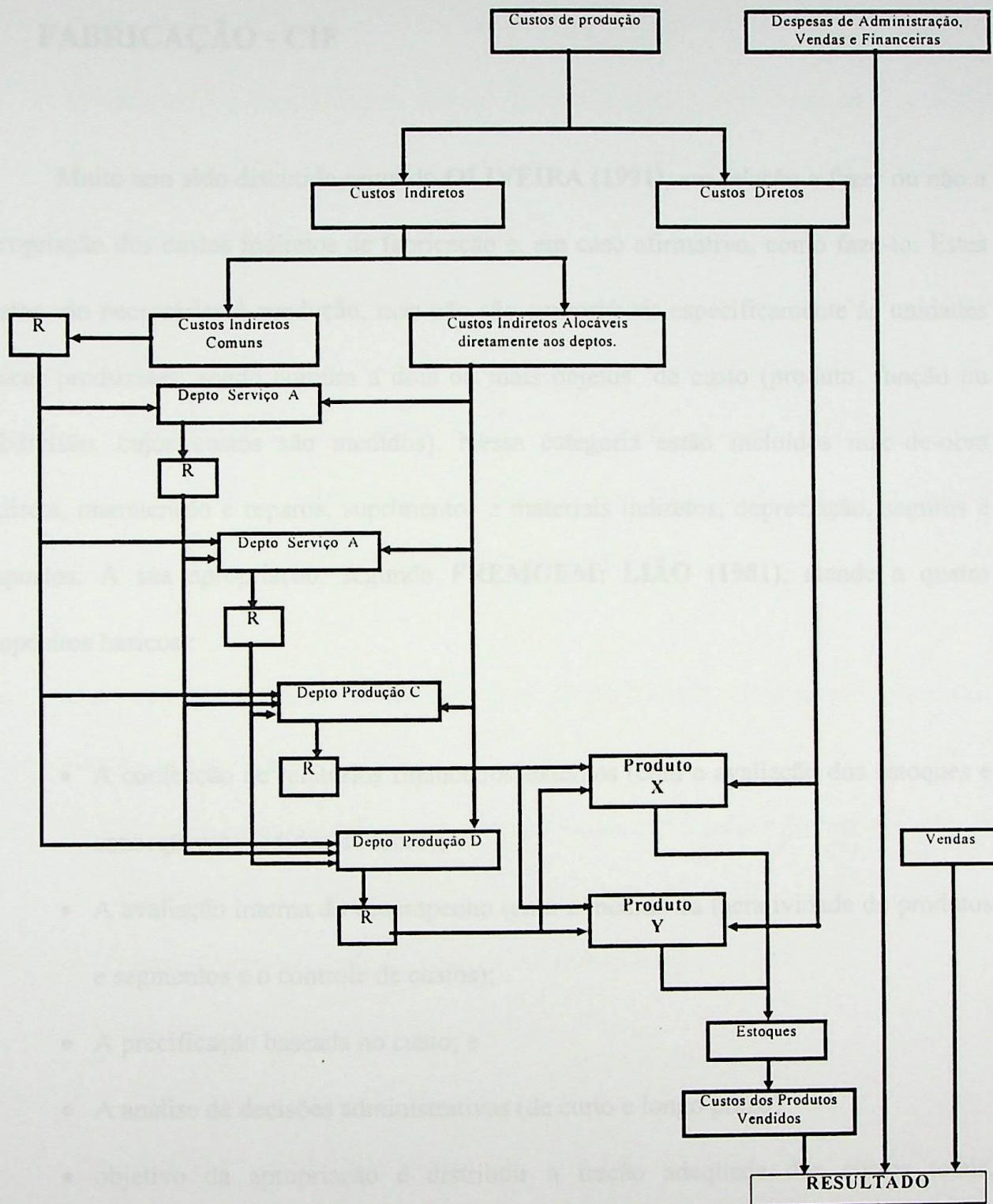


Fig. 2.6 - Fluxo de Custeio por Absorção Departamentalizado.

Fonte : MARTINS (1993)

2.9 - A APROPRIAÇÃO DOS CUSTOS INDIRETOS DE FABRICAÇÃO - CIF

Muito tem sido discutido segundo **OLIVEIRA (1991)**, em relação a fazer ou não a apropriação dos custos indiretos de fabricação e, em caso afirmativo, como fazê-lo. Estes custos são necessários à produção, mas não são apropriáveis especificamente às unidades físicas produzidas, sendo comum a dois ou mais objetos de custo (produto, função ou subdivisão, cujos custos são medidos). Nessa categoria estão incluídos mão-de-obra indireta, manutenção e reparos, suprimentos e materiais indiretos, depreciação, seguros e impostos. A sua apropriação, segundo **FREMGEM; LIÃO (1981)**, atende a quatro propósitos básicos :

- A confecção de relatórios financeiros externos (com a avaliação dos estoques e conseqüente medidas do lucro);
 - A avaliação interna do desempenho (com a medida da lucratividade de produtos e segmentos e o controle de custos);
 - A precificação baseada no custo; e
 - A análise de decisões administrativas (de curto e longo prazo).
- objetivo da apropriação é distribuir a fração adequada dos custos totais, incorridos num determinado período, para cada objeto de custos.

2.9.1 - Métodos e bases de rateio

Geralmente, os itens indiretos são agregados e aplicados aos produtos pela média. Para isso, é preciso adotar um fator comum, tanto às unidades físicas quanto às variações nos custos indiretos, como base para a aplicação.

Este fator comum pode diferir de uma empresa para outra, mas a base selecionada deve ser em forma numérica, ser mensurável, além de ser a melhor que relacione os custos indiretos com o seu fator mais casual; é uma simplificação grosseira dizer que há uma relação única de causa e efeito entre a realização das despesas indiretas e a base de aplicação usada. **WATTER (1945) apud OLIVEIRA (1991)**.

As base mais usadas, de acordo com **HORNGREN (1986)**, são geralmente selecionadas, considerando :

- Fatores já associados aos produtos individuais ou às ordens de serviço (mão-de-obra direta e matéria-prima);
- O custo e o esforço burocrático necessário à aplicação; e
- Possíveis diferenças nos resultados finais.

Os métodos de apropriação podem usar uma taxa de rateio para toda a empresa, taxas por linhas de produtos ou então taxas por centro de custos ou departamentos. O primeiro método tem como vantagem a facilidade de uso. Os dois últimos apresentam como desvantagem o tempo despendido para criar e manter as informações de custos, o que pode tornar-se muito caro.

Uma empresa pode usar mais de uma base para a apropriação de diferentes tipos de custos ou para diferentes departamentos. Quando os produtos recebem atenção e esforços desiguais, à medida que se deslocam pelos diversos departamentos, as taxas departamentais são preferíveis às taxas calculadas para toda a fábrica. Um benefício adicional desta forma de rateio é que os gerentes dos centros de custos ou departamentos são responsabilizados pelos custos indiretos incorridos em suas áreas.

Se para alguns produtos deve ser atribuída uma porção maior dos custos indiretos, a apropriação por linha de produtos é preferível. Este método pode ser usado tanto para decisões de preço quanto para as de manutenção ou retiradas de um produto, baseadas em margens de lucro.

A apropriações por centros de custos ou linha de produtos permitem o uso de bases múltiplas.

As bases mais usadas são :

- As unidades físicas produzidas;
- O material direto;
- As horas-máquina;
- O valor em moeda corrente de mão-de-obra direta;
- As horas de mão-de-obra direta;

Sendo que as duas últimas são as mais comuns por serem mais facilmente obtidas.

O uso da mão-de-obra direta é válido, se existe uma relação direta entre ela e os custos indiretos de fabricação e se as taxas de pagamento para trabalhos semelhantes são comparáveis. Se o nível de automação aumentar e o conteúdo de mão-de-obra direta diminuir, os custos das partes produzidas mecanicamente não terão relação direta com a mão-de-obra direta e, nesse caso, horas máquinas é a base mais apropriada. A empresa pode escolher o método e a base que melhor atendam às suas necessidades, questionando qual o tipo de informação necessário para as suas decisões e qual o seu custo. **COOPER; KAPLAN (1988) apud OLIVEIRA (1991).**

2.9.2 - Apropriação tradicional em duas etapas

A necessidade de apropriação dos custos indiretos de fabricação surge quando as empresas fabricam muitos produtos diferentes. Neste caso é mais fácil e mais barato fazer a apropriação em duas etapas. Inicialmente, os custos indiretos são combinados em grandes grupos (overhead pools) e rateados a número pequeno de centros de custos, usando bases variadas, (espaço ocupado, valor contábil da máquina, mão-de-obra direta orçada ou horas-máquina, e outras mais),. Depois, numa segunda etapa, os custos são distribuídos de cada centro para os produtos; eles são divididos por uma medida de produção que passa por cada centro (real ou estimada), para determinar as várias taxas de apropriação.

A escolha da unidade de produção usada para obter a taxa de rateio depende de várias condições, como ser mensurável e comum a todos os produtos e ter uma alta correlação com o montante de custos naquele centro de custos. A mão-de-obra direta (horas

ou valor em moeda corrente) é considerada conveniente para esta transferência por ser uma informação facilmente disponível em cada centro, assim como para a hora-máquina.

O uso de várias bases de alocação melhora a precisão do processo, mas para que o custo relatado seja correto, as bases usadas devem considerar todos os aspectos da diversidade dos produtos.

O primeiro passo a ser feito, foi o estudo da estrutura organizacional da empresa e do processo produtivo. A estrutura organizacional era relativamente simples, contava com um departamento administrativo que cuidava da administração geral e das vendas, e um departamento produtivo que abrangia a programação de produção, as atividades produtivas, o controle de qualidade e a expedição.

¹ O sistema de custos modificado serve para apurar os custos de determinado pedido vendido por um cliente. Na decisão de fixação de preço esta informação é utilizada a luz do conhecimento acerca do custo e da margem de contribuição. Uma vez que o custo de venda de um produto é conhecido, o preço de venda é determinado para a margem.

2.10 - O CASO PRÁTICO DE BACIC; COSTA (1995)

Fora elaborado por estes pesquisadores, um sistema de custeio para uma empresa de usinagem de autopeças, um modelo bem prático e de fácil compreensão. Eles afirmam que é um modelo que tem como objetivo a determinação “ex-ante” do custo unitário de produtos de uma empresa que atua num regime de subcontratação industrial. Trata-se de um modelo de Custeio por Absorção completo, com separação dos custos em fixos e variáveis, que os autores consideram adequado para uma empresa de porte entre pequeno e médio, que deseje contar com uma ferramenta gerencial para determinação e avaliação de custos unitários e que, simultaneamente, subsidie⁵ a decisão de fixação de preços nos orçamentos que lhe são apresentados para a cotação pelos compradores das empresas clientes. Este estudo de caso serve de guia prático para pequenos e médios empresários que porventura se defrontem com problemas de determinação de custos unitários em empresas com estruturas produtivas semelhantes as abordadas referentes ao estudo de caso em questão.

O primeiro passo a ser feito, foi o estudo da estrutura organizacional da empresa e do processo produtivo. A estrutura organizacional era relativamente simples : contava com um departamento administrativo que cuidava da administração geral e das vendas, e um departamento produtivo que abrangia a programação de produção, as atividades produtivas, o controle de qualidade e a expedição.

⁵O sistema de custeio modelado serve para predizer os custos de determinado pedido cotado por um cliente. Na decisão de fixação de preço esta informação é analisada a luz do contexto mercadológico e estratégico, não existindo portanto, uma relação direta entre predição do custo de dado serviço e o preço determinado para o mesmo.

Foram identificadas as seguintes atividades dentro do processo produtivo :

- Preparação,
- Primeiras operações,
- Acabamento das primeiras operações,
- Segundas operações,
- Inspeção final, e
- Expedição.

Na primeira operação, são realizadas as operações básicas de pré-usinagem (desbastes, furos primários e roscas), na segunda operação são executados os serviços de precisão (retífica, laminação, fresa, etc.).

Foi efetuada a análise de processo dos principais produtos, bem como a racionalização dos processos, identificação e classificação das principais peças fabricadas pela empresa (122 pçs), pelo Método de Pareto (ABC) utilizando três critérios :

- Quantidades produzidas no período;
- Quantidade produzida X tempo de fabricação = tempo total utilizado na produção de cada tipo de peça;
- Quantidade produzida X valor de venda unitária = valor total.

A partir das informações colhidas na Produção, foram determinados e identificados os centros de custos, obedecendo ao princípio de homogeneidade dos equipamentos ou agrupamentos de máquinas destinadas à produção de um mesmo produto.

Foram identificados os seguintes centros de custos :

Foram identificados os seguintes centros de custos :

- Centros Indiretos de Apoio à Produção :
 - CAP-1 Fábrica Geral (Administração da Fábrica e PCP);
 - CAP-2 Controle de Qualidade;
 - CAP-3 Almoxarifado de Matéria-Prima;
 - CAP-4 Ferramentaria;
- Centros Diretos de Primeira Operação :
 - C1-1 Torno Strohm 16;
 - C1-2 Torno Schuttle;
 - C1-3 Torno TB-A25;
 - C1-4 Torno Traub;
- Centros Diretos de Segunda Operação :
 - C2-1 Torno Kummer;
 - C2-2 Torno Schaublin;
 - C2-3 Torno Polimac: Furadeira;
 - C2-4 Torno Moal Polimac;
 - C2-5 Fresadoras;
 - C2-6 Retífica Centerless;
 - C2-7 Acabamento;
- Centros Indiretos Gerais :
 - CIG-1 Expedição;
 - CIG-2 Administração (Administração Geral e Vendas).

Após esta etapa, foram levantados e identificados os dados físicos por centro de custo necessário ao modelo de custeio a ser implantado. Estas informações estão contidas no **Quadro 1** no **Anexo A**. Algumas destas informações merecem ser elucidadas a seguir :

- horas-máquina produtivas referem-se àquelas efetivamente trabalhadas levantadas a partir da elaboração de um mapa de apontamento de produção; ao passo que Horas-máquina disponíveis referem-se à capacidade operacional da empresa, calculada em turnos de 190 horas mensais, no caso em questão utilizaram-se 2 turnos = 380 horas;
- Pessoal ocupado total refere-se à quantidade de todo o pessoal alocado em cada centro de custo, e Pessoal ocupado produtivo como sendo o nº de operadores de máquinas por centro de custo, em ambos os casos divididos em fixos e variáveis;⁶
- Horas-homem produtivas disponíveis : quantidade de operadores de máquinas da linha do centro de custo X Horas-homem disponíveis;
- Horas-homem produtivas trabalhadas : quantidade de operadores de máquinas da linha do centro de custo X Horas-homem trabalhadas;⁷
- kWh instalado médio por centro de custo : refere-se a somatória de kWh⁸ de todas as máquinas instaladas nos respectivos centros de custos divididos pelo número de máquinas;

⁶ O pessoal foi dividido em duas categorias : aqueles essenciais à manutenção da produção dentro dos limites da capacidade operacional definida e aqueles contratados para acompanhar a demanda. O pessoal desta categoria foi considerado como variável, dado que uma redução da demanda significaria a diminuição do pessoal classificado dentro desta classe.

⁷ As Horas-homens trabalhadas foram calculadas em função das Horas-máquina previstas, da relação máquina/homem, do tempo estimado utilizado para preparar/montar cada máquina (setup) e das quantidades previstas de preparação por mês.

⁸ Utilizada a relação técnica 1 CV = 0,736 KWh. A multiplicação do valor médio de consumo de energia elétrica por máquina e centro de custos pelo total de horas trabalhadas previstas é uma aproximação do consumo de eletricidade e foi utilizada para distribuir o valor da conta de energia elétrica entre os centros de custos.

- KWh iluminação instalado : ajustado pelo tempo que cada centro de custo demanda de iluminação.

Para a implantação do modelo, **BACIC; COSTA (1995)** partiram inicialmente de um levantamento de dados na contabilidade e foi organizado um mapa de gasto dos últimos 12 meses, para posterior classificação quanto à natureza e variabilidade, considerando uma ampla base do seu comportamento, atendendo assim o princípio contábil de consistência. Posteriormente, a base histórica foi abandonada (sendo unicamente utilizada para controle), passando-se a trabalhar com custos mensais previstos, ajustados ao nível futuro de atividade estimada, dado o objetivo do sistema de custeio, que era o de efetuar previsões “ex-ante” dos custos para servir de elemento de informação para a decisão de fixação de preços da empresa.

Identificados os custos, estes foram ajustados de forma a manter consistência com o grau de ocupação da capacidade produtiva prevista. O próximo passo constituiu-se na sua distribuição aos centros de custo de acordo com suas bases estipuladas. Esta distribuição é chamada de **Distribuição Primária de Custos**, e pode ser vista no **Quadro 2** no **Anexo A**.

A seguir serão identificadas as principais bases e suas fontes :

- Energia elétrica - parte variável - consumo (estimado como Quilowatt Horas X Horas-máquina trabalhadas previstas);
- Energia elétrica - parte fixa - Consumo (estimado em função dos Quilowatt Hora de iluminação instalados ajustado pelo tempo em que cada centro de custo é iluminado);

- Salários e ordenados Indiretos : debitados diretamente a cada centro de custo, em função de alocação prévia do pessoal (fonte: salários e ordenados, valor bruto da folha de pagamento);
- Encargos sociais : calculada a taxa de encargos para cálculo de custos de 72% a ser aplicada sobre salários (valor bruto) da folha de pagamento;

A determinação de uma taxa padrão de encargos sociais visa simplificar o cálculo de custos. Usualmente circulam informações na imprensa e nas revistas de negócios afirmando que os encargos representam mais de 100% dos salários. Esta informação refere-se ao salário-hora e não ao salário-mês. O valor determinado neste estudo de caso como encargos sociais pretende representar o adicional de custos que a empresa tem com os salários, tomando como base o tempo em que o empregado fica à disposição da empresa. Partes destes encargos são remuneração do trabalho (décimo terceiro salário, abono férias), outros correspondem à renda diferida do trabalho (depósitos para o Fundo de Garantia), outra parcela corresponde à renda do capital (SENAI, SEBRAE, etc.) e finalmente parte corresponde aos encargos sociais no sentido tradicional (previdência e seguridade social).

- Depreciação - valor de depreciação de cada centro de custo;⁹
- Despesas Gerais de Administração : debitada diretamente ao centro de custo CIG-2 Administração.

⁹ A depreciação foi calculada aplicando o conceito econômico de reposição do equipamento. A depreciação de cada máquina foi debitada ao centro de custo correspondente. O valor da depreciação do edifício foi alocado em função da área ocupada por cada centro.

- Pró-labore : a retirada de cada sócio foi debitada diretamente aos centros de custos sob seu comando direto : CIG-1 Administração da produção, e CIG-2 Administração.

BACIC; COSTA (1995) esclarecem que a distribuição dos custos e despesas realizadas em termos históricos, serve como importante subsídio, tanto para a visualização da geração dos custos indiretos por centro de custo, facilitando o controle de custos (especialmente debitados), como para a elaboração da distribuição dos custos projetados. Neste caso, é recomendável efetuar uma análise detalhada do comportamento dos custos indiretos nos centros de custos em relação à utilização de capacidade instalada em cada centro. Podem ser aplicadas técnicas de regressão linear, de forma a prever estatisticamente o comportamento futuro de cada item de custo indireto, subsidiando assim o processo de previsão de custos.

A próxima etapa deste trabalho constituiu-se na realização da distribuição secundária (rateio) dos custos. Nesta etapa, os custos dos centros indiretos são alocados nos centros diretos, de forma a garantir a transferência da totalidade dos custos indiretos, quando efetuada uma previsão dos custos de dado pedido, cotado por algum cliente. No caso de centros diretos (já com a parcela de custos dos centros indiretos absorvida), determina-se a unidade de trabalho mais representativa (direcionador de custo), e calcula-se o custo por unidade de trabalho.¹⁰

¹⁰Fugindo a esta regra cabe esclarecer que o centro de custo CIG-1 - Expedição, mesmo tendo sido classificado como indireto, teve uma unidade de trabalho atribuída, tendo-se determinado um custo unitário por unidade de trabalho.

Bases para a distribuição secundária dos custos :

- CAP-1 Fábrica Geral : dado que a principal atividade deste centro era o PCP, o rateio do total de custos deste centro foi efetuado em função do número de vezes que cada um dos outros centros de custo é citado nas ordens de produção.
- CAP-2 Controle da Qualidade : o total de custo deste centro (tendo já absorvido a parcela de custos correspondente do CAP-1) foi dividido em função das horas de trabalho despendidas para os outros centros.
- CAP-3 Almojarifado de Matéria-Prima : o total de custos do centro (com a parcela correspondente de CAP-1 e CAP-2) foi dividida em função do número de requisições efetuadas por cada um dos demais centro de custos.
- CAP-4 Ferramentaria : o custo total (incluindo a quota absorvida dos centros de custos anteriores) foi atribuída aos demais centros com base nas horas de trabalho que estes requisitaram à Ferramentaria.
- CIG-2 Administração :o custo deste centro não foi absorvido pelos centros diretos em função da necessidade de visualizar, ao se efetuar o cálculo do custo de dado pedido, o impacto isolado das despesas administrativas. A seguinte taxa possibilitou repassar os custos administrativos de cada pedido :

Taxa Administrativa = Total dos custos do Centro Administração

(Total de Custos dos Centros Diretos + Total dos Custos da
Expedição + Custos dos Salários Diretos +
Encargos Sociais Correspondentes)

Os custos indiretos foram rateados separadamente, respeitando sua natureza de variabilidade, o que pode ser visto no **Quadro 3** no **Anexo A**. Este procedimento possibilitou calcular o custo por unidade de trabalho, separando a parte fixa da variável. Em todos os centros de custos diretos a unidade de trabalho considerada foi a hora-máquina; desta forma foi obtido o custo hora específico para cada centro.

O pessoal direto teve seus salários com respectivos encargos alocados a cada centro. A unidade de trabalho escolhida foi o total de horas-homem produtivas trabalhadas previstas. O custo hora-homem obtido, para cada centro de custo foi também dividido segundo critério de variabilidade. Este critério seguiu a classificação do pessoal em fixo e variável, como anteriormente referido no **Quadro 3**.

A **Fig. 2.7** distribui os custos de produção para o período referente aos **Quadros 2** e **3** - ambos no **Anexo A** - de acordo com o modelo apresentado por **MARTINS (1993)** na **Fig.2.7**.

Os **Quadros 4.1, 4.2** e **4.3** no **Anexo A** mostram a determinação de custo de um dado pedido, utilizando as informações geradas no **Quadro 3**. No exemplo em questão o preço é determinado a partir da aplicação de uma dada margem de lucro sobre o custo total do pedido (**Quadro 4.3**). Evidentemente deve-se supor que a margem é consistente com as variáveis mercadológicas e estratégias envolvidas. No **Quadro 4.3** figura também uma análise do preço fixado utilizando as informações geradas quanto à variabilidade de custos.

A **Fig. 2.8** distribui os custos de produção do pedido referente ao **Quadro 4.2** de acordo com o modelo apresentado por **MARTINS (1993)** na **Fig.2.6**.

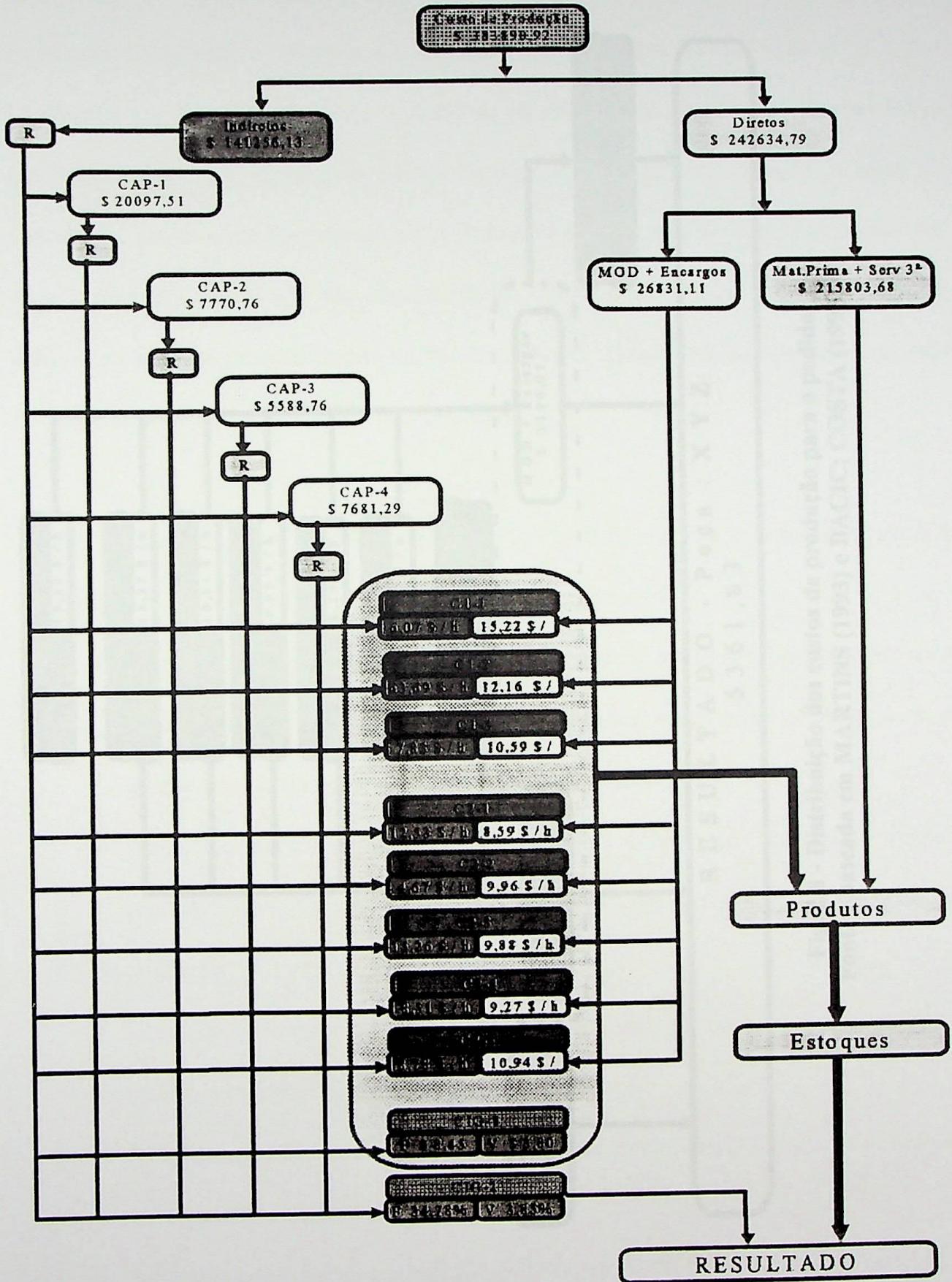


Fig. 2.7 - Distribuição dos custos de produção para o período.
 Fonte : baseada em MARTINS (1993) e BACIC; COSTA (1995).

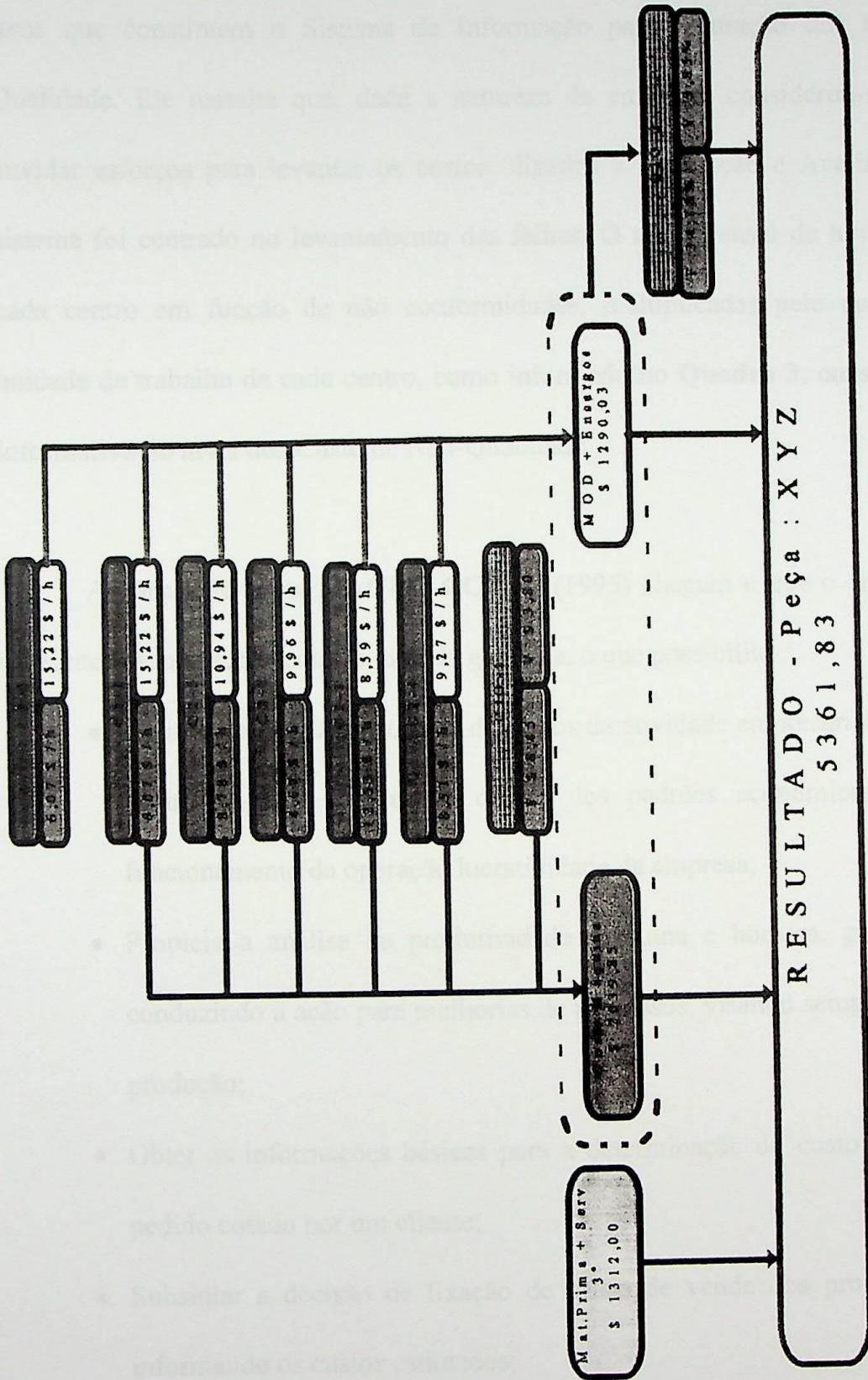


Fig. 2.8 - Distribuição dos custos de produção para o pedido.
 Fonte : baseada em MARTINS (1993) e BACIC; COSTA (1995).

BACIC; COSTA (1995) destaca ainda, no **Quadro 5** no **Anexo A**, os principais itens que constituem o Sistema de Informação para Apuração dos Custos da Não-Qualidade. Ele ressalta que, dada a natureza da empresa, considerou-se desnecessário envidar esforços para levantar os custos ligados à Prevenção e Avaliação. O foco do sistema foi centrado no levantamento das falhas. O total mensal de horas utilizadas por cada centro em função de não conformidades, multiplicadas pelo custo variável por unidade de trabalho de cada centro, como informado no **Quadro 3**, constitui-se elemento informativo do nível dos Custos de Não-Qualidade.

A conclusão a que **BACIC; COSTA (1995)** chegam é que o sistema proposto é uma interessante ferramenta na mão da gerência, o que possibilita :

- Apurar e controlar o volume de gastos da atividade empresarial por setores; com a finalidade de executá-la dentro dos padrões econômicos viáveis para o funcionamento da operação lucratividade da empresa;
- Propicia a análise da produtividade máquina e homem, geral ou particular, conduzindo a ação para melhorias de processos, visando sempre à otimização da produção;
- Obter as informações básicas para a determinação do custo esperado de dado pedido cotado por um cliente;
- Subsidiar a decisão de fixação de preço de venda dos produtos da empresa, informando os custos estimados;
- Avaliar e controlar as margens de contribuição e de lucro obtidas no nível dos diversos produtos em função da política de preços e da estrutura de custos;

- Gerar informações de custos necessárias à apuração dos Custos da Não-Qualidade.

Este estudo de caso trata de um modelo que pretende retratar o comportamento dos custos da empresa em dada situação. A utilização de planilhas de cálculos possibilita executar simulações de forma a encontrar uma dada situação de custos e de atividade operacional que resulta em custos por unidades de trabalhos adequados à estratégia competitiva da empresa.

Para este trabalho de dissertação, o estudo de caso desenvolvido por **BACIC; COSTA (1995)**, servirá de modelo para exemplificar a obtenção dos valores necessários à determinação das condições econômicas de usinagem..

2.11 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração deste capítulo justifica-se pela necessidade das empresas de terem um sistema eficiente de apuração de custo, capaz de transferir por meio dos preços e das quantidades vendidas o total de custos aos clientes, visando um preço de venda competitivo, que traga a esta empresa o lucro desejado e a sobrevivência num mercado altamente competitivo.

Após serem abordados todos os conceitos referentes à custos e aos sistemas de apuração dos mesmos, optou-se por adotar o estudo de caso apresentado por **BACIC; COSTA (1995)**, por ser este o mais próximo da realidade deste trabalho de dissertação. É claro que cada empresa terá o sistema de custeio que melhor atenda os seus objetivos, principalmente a transferência dos custos aos produtos.

Os **Quadros 1 a 4.3** no **Anexo A**, têm como objetivos, neste trabalho, estabelecer um roteiro para exemplificar o tratamento dos custos referente a um período. Sendo assim, os custos hora-máquina e mão-de-obra direta para cada processo, da matéria-prima, das despesas administrativas e receita geral podem ser extraídos nos **Quadros 4.1 a 4.3 - Anexo A** para serem aplicados na determinação dos custos e formação de preço para um pedido de um dado produto.

Para o estudo de caso referente a este trabalho de dissertação, é necessário conhecer os custos reais do processo de usinagem, bem como os custos indiretos, as despesas administrativas, as receitas do pedido e dos processos para dado pedido.

MODELOS PARA DETERMINAÇÃO DE VELOCIDADE DE CORTE

3.1 - INTRODUÇÃO

Muitos estudiosos procuraram desenvolver pesquisas dentro da área de economia de usinagem, entre os quais podem citar **WU, ERMER (1966), FERRARESI (1970), NOVASKI (1983,1989) e CARVALHO (1991)**. Tais pesquisas referem-se às condições ótimas de usinagem. Este trabalho de dissertação tem como objetivo, a partir das teorias desses autores, descrever a equação que determina a velocidade de máximo lucro no processo mecânico de torneamento para desbaste e acabamento.

Segundo **WU, ERMER (1966)**, a importância de ser capaz de selecionar as condições ótimas de fabricação tem sido reconhecida no campo de usinagem dos metais. O modelo matemático básico que tem sido utilizado nas análises econômicas é o modelo de custo unitário, ou o modelo análogo de tempo unitário, se os custos forem deixados de lado. Em associação com esses modelos dois critérios têm sido utilizados na determinação das condições ótimas de corte - um é mínimo custo e o outro o de máxima produção.

Se a operação é um “gargalo” em uma seqüência de produção, poderia ser necessário operar nas condições de corte para a máxima produção. Contudo, esta não é geralmente a situação normal, e nas condições de corte são usualmente selecionadas do ponto de vista de minimizar custos, sob a suposição que, operando nas condições de mínimo custo tender-se-á a incrementar ganhos no final das contas. Tem sido também reconhecido que entre esse dois critérios, há um limite de condições de corte do qual um ponto ótimo poderá também ser selecionado, mas isto não foi indicado exatamente como estas posições deveriam ser escolhidas. Um critério natural para a seleção dessas condições ótimas de corte é o máximo lucro, o qual é na realidade o maior objetivo da indústria.

3.1.1 - Objetivos do capítulo :

O presente capítulo tem como objetivo a revisão bibliográfica da modelagem para se determinar a velocidade de corte de máximo lucro. Procura mostrar, ainda, a dependência da velocidade de corte de máximo lucro dos parâmetros de tempo, custos e receitas, e avanço da ferramenta.

3.1.2 - Descrição do capítulo :

Sendo este um capítulo destinado à revisão bibliográfica, descrevem-se em seqüência, os conceitos utilizados na modelagem do objeto em estudo. É feita uma introdução, no sentido de informar sobre os autores pesquisados, bem como justificar a importância deste estudo. São abordadas as equações do tempo e custo total no processo de

torneamento, bem como a determinação das velocidades de máxima produção e mínimo custo, a região de máxima eficiência e a respectiva vida da ferramenta para estas velocidades. É descrito ainda o método utilizado para determinar a velocidade de corte de máximo lucro. O estudo em questão baseia-se na modelagem apresentada por NOVASKI (1983,1989) e CARVALHO (1991).

3.2 - TEMPOS DE FABRICAÇÃO

O tempo de fabricação, segundo **PEDRÓS (1955)**, inclui todos os tempos necessários para realizar uma fase de usinagem. Este tempo é dividido em dois grupos gerais :

1º - Tempos-manuais :

Neste tempo incluem-se todos os movimentos necessários ao operador para fazer a operação de corte e a retirada da peça após usinagem, enfim, consta de elementos que dependem da habilidade do operador.

2º - Tempos-máquina :

Neste tempo estão incluídos os movimentos rápidos de aproximação para o início do corte e a saída da ferramenta (pastilha) após o corte, até sua posição inicial, mais o tempo de execução e giro da torre.

3.2.1 - Ciclo de usinagem :

Refere-se aos trabalhos manuais ou máquinas, que possibilitam a execução de uma dada operação de corte. De acordo com **FERRARESI (1970)** e **PALLEROSI (1973)**, um ciclo de usinagem geralmente apresenta as seguintes fases :

- a) - Transporte, posicionamento, fixação da peça em bruto ou em semi-acabada na máquina-ferramenta, e acionamentos dos comandos para a partida da máquina;

- b) - Aproximação e ou posicionamento da ferramenta para o início do corte, mudança da rotação ou avanço;
- c) - Operações de corte da ferramenta;
- d) - Afastamentos e/ou posicionamentos da ferramenta na sua posição inicial;
- e) - Inspeção da peça;
- f) - Inspeção e ajustagem periódica da ferramenta;
- g) - Reposição das pastilhas que não mais satisfazem às condições desejadas de usinagem na peça, (troca de aresta cortante e ajustagem inicial). Nas operações de desbastes, tem-se como delimitante a possibilidade da perda da capacidade de corte ou quebra das ferramentas. Nas operações de acabamento os fatores delimitantes são principalmente as tolerâncias dimensionais e a rugosidade superficial;
- h) - Acionamento dos comandos para a parada da máquina, desfixação, transporte e posicionamento da peça acabada;
- i) - Preparo da máquina-ferramenta para a execução de “Z” peças, o que só ocorre no início da mesma.

3.2.2 - Fases de usinagem :

Correspondem a cada trabalho executado antes, durante e após cada ciclo de usinagem.

3.2.3 - Tempo total de fabricação por peça (t_t) :

A seguir é apresentada a partir de FERRARESI (1970), PALLEROSI (1973) e BARNES (1968), a equação de tempo total de fabricação (t_t) que determina o tempo total por peça para um lote de Z peças :

$$t_t = t_c + t_s + t_a + \frac{t_p}{Z} + t_r \quad (3.1)$$

onde :

t_t : tempo total de fabricação por peça, (min/pç);

t_c : tempo de corte da ferramenta, (min/pç),

corresponde à fase : c);

t_s : tempos secundários de usinagem, (min/pç),

corresponde às fases : a), e), f), h);

t_a : tempo de aproximação e afastamento da ferramenta, (min/pç),

corresponde às fases : b), d);

t_p : tempo de preparação da máquina, (min),

corresponde à fase : i);

t_r : tempo de ajuste e troca de pastilha, (min/pç).

corresponde à fase : g);

Z : tamanho do lote, (pçs).

3.2.4 - Tempo de corte (t_c) :

Define-se como tempo de corte (t_c) de uma operação de usinagem, segundo FERRARESI (1970), o espaço de tempo em que a ferramenta em avanço de usinagem trabalha na remoção de cavacos da peça. Para facilidade de exposição, será feito o estudo do tempo de corte no processo mecânico de torneamento no qual as ferramentas atuam isoladamente, não havendo superposição dos tempos de corte - Fig. 3.1.

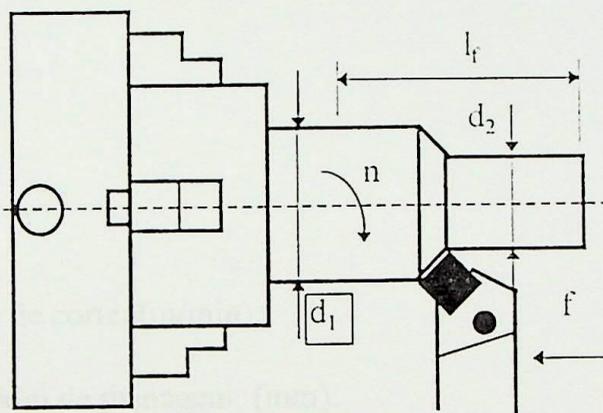


Fig. 3.1 - Torneamento com a ferramenta atuando isoladamente.

Fonte : CARVALHO (1991)

O percurso de avanço (l_f) na Fig. 3.1 correspondente ao tempo de corte (t_c) de uma ferramenta é dado por :

$$t_c = \frac{l_f}{V_f} = \frac{l_f}{f \cdot n} \quad (3.2)$$

onde :

l_f : percurso de avanço (comprimento usinado), (mm);

V_f : velocidade de avanço da ferramenta, (m/min);

f : avanço da ferramenta, (mm/volta);

n : rotação do eixo-árvore, (rpm).

Sendo que :

$$V_c = \frac{\pi * d * n}{1000} \quad (3.3)$$

onde :

V_c : velocidade de corte, (m/min);

d : diâmetro médio de usinagem; (mm).

NOVASKI (1989) define diâmetro médio de usinagem (d) como sendo :

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (3.4)$$

sendo :

d_1 : diâmetro da peça em estado bruto, (mm)

d_2 : diâmetro da peça usinada, (mm).

Logo :

$$t_c = \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c} \quad (3.5)$$

No caso de usinar vários diâmetros com vários parâmetros de avanço, segundo NOVASKI (1989), a expressão do tempo de corte toma a seguinte forma :

$$t_c = \frac{\pi * \sum_{i=1}^n (d_i * l_{fi})}{1000 * f * V_c} \quad (3.6)$$

3.2.5 - Tempos secundários (t_s) :

Os tempos secundários, de acordo com NOVASKI (1983), são analisados através de departamentos de tempos e métodos, visando à economia de movimentos e à diminuição dos tempos envolvidos.

3.2.6 - Tempo de preparação (t_p) :

O tempo de preparação segundo CARVALHO (1991), inclui os tempos preliminares empregados em preparar a máquina para usinagem. Teoricamente, o tempo de preparação para um determinado trabalho é o mesmo, tantas vezes quantas se repita esse

Há de se notar, que a desmontagem da máquinas devido a uma determinada operação de corte está intimamente ligada com a preparação da máquina para a operação seguinte. De acordo com SÉRIO (1988), mediante um planejamento adequado, a sucessão dos trabalhos pode reduzir-se a um mínimo em relação ao tempo de desmontagem com o aproveitamento de determinadas ferramentas, dispositivos, calibres, etc. Para AGOSTINHO (1985), a máquina ferramenta deve possuir também uma boa flexibilidade, para permitir que num tempo mínimo se introduza uma nova peça na produção. As máquinas de comando numérico apresenta uma grande vantagem sobre as demais, com relação a este tipo de comando (convencionais, automáticas), pois com apenas algumas mudanças no programa de comando numérico e correções de ferramentas, introduzem-se itens diversificados com a mesma preparação da máquina (fabricação em células).

Além disso, para FERREIRA (1984) e TELLES (1982) os tempos de preparação da máquina com comando numérico diminuem em cerca de 20 a 70% em relação às máquinas convencionais.

3.2.7 - Tempo de reposição (t_r) :

Tempo de reposição (t_r) é o tempo efetivamente gasto por peça, para a troca e ajuste das arestas cortantes de cada pastilha envolvida na operação de usinagem, que não mais satisfaz às condições de usinagem desejadas. Segundo NOVASKI (1989), a vida em minutos de uma ferramenta pode ser relacionada com o número de peças usinadas por vida através da seguinte expressão :

$$T = Z_T * t_c \quad (3.7)$$

onde :

T : é a vida da ferramenta, (min);

Z_T : é o nº de peças usinadas por vida;

t_c : é o tempo de corte, (min/pç).

O tempo de reposição (t_r) é dado pela seguinte expressão :

$$t_r = \frac{n_t}{Z} * t_{ft} \quad (3.8)$$

onde :

t_{ft} : tempo de troca da aresta cortante, (min);

n_t : nº de trocas de aresta cortante necessárias para usinagem de Z peças.

Um vez que a máquina é preparada com pastilha nova, tem-se:

$$n_t = \frac{Z}{Z_T} - 1 \quad (3.9)$$

logo, substituindo as equações (3.7) e (3.9) na equação (3.8) resulta :

$$t_r = \left(\frac{t_c}{T} - \frac{1}{Z} \right) * t_{ft} \quad (3.10)$$

3.3 - DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DE CORTE DE MÁXIMA PRODUÇÃO (V_{mxp})

A seguir é apresentado o modelo desenvolvido por CARVALHO (1991).

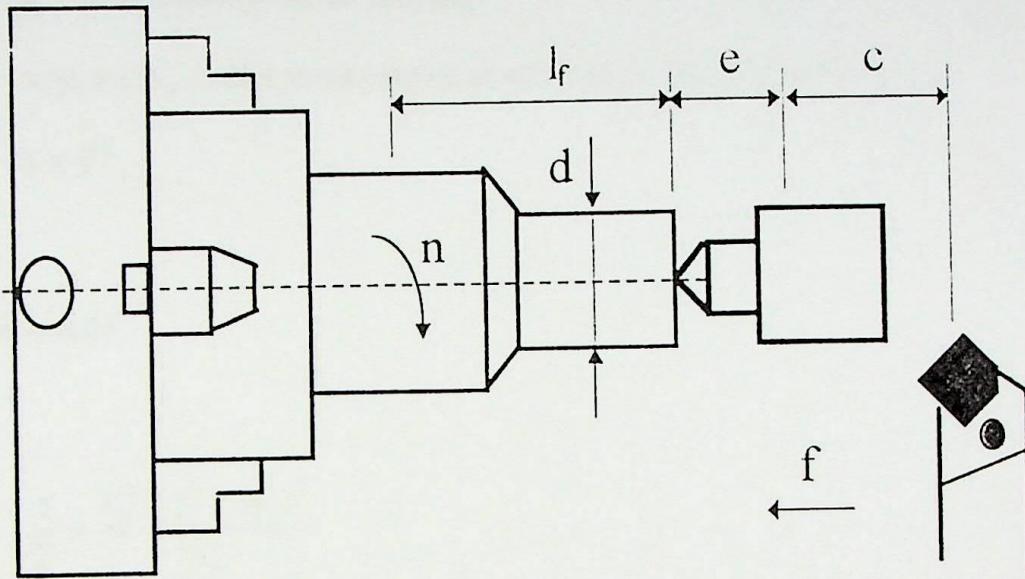


Fig. 3.2 - Processo de usinagem - torneamento.

Fonte : CARVALHO (1991)

3.3.1 - Vida da ferramenta (T) :

Seja a fórmula expandida de Taylor para a vida da ferramenta como sendo :

$$T * V_C^x * f^y * (a_p)^z = K_1 \quad (3.11)$$

onde :

T : Vida da ferramenta, (min)

V_c : Velocidade de corte, (m/min)

f : Avanço da ferramenta, (mm/volta)

a_p : Profundidade de corte, (mm)

x, y, z e K_1 : constantes empíricas da fórmula expandida de Taylor.

$x = y^{-1}$.

Simplificando :

$$\frac{1}{T} = \frac{V_c^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} \quad (3.12)$$

A vida da ferramenta, de acordo com a equação acima, é inversamente proporcional à velocidade, no caso, quando a velocidade é de máxima produção, tem-se a vida mínima da ferramenta.

3.3.2 - Tempo total de fabricação (t_t) :

A equação final que determina o tempo total de fabricação, de acordo com a equação (3.1), é expressa a seguir :

$$t_t = \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c} + t_s + t_a + \frac{t_p}{Z} + \left(\frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c} * \frac{V_c^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} - \frac{1}{Z} \right) * t_f \quad (3.13)$$

sendo que, de acordo com a figura Fig. 1.2 :

$$t_a = \frac{(2 * c + l_f + e)}{V_{rap}} \quad (3.14)$$

onde :

V_{rap} : Velocidade em movimento rápido, (m/min).

3.3.3 - Taxa de Produção (P_r) :

A partir da equação (3.13), define-se como taxa de produção (P_r), a razão inversa do tempo total de fabricação, expressa o número de peças produzidas por minuto.

$$P_r = \frac{1}{t_t} \quad (3.15)$$

3.3.4 - Velocidade de corte de máxima produção (V_{mxp}) :

Sabe-se que a equação do tempo de fabricação é dada em função do avanço e da velocidade

$$t_i = F(f, V_c) \quad (3.16)$$

Logo, de acordo com NOVASKI (1983,1989), a diferencial total do tempo deverá ser em relação ao avanço da ferramenta e à velocidade de corte por peça, pois na equação (3.13), as grandezas profundidades de corte a_p , os expoentes x , y , z e a constante K_1 são consideradas constantes na fórmula expandida de Taylor, equação (3.11).

Portanto, a velocidade de corte de máxima produção é determinada quando o tempo de fabricação por peça for o mínimo, ou seja, quando a equação a seguir for verdadeira :

$$d t_i = \frac{\partial t_i}{\partial f} df + \frac{\partial t_i}{\partial V_c} dV_c = 0 \quad (3.17)$$

Isto implica em que $\frac{\partial t_i}{\partial f}$ e $\frac{\partial t_i}{\partial V_c}$ se tornem nulos. A velocidade de corte de

máxima produção (V_{mxp}) será então a raiz da equação $\frac{\partial t_i}{\partial f} = 0$ ou $\frac{\partial t_i}{\partial V_c} = 0$.

Utilizando a segunda equação tem-se a derivada do tempo em função da velocidade

:

$$\frac{\partial t_i}{\partial V_c} = \frac{\partial t_c}{\partial V_c} + \frac{\partial t_s}{\partial V_c} + \frac{\partial t_a}{\partial V_c} + \frac{\partial \left(\frac{t_p}{Z} \right)}{\partial V_c} + \frac{\partial t_r}{\partial V_c} = 0 \quad (3.18)$$

Da equação (3.16) tem-se :

$$\frac{\partial t_s}{\partial V_c} = 0, \text{ e } \frac{\partial \left(\frac{t_p}{Z} \right)}{\partial V_c} = 0 \text{ pois independem da velocidade de corte;} \quad (3.19)$$

$$\frac{\partial t_c}{\partial V_c} = - \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c^2} \quad (3.20)$$

$$\frac{\partial t_a}{\partial V_c} = 0 \quad (3.21)$$

$$\frac{\partial t_r}{\partial V_c} = (x-1) * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c^2} * \frac{V_c^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} * t_{\beta} \quad (3.22)$$

Substituindo as equações (3.19), (3.20), (3.21) e (3.22) na equação (3.18) vem :

$$t_i = - \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c^2} + (x-1) * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c^2} * \frac{V_c^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} * t_{\beta} = 0 \quad (3.23)$$

A partir desta igualdade pode-se determinar a velocidade de corte de máxima produção (V_{mxp}) como segue abaixo

$$V_{mxp} = \sqrt[3]{\left(\frac{1}{(x-1) * t_{\beta}} * \frac{K_1}{f^y * (a_p)^z} \right)} \quad (3.24)$$

Observa-se nesta equação que a velocidade de corte máxima produção (V_{mxp}) depende principalmente das características da ferramenta e é inversamente proporcional ao tempo de troca de ferramenta.

De maneira análoga pode-se derivar a equação (3.13) em relação ao avanço e chega-se à seguinte equação :

$$t_i = -\frac{\pi * d * l_f}{1000 * f^2 * V_c} + (y-1) * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f^2 * V_c} * \frac{V_c^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} * t_f = 0 \quad (3.25)$$

logo a velocidade de máxima produção (V_{mxp}) será dada pela seguinte equação :

$$V_{mxp} = \sqrt[x]{\left(\frac{1}{(y-1) * t_f} * \frac{K_1}{f^y * (a_p)^z} \right)} \quad (3.26)$$

3.3.5 - Vida da ferramenta para velocidade de corte de máxima

produção (T_{mxp}) :

Pode-se ainda determinar para a velocidade de corte de máxima produção a vida da ferramenta como sendo a vida mínima (T_{mxp}) dada em minutos.

Substituindo as equações (3.24) e (3.26) na equação (3.12), determina-se a vida mínima da ferramenta levando-se em conta a derivada do tempo em relação à velocidade de corte e ao avanço, como são mostradas a seguir :

- em relação à velocidade de corte :

$$T_{mxp} = (x - 1) * t_{ft} \quad (3.27)$$

- em relação ao avanço :

$$T_{mxp} = (y - 1) * t_{ft} \quad (3.28)$$

Nota-se nas equações acima, que a vida para a velocidade de máxima produção depende diretamente das características da ferramenta e do tempo de troca das mesmas.

3.3.6 - Razão entre (y-1) e (x-1) da equação expandida de Taylor :

As equações (3.23) e (3.25) de acordo com NOVASKI (1983), não podem ser satisfeitas simultaneamente, de sorte que um único mínimo não ocorre admitindo-se válida a equação expandida de Taylor . Sabe-se que $y < x$, de modo que para um determinado avanço, a velocidade de corte calculada através da equação (3.24) é menor do que a calculada pela equação (3.26). A razão entre as equações (3.24) e (3.26) é dada a seguir :

$$\frac{(V_{mxp})_v}{(V_{mxp})_f} = \frac{(y - 1)}{(x - 1)} \quad (3.29)$$

De acordo com FERRARESI (1987), a razão acima adquire os seguintes valores, conforme a tabela a seguir :

Material da peça	Material da ferramenta	Geometria						Formato da pastilha	V _{c15} m/min	V _B mm	f mm	a _p mm	(y-1)
		γ ₀ ^o	α ^o	λ ₀ ^o	κ ₀ ^o	ε ₀ ^o	ρ ₀ ^o						(x-1)
ABNT	P10	6	5	0	60	60	0,8	TPUN160308	306	0,40	0,2	2,0	0,25
1035	P20	6	5	0	60	60	0,8	TPUN160308	245	0,50	0,3	2,5	0,22
Revenido	P30	6	5	0	60	60	0,8	TPUN160308	196	0,5	0,4	3,0	0,22
	Aço Rápido (12-1-4+5)	14	7	4	60	90	1,0	-	52	0,50	0,4	3,0	0,28
ABNT 1045	P20	6	5	0	60	60	0,8	TPUN160308	186	0,33	0,3	2,5	0,19
Estado bruto de	P30	6	5	0	60	60	0,8	TPUN160308	163	0,20	0,3	2,5	0,20
Laminação	Aço Rápido (10% Co)	14	7	4	60	90	1,0	-	84	0,60	0,2	2,0	-
	Aço Rápido (10% Co)	14	7	4	60	90	1,0	-	63	0,40	0,2	2,0	-
ABNT	P20	6	5	0	60	60	0,8	TPUN160308	189	0,24	0,3	2,5	0,28
8640	P30	6	5	0	60	60	0,8	TPUN160308	175	0,28	0,3	2,5	0,19
Beneficiado	Aço Rápido (10% Co)	14	7	4	60	90	1,0	-	82	0,60	0,2	2,0	-
	Aço Rápido (10% Co)	14	7	4	60	90	1,0	-	64	0,40	0,2	2,0	-

Tab. 3.1 - Razão entre (y-1) e (x-1) da equação expandida de Taylor.

Fonte : CARVALHO (1991)

Demonstra-se, de acordo com ARMAREGO; BROW (1969), a partir da equação (3.13) e com o uso das equações (3.23) e (3.25), que o tempo t_{11} é menor que t_{12} , e que t_{12} é menor que t_{13} , ou seja $t_{11} < t_{12} < t_{13}$, portanto, o tempo por peça diminui à medida que o avanço aumenta. Desta forma as condições de usinagem baseadas no mínimo tempo por peça, deve ser calculada através da equação (3.23) baseada na seleção do maior avanço admissível.

A figura Fig. 3.3 mostra a representação gráfica das curvas $\frac{\partial t_i}{\partial f}$ e $\frac{\partial t_i}{\partial V_c}$ para

diferentes avanços:

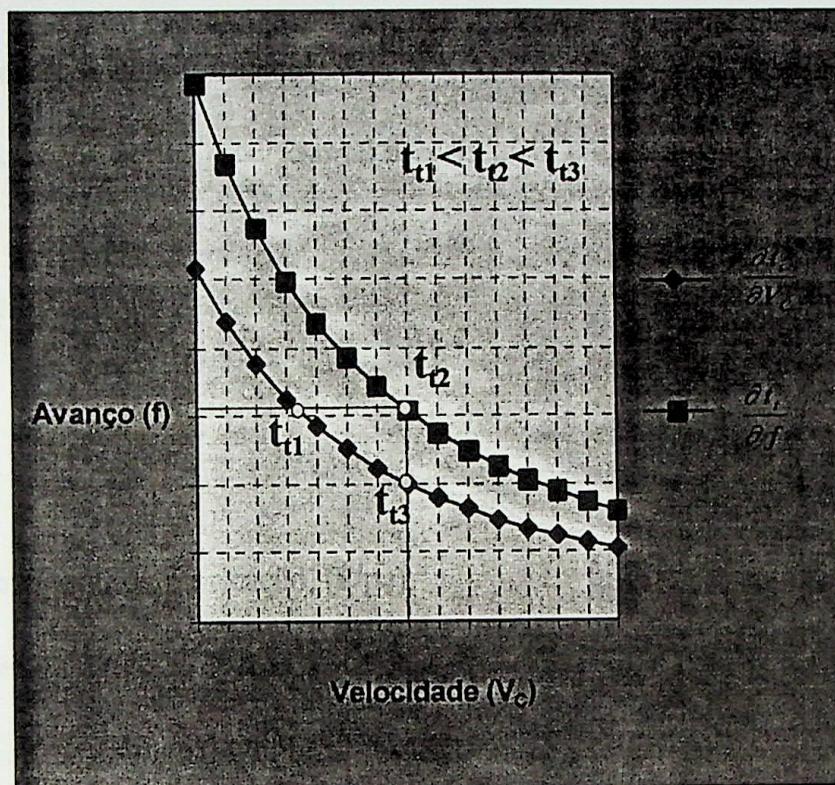


Fig. 3.3 - Representação gráfica das equações (3.23) e (3.25).

Fonte : NOVASKI (1983)

3.4 - CUSTOS DE USINAGEM

Este item segue os modelos desenvolvidos por NOVASKI (1989), e CARVALHO (1991), empregando os custos envolvidos no processo de usinagem para determinar a equação da velocidade de mínimo custo.

A equação que define o custo total de usinagem é dada a seguir :

$$C_t = C_{tc} + C_{ti} + C_{tr} + C_{fe} \quad (3.30)$$

onde :

C_t : Custo total de fabricação, (\$/pç);

C_{tc} : Custo devido ao tempo de corte, (\$/pç);

C_{ti} : Custo devido aos tempos improdutivos, (\$/pç);

C_{tr} : Custo devido ao tempo de reposição da ferramenta, (\$/pç);

C_{fe} : Custo das ferramentas, (\$/pç).

3.4.1 - Custo devido ao tempo de corte (C_{tc}) :

O custo do tempo de corte é dado por :

$$C_{tc} = \frac{(C_m + S_0)}{60} * t_c \quad (3.31)$$

onde :

C_m : é o custo da máquina, (\$/hora);

S_0 : é o custo da mão-de-obra direta (operador) mais encargos sociais, (\$/hora);

t_c : é o tempo de corte, (min/pç).

NOVASKI (1983,1989) e CARVALHO (1991) tratam o custo da máquina como sendo o custo de depreciação da mesma, mais os custos fixos anuais do centro de custo onde ela está localizada.

$$C_m = \frac{1}{H} * \left[\left(V_0^* - \frac{K^* * (V_0^* - V_R)}{n} \right) * i + C_F \right] \quad (3.32)$$

onde :

H : número de horas em atividades da máquina por ano, por turno, (horas);

V_0^* : valor atual da máquina, (\$);

K^* : idade da máquina, (anos);

V_R : valor residual da máquina, (\$);

n : vida prevista para a máquina, (anos);

i : taxa mínima de atratividade para o investimento no equipamento, (%);

C_F : custos fixos anuais do centro de custos onde se localiza a máquina, (\$).

Simplificando a equação (3.31), tem-se :

$$C_{tc} = \frac{C_m + S_0}{60} * t_c = \frac{C_2}{60} * t_c \quad (3.33)$$

onde :

C_2 : Custos relativos ao tempo de corte, (\$/h).

3.4.2 - Custo dos tempos improdutivos (C_{ti}) :

O custo dos tempos improdutivos é dado por :

$$C_{ti} = \frac{C_2}{60} * t_i \quad (3.34)$$

onde :

$$t_i = t_s + t_a + \frac{t_p}{Z} \quad (3.35)$$

sendo :

t_i : tempos improdutivos, (min)

3.4.3 - Custo devido ao tempo de reposição da ferramenta (C_{tr}) :

Este custo é dado por :

$$C_{tr} = \frac{C_2}{60} * \left(\frac{1}{Z_T} - \frac{1}{Z} \right) * t_{ft} = \frac{C_2}{60} * \left(\frac{t_C}{T} - \frac{1}{Z} \right) * t_{ft} \quad (3.36)$$

onde :

Z_T : é o nº de peças usinadas por vida, (pçs/vida);

Z : é o nº de peças a serem usinadas, (pçs);

t_{ft} : é o tempo de troca da aresta cortante, (min).

3.4.4 - Custo da ferramenta por vida (C_{ft}) :

O custo da ferramenta por vida, segundo NOVASKI (1989), corresponde ao custo do conjunto intercambiável do porta-pastilha com a pastilha e é fornecido pela seguinte equação :

$$C_{ft} = \left(\frac{V_{of}}{n_{ft}} + \frac{C_p}{n_p} \right) \quad (3.37)$$

onde :

C_{ft} : custo da ferramenta por vida, (\$/vida);

V_{of} : valor atual do porta-pastilha, (\$);

n_{ft} : vida média do porta-pastilha expresso em quantidade de arestas cortantes;

C_p : custo atual da pastilha, (\$);

n_p : número de aresta cortante (vidas) da pastilha.

Segundo FERRARESI (1977), o custo da ferramenta por vida C_{ft} para ferramentas soldadas é dada pela seguinte equação :

$$C_{ft} = \frac{V_{of}}{n_{ft}} + \frac{C_p}{n_p} + C_{af} * \frac{n_{af}}{n_p} \quad (3.38)$$

onde :

C_{af} : Custo de afiação, (\$);

n_{af} : Número de afiação da ferramenta efetuadas.

3.4.5 - Custo da ferramenta por peça (C_{fe}) :

O custo das ferramentas, que compreende o porta-pastilha e as pastilhas intercambiáveis, expresso em unidades monetárias por peça, é dado pela seguinte equação :

$$C_{fe} = \frac{C_{ft}}{Z_T} = \frac{t_c}{T} * C_{ft} \quad (3.39)$$

sendo :

C_{fe} : custo da ferramenta por peça, (\$/pç);

C_{ff} : custo da ferramenta por vida, (\$/vida);

Z_T : é o nº de peças usinadas por vida, (pçs/vida).

3.4.6 - Custo total de usinagem por peça (C_t) :

A equação final do custo total de usinagem expresso em (\$/pç) é dada a seguir :

$$\begin{aligned}
 C_t = & \frac{C_2}{60} * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_C} + \frac{C_2}{60} * \left(t_a + t_s + \frac{t_p}{Z} \right) + \\
 & + \frac{C_2}{60} * \left(\frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_C} * \frac{V_C^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} - \frac{1}{Z} \right) * t_{fl} + \\
 & + \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_C} * \frac{V_C^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} * C_{ff}
 \end{aligned} \tag{3.40}$$

O termo (t_{fl}) é dado pela equação (3.14).

3.4.7 - Velocidade de corte de mínimo custo (V_0) :

O custo total por peça é dado, da mesma forma que o tempo total de fabricação, em função do avanço e da velocidade de corte, de acordo com a seguinte equação :

$$C_t = F(f, V_C) \tag{3.41}$$

A velocidade de mínimo custo é determinada pela minimização da equação (3.40)

da seguinte forma

$$dC_t = \frac{\partial C_t}{\partial f} df + \frac{\partial C_t}{\partial V_c} dV_c = 0 \quad (3.42)$$

Isto implica que $\frac{\partial C_t}{\partial f}$ e $\frac{\partial C_t}{\partial V_c}$ se tornem nulos. A velocidade de corte de mínimo

custo (V_0) será então a raiz da equação $\frac{\partial C_t}{\partial f} = 0$ ou $\frac{\partial C_t}{\partial V_c} = 0$.

Utilizando a segunda equação tem-se a derivada do tempo em função da velocidade:

$$\frac{\partial C_t}{\partial V_c} = \frac{\partial C_{tc}}{\partial V_c} + \frac{\partial C_{ii}}{\partial V_c} + \frac{\partial C_{tr}}{\partial V_c} + \frac{\partial C_{fe}}{\partial V_c} = 0 \quad (3.43)$$

Da equação (3.43) tem-se:

$$\frac{\partial C_{tc}}{\partial V_c} = -\frac{C_2}{60} * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c^2} \quad (3.44)$$

$$\frac{\partial C_{ii}}{\partial V_c} = 0 \quad (3.45)$$

$$\frac{\partial C_{tr}}{\partial V_c} = \frac{C_2}{60} * (x-1) * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c^2} * \frac{V_c^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} * t_{fl} \quad (3.46)$$

$$\frac{\partial C_{fe}}{\partial V_c} = (x-1) * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c^2} * \frac{V_c^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} * C_{fl} \quad (3.47)$$

Substituindo as equações (3.44), (3.45), (3.46), e (3.47) na equação (3.43), vem :

$$\begin{aligned} C'_t = & -\frac{C_2}{60} * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c^2} + \\ & + \frac{C_2}{60} * (x-1) * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c^2} * \frac{V_c^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} * t_{fl} + \\ & + (x-1) * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f * V_c^2} * \frac{V_c^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} * C_{fl} = 0 \end{aligned} \quad (3.48)$$

A partir desta igualdade pode-se determinar a velocidade de corte de mínimo custo (V_0) como segue abaixo

$$V_0 = \sqrt[3]{\left(\frac{1}{(x-1)} * \frac{C_2}{(C_2 * t_{fl} + 60 * C_{fl})} * \frac{K_1}{f^y * (a_p)^z} \right)} \quad (3.49)$$

De maneira análoga, pode-se derivar a equação (3.40) em relação ao avanço, e chega-se à seguinte equação :

$$\begin{aligned}
C'_t = & -\frac{C_2}{60} * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f^2 * V_c} + \\
& + \frac{C_2}{60} * (y-1) * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f^2 * V_c} * \frac{V_c^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} * t_{fl} + \\
& + (y-1) * \frac{\pi * d * l_f}{1000 * f^2 * V_c} * \frac{V_c^x * f^y * (a_p)^z}{K_1} * C_{fl} = 0
\end{aligned} \tag{3.50}$$

logo, a velocidade de mínimo custo (V_0) será dada pela seguinte equação :

$$V_0 = \sqrt[3]{\left(\frac{1}{(y-1)} * \frac{C_2}{(C_2 * t_{fl} + 60 * C_{fl})} * \frac{K_1}{f^y * (a_p)^z} \right)} \tag{3.51}$$

3.4.8 - Vida da ferramenta para velocidade de corte de mínimo

custo (T_0) :

Pode-se ainda determinar para a velocidade de corte de mínimo custo, a vida da ferramenta do mesmo modo que no item 3.3.5, como sendo a vida máxima (T_0) dada em minutos.

Substituindo as equações (3.49) e (3.51) na equação (3.12), determina-se a vida mínima da ferramenta, levando-se em conta a derivada do tempo em relação à velocidade de corte e ao avanço, como são mostradas a seguir :

- em relação à velocidade de corte :

$$T_0 = (x - 1) * \left(t_f + \frac{60 * C_{ff}}{C_2} \right) \quad (3.52)$$

- em relação ao avanço :

$$T_0 = (y - 1) * \left(t_f + \frac{60 * C_{ff}}{C_2} \right) \quad (3.53)$$

Nota-se nas equações acima que a vida para a velocidade de máxima produção, depende diretamente das características da ferramenta e do tempo de troca das mesmas.

3.4.9 - Razão entre (y-1) e (x-1) da equação expandida de Taylor :

Fazendo-se as mesmas considerações que foram feitas no item 3.3.6, para a velocidade de corte de mínimo custo, de acordo com ARMAREGO; BROW (1969), as condições de usinagem, baseadas no mínimo custo por peça, devem ser calculadas através da equação (3.48) com a seleção do maior avanço admissível.

A figura Fig. 3.4 mostra a representação gráfica das curvas $\frac{\partial C_t}{\partial f}$ e $\frac{\partial C_t}{\partial V_c}$, para

diferentes avanços :

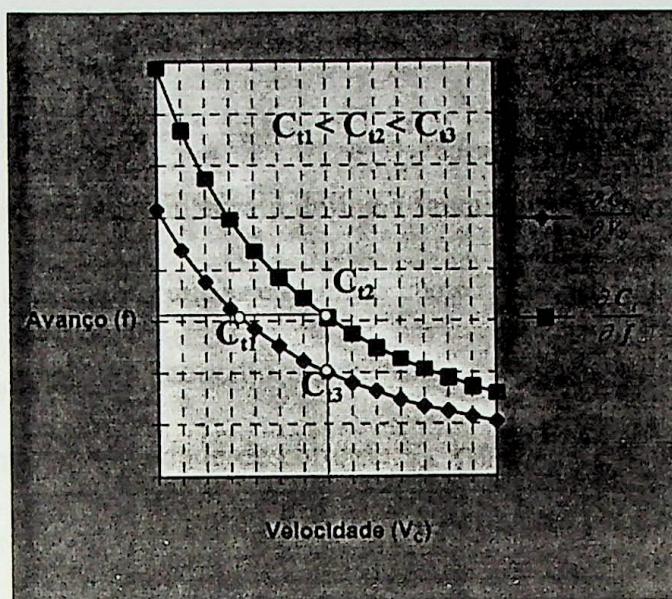


Fig. 3.4 - Representação gráfica das equações (3.48) e (3.50).

Fonte : NOVASKI (1983)

Demonstra-se, a partir da equação (3.40) e com uso das equações (3.48) e (3.50), que o custo C_{11} é menor que C_{12} , e que C_{12} , por sua vez, é menor que C_{13} , ou seja, $C_{11} < C_{12} < C_{13}$; portanto, o custo por peça diminui à medida que o avanço aumenta.

3.5 - INTERVALO DE MÁXIMA EFICIÊNCIA

FERRARESI (1970), define intervalo de máxima eficiência : o intervalo compreendido entre as velocidades de mínimo custo (V_0) e máxima produção (V_{mxp}), conforme a figura Fig. 3.5. Este intervalo define a faixa ótima de trabalho dentro da qual se têm as condições de máxima produção e mínimo custo. Para velocidades menores que V_0 e maiores que V_{mxp} tem-se um aumento do custo de produção por peça e uma queda de produção. Aumentando a velocidade de corte de V_0 para V_{mxp} , há um acréscimo do custo de produção e um correspondente aumento de produção.

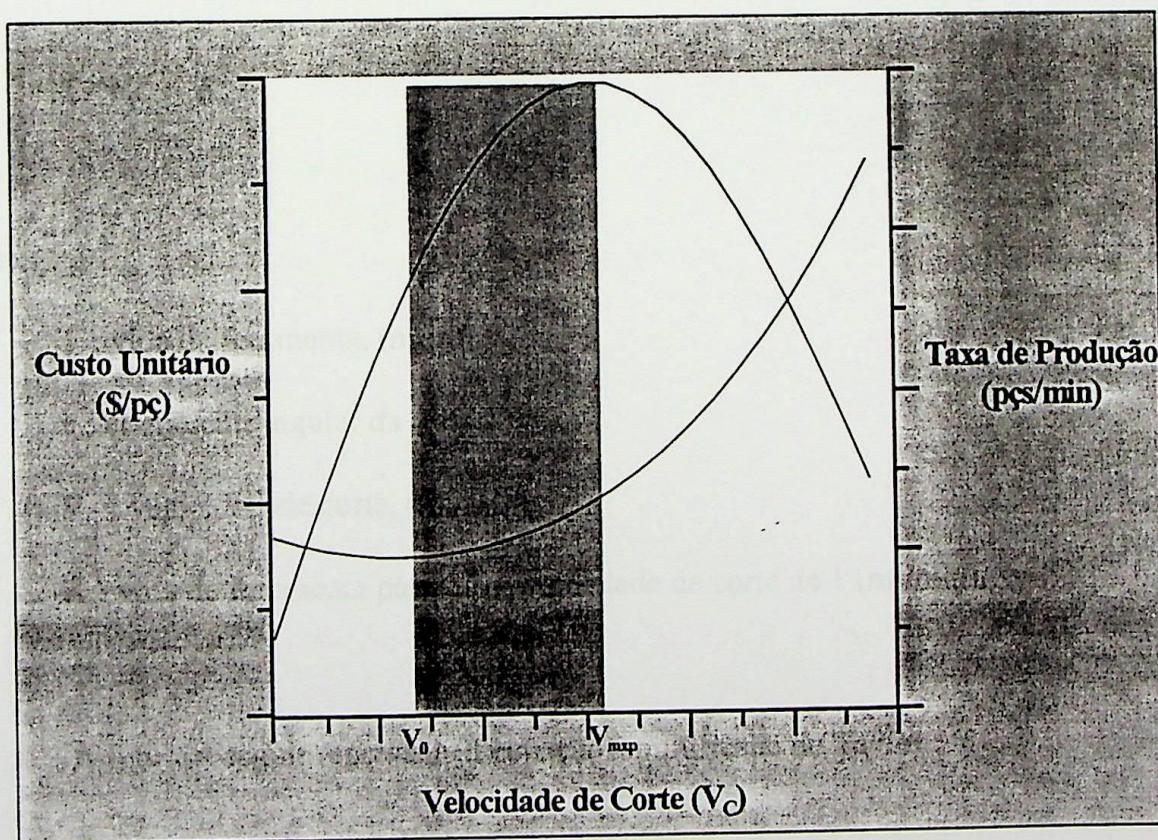


Fig. 3.5 - Intervalo de máxima eficiência.

Fonte : NOVASKI (1983)

3.6 - FÓRMULA SIMPLIFICADA DE TAYLOR DA VIDA DA FERRAMENTA.

3.6.1 - Velocidade de corte e vida da ferramenta para a fórmula simplificada de Taylor ($T \cdot V_C^x = K$):

As equações da velocidade de máxima produção (3.24) e da velocidade de mínimo custo (3.49) podem ser escritas segundo CARVALHO (1991), com o uso da fórmula simplificada de Taylor, que é mostrada a seguir :

$$T \cdot V_C^x = K \quad (3.54)$$

onde :

T : vida da ferramenta, (min);

x : coeficiente angular da reta $x = -k$;

V_C : velocidade de corte, (m/min);

K : vida da ferramenta para uma velocidade de corte de 1 (m/min).

A figura a seguir representa a equação simplificada de Taylor :

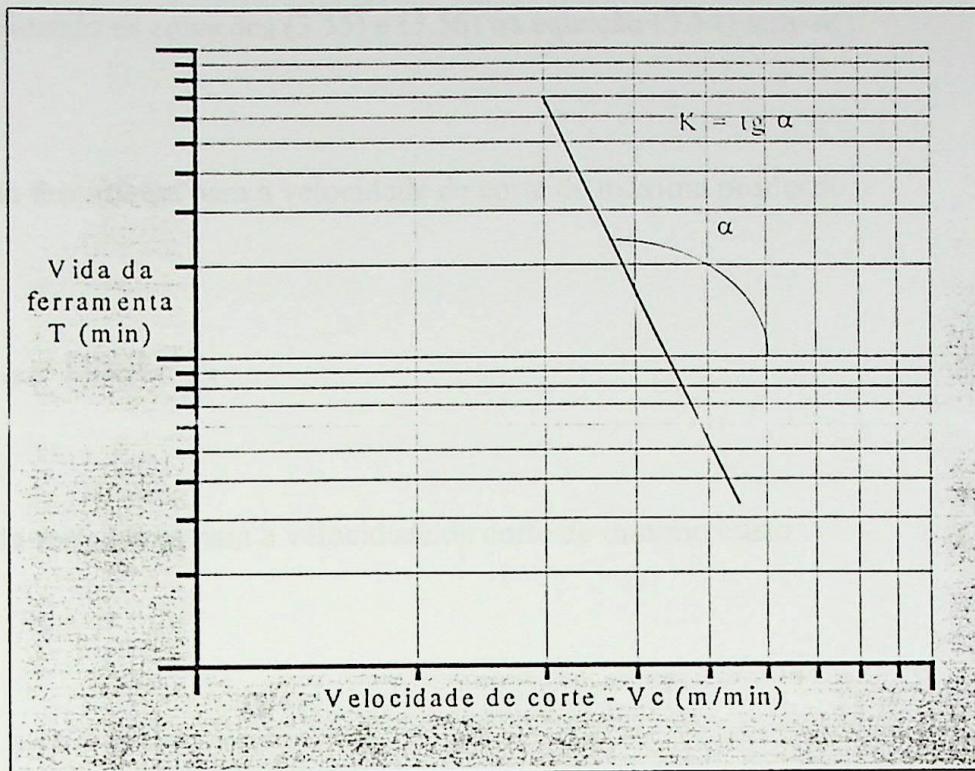


Fig. 3.6 - Representação da vida da ferramenta, segundo o modelo simplificado de Taylor. Fonte : NOVASKI (1983)

- logo, a velocidade de corte de máxima produção será :

$$V_{mxp} = \sqrt[x]{\left(\frac{1}{(x-1) * t_{fl}} * K\right)} \quad (3.55)$$

- a velocidade de corte de mínimo custo passa a ser :

$$V_0 = \sqrt[x]{\left(\frac{C_2}{(C_2 * t_{fl} + 60 * C_{fl})} * K\right)} \quad (3.56)$$

Aplicando as equações (3.55) e (3.56) na equação (3.54) tem-se :

- a vida da ferramenta para a velocidade de corte de máxima produção :

$$T_{mvp} = (x - 1) * t_{ft} \quad (3.57)$$

- a vida da ferramenta para a velocidade de corte de mínimo custo :

$$T_0 = (x - 1) * \left(t_{ft} + \frac{60 * C_{ft}}{C_2} \right) \quad (3.58)$$

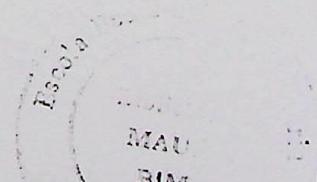
3.6.2 - Velocidade de corte e vida da ferramenta para a fórmula simplificada de Taylor ($T^y * V_c = C$) :

A equação (3.54) pode ser escrita de outra forma, (principalmente quando o valor de K for muito alto, pois este perde o sentido físico desta grandeza), então :

$$T^y * V_c = C \quad (3.59)$$

sendo :

$$y = \frac{1}{x} \quad (3.60)$$



$$C = K^y \quad (3.61)$$

onde :

C : velocidade de corte para a vida da ferramenta que é igual a 1 (min).

Da mesma forma, as equações da velocidade de corte de máxima produção (3.24) e da velocidade de corte de mínimo custo (3.49) podem ser escritas com o uso das equações (3.59), (3.60) e (3.61).

- logo, a velocidade de corte de máxima produção será :

$$V_{mxp} = C * \frac{1}{y} \sqrt{\left(\frac{y}{(1-y) * t_f} \right)} \quad (3.62)$$

- a velocidade de corte de mínimo custo passa a ser :

$$V_0 = C * \frac{1}{y} \sqrt{\left(\frac{y}{(1-y)} * \frac{C_2}{(C_2 * t_f + 60 * C_{ff})} \right)} \quad (3.63)$$

Aplicando as equações (3.62) e (3.63) na equação (3.59) tem-se :

- a vida da ferramenta para a velocidade de corte de máxima produção :

$$T_{mxp} = \frac{y}{(1-y) * t_{fl}} \quad (3.64)$$

- a vida da ferramenta para a velocidade de corte de mínimo custo :

$$T_0 = \frac{y}{(1-y)} * \frac{1}{\left(t_{fl} + \frac{60 * C_{fl}}{C_2} \right)} \quad (3.65)$$

3.7 - TIPOS DE ESTRUTURAS DE MERCADO

Uma das classificações mais simples das estruturas concorrenciais, segundo ROSSETTI (1978) é a de Stackelberg, conforme a tabela ilustrada abaixo.

Oferta Procura	Um só Vendedor	Pequeno N ^o de Vendedores	Grande N ^o de Vendedores
Um só Comprador	Monopólio bilateral	Quase Monopsônio	Monopsônio
Pequeno N ^o de Compradores	Quase Monopólio	Oligopólio bilateral	Oligopsônio
Grande N ^o de Compradores	Monopólio	Oligopólio	Concorrência Perfeita

Tab. 3.2 - Principais estruturas de mercado - uma síntese de classificação de Stackelberg. Fonte : CARVALHO (1991)

Neste trabalho, limitar-se-á ao estudo da estrutura de mercado de concorrência perfeita.

3.7.1 - Concorrência Perfeita :

Considerando-se unicamente o número de compradores e vendedores, a concorrência perfeita seria caracterizada por um grande número de participantes, nos dois lados considerados.

Uma estrutura de mercado sob concorrência perfeita deve preencher as seguintes condições :

- um número elevado de empresas produtoras e de compradores, agindo independentemente, de tal forma que, pela pequena importância de cada um, nenhum possa reunir condições efetivas ou poder suficiente para modificar os padrões e os níveis da oferta e procura, e conseqüentemente o preço de equilíbrio prevalecente;

- Inexistência de quaisquer diferenças entre os produtos ofertados pelas distintas empresas aos consumidores;

- fácil acesso de novas empresas ao mercado, sendo igualmente fácil e socialmente inconseqüente o abandono do mercado por parte de qualquer uma das empresas que dele já participem;

- devido à padronização dos produtos e ainda ao grande número de vendedores e compradores, não há qualquer possibilidade de que atitudes ou manobras isoladas possam alterar as condições vigentes, aliás, do ponto de vista de uma empresa isolada, são ineficazes quaisquer tentativas de diferenciação ou concorrência extra-preço.

3.7.2 - A curva da procura para uma empresa perfeitamente

competitiva :

Devido às condições que regem a concorrência perfeita, de acordo com ROSSETI (1978), a empresa não tem condições de exercer, nessa estrutura de mercado, quaisquer formas de controle sobre os preços vigentes. A empresa perfeitamente competitiva subordina-se aos preços resultantes do livre jogo das forças do mercado - determinados pela intenção de um grande número de compradores e vendedores, que atuam

independentemente e sem poderes individuais para promover quaisquer tipos de manobra que implique a alteração das condições estabelecidas.

Na figura Fig. 3.7 está representada esta situação especial. O gráfico (a) reproduz as condições vigentes no mercado. As curvas **PP** e **OO** referem-se, respectivamente, à procura e à oferta no mercado considerado como um todo. O preço de equilíbrio, resultante dos livres movimentos que então se estabelecem, é dado pela interseção das duas curvas, no ponto { **E** }, situando-se no nível P_0 . Este é o preço ao qual todas as empresas deverão necessariamente subordinar-se. Assim, do ponto de vista de cada uma das empresas participantes de um mercado perfeitamente competitivo, a curva da procura assume uma forma horizontal perfeitamente elástica, situando-se exatamente ao nível do preço do mercado. O gráfico (b) evidencia essa situação. Ao preço P_0 , qualquer quantidade que a empresa colocar no mercado será absorvida. Não há interesse em operar abaixo desse nível. E não há possibilidade de praticar preços superiores.

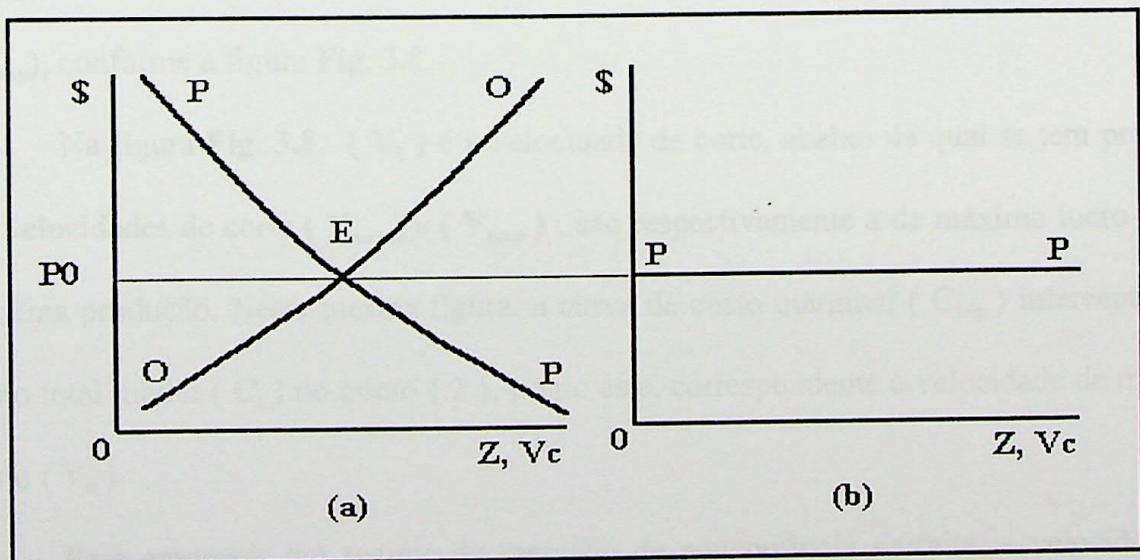


Fig. 3.7 - Curvas de oferta e procura para o mercado de concorrência perfeita.
Fonte : CARVALHO (1991)

3.8 - VELOCIDADE DE MÁXIMO LUCRO (V_{mxl})

3.8.1 Considerações teóricas :

A determinação da velocidade de máximo lucro, segundo NOVASKI (1989), nos processos produtivos é de extrema complexidade, pelo fato de sua dependência, tanto dos tempos improdutivo, como da receita por peça (R_t), e também do custo por peça (C_t). Para se tornar possível estabelecer a equação que permite obtê-la de maneira iterativa, CARVALHO (1991) recorreu à teoria micro-econômica apresentada por ROSSETI (1978). À luz desta teoria, verifica-se que esta velocidade se dá, quando a receita marginal (R_{Mg}) iguala-se ao custo marginal (C_{Mg}). Para empresa em regime de mercado de concorrência perfeita, a receita por peça (R_t) é uma reta paralela ao eixo da abcissa, cortando as curvas de custo total médio (C_t) nos pontos { 1 } e { 4 }, e custo marginal (C_{Mg}) no ponto { 3 }; pontos estes correspondentes às velocidades de corte (V_1), (V_{mxl}) e (V_{mxp}), conforme a figura Fig. 3.8.

Na figura Fig. 3.8, (V_1) é a velocidade de corte, abaixo da qual se tem prejuízo. As velocidades de corte (V_{mxl}) e (V_{mxp}), são respectivamente a de máximo lucro e a de máxima produção. Nesta mesma figura, a curva de custo marginal (C_{Mg}) intercepta a de custo total médio (C_t) no ponto { 2 }, ponto este, correspondente à velocidade de mínimo custo (V_0).

Para empresas em regime de mercado de concorrência perfeita, a velocidade de máximo lucro (V_{mxl}) situa-se no intervalo entre as velocidades de corte (V_0) e (V_{mxp}), de acordo com a figura Fig. 3.8.

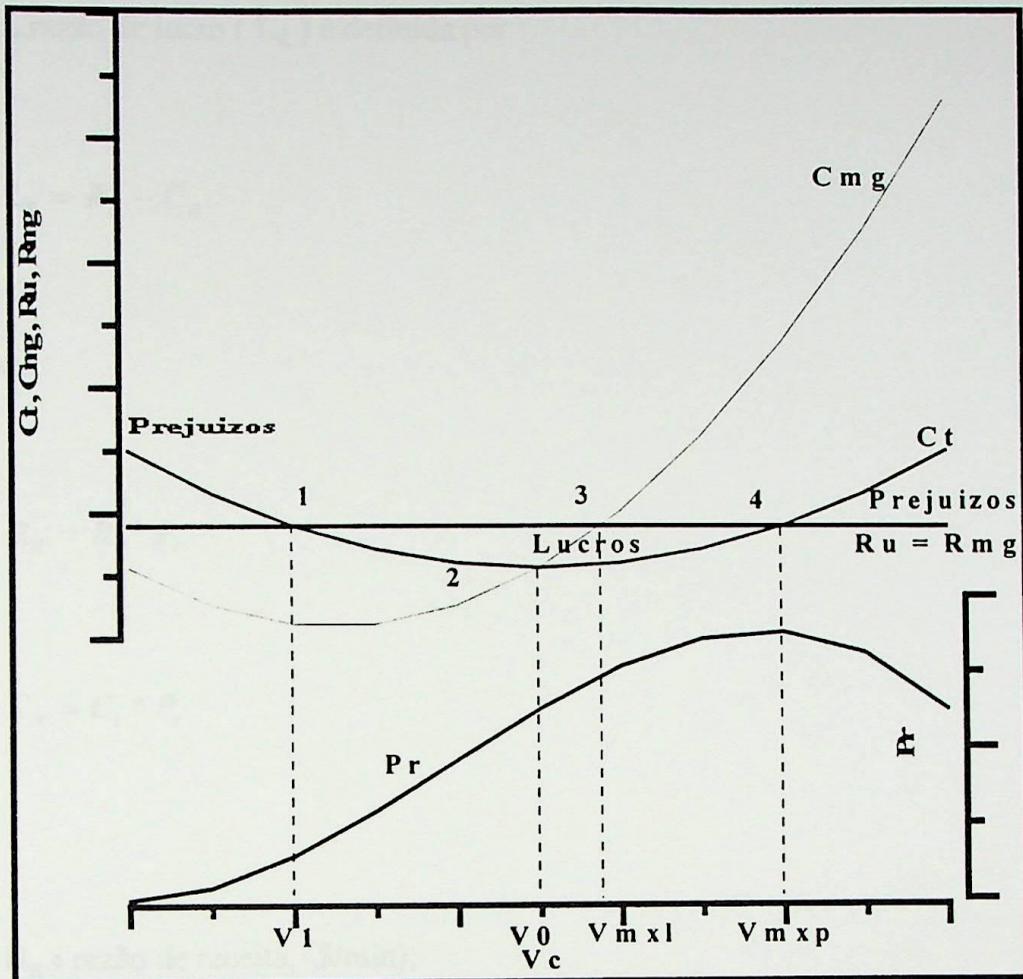


Fig. 3.8 - Curvas de Custo total (C_t), Custo marginal (C_{mg}), Receita unitária (R_u), Receita marginal (R_{mg}) e Razão de Produção (P_r). Fonte : CARVALHO (1991)

3.8.2 - A condição de máxima razão de lucro :

A condição de máxima razão de lucro, segundo CARVALHO (1991), ocorre quando a receita marginal iguala-se ao custo marginal, ou seja, quando a derivada primeira da razão de lucro em relação ao número de peças produzidas num determinado período for igual a zero.

A razão de lucro (L_R) é definida por :

$$L_R = R_R - C_R \quad (3.66)$$

seja ainda :

$$R_R = R_t * P_r \quad (3.67)$$

$$C_R = C_t * P_r \quad (3.68)$$

onde :

R_R : razão de receita, (\$/min);

C_R : razão de custos, (\$/min);

R_t : receita total média, (\$/pç);

C_t : custo total de usinagem, (\$/pç);

P_r : taxa de produção, (pçs/min).

Logo a equação da razão de lucro é dada a seguir :

$$L_R = \frac{R_t - C_t}{t_t} \quad (3.69)$$

Sabe-se que (C_t) e (t_t), ambos são em função da velocidade de corte e do avanço, e que a receita total é constante. Logo, derivando a equação (3.69) em relação à velocidade

de corte e igualando a zero, determina-se a velocidade de máxima razão de lucro, resultando na equação a seguir :

$$\frac{\partial L_R}{\partial V_C} = \frac{\frac{\partial(R_t - C_t)}{\partial V_C} * t_t - (R_t - C_t) * \frac{\partial t_t}{\partial V_C}}{(t_t)^2} = 0 \quad (3.70)$$

A equação (3.70) pode resultar a seguinte expressão :

$$(R_t - C_t)' * t_t - (R_t - C_t) * t_t' = 0 \quad (3.71)$$

Sendo a receita total média constante, uma vez que expressa o valor unitária da peça, a sua derivada é zero.

Os termos (t_t) , (t_t') , (C_t) e (C_t') representam respectivamente as equações (3.13), (3.23), (3.40) e (3.48) e quando aplicadas na equação (3.71), a raiz desta é a velocidade de máximo lucro (V_{mxl}) . Uma vez substituídos os termos na equação (3.71), torna-se esta de difícil solução analítica, sendo necessário a utilização de recursos iterativos para se determinar a velocidade de corte de máximo lucro.

Para NOVASKI (1989), embora o critério de máxima razão de lucro seja o mais preciso do ponto de vista teórico, a sua determinação é bastante trabalhosa, uma vez que a avaliação da proporção do preço de venda da peça deve ser rateada para cada operação de usinagem é complexa. Para isto, haveria necessidade de um detalhamento de custo minucioso. Além disso, a velocidade de corte onde se situa a máxima razão de lucro,

localiza-se entre a velocidade de mínimo custo e de máxima produção. Portanto, é completamente admissível trabalhar-se dentro deste intervalo, uma vez que tanto para a velocidade de máxima produção quanto para a velocidade de mínimo custo, a razão de lucro é zero. Para o caso de empresas que fazem serviço de terceiros, pode-se aplicar com maior facilidade o critério de máxima razão de lucro.

Conforme já mencionado no item 3.5, o intervalo entre as velocidades de mínimo custo e máxima produção, é denominado de intervalo de máxima eficiência, **Fig. 3.5**.

3.8.3 - Expressão para obter a velocidade de máximo lucro (V_{mxl}) para empresas em regime de mercado de concorrência perfeita :

Segundo **CARVALHO (1991)**, a receita por peça (R_t), é uma reta paralela ao eixo da abcissa (**Fig. 3.8**) de equação :

$$R_t = (C_t)_{V_{mxp}} \quad (3.72)$$

onde :

$(C_t)_{V_{mxp}}$: é o valor do custo total médio para a velocidade de máxima produção, ($\$/pc$).

Aplicando a equação (3.72) na expressão (3.71), na condição de R_t sendo constante e sua derivada $R_t' = 0$, resulta na seguinte equação :



$$-C_t' * t_t - \left((C_t)_{V_{\max}} - C_t \right) * t_t' = 0 \quad (3.73)$$

A equação acima, segundo CARVALHO (1991), permite obter de maneira iterativa a velocidade de máximo lucro (V_{\max}) para empresas em regime de mercado de concorrência perfeita.

Uma outra maneira de obter a expressão da velocidade de máximo lucro (V_{\max}) em regime de mercado de concorrência perfeita é através da igualdade entre a receita marginal (R_{Mg}) e o custo marginal (C_{Mg}).

$$C_{Mg} = R_{Mg} \quad (3.74)$$

Segundo WU; ERMER (1966), o custo e a receita marginal podem ser expressos da seguintes forma :

- custo marginal :

$$C_{Mg} = (C_R)_i - (C_R)_{i-1} \quad (3.75)$$

- e receita marginal :

$$R_{Mg} = (R_R)_i - (R_R)_{i-1} \quad (3.76)$$

i : variável indexadora.

3.9 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo desenvolvido por CARVALHO (1991) para determinar a velocidade de corte de máximo lucro, segue as abordagens de FERRARESI (1977), no que diz respeito aos custos. Ambos não se preocupam com os custos indiretos, ou seja, segundo FERRARESI (1977), em sua equação de custo, há uma parte considerável do custo indireto de usinagem que depende das condições de trabalho, em especial da velocidade de corte ou avanço, ou seja, do tempo de usinagem. Os demais custos podem ser admitidos constantes em primeira aproximação. Em seu estudo, interessam particularmente os custos que dependem do tempo de usinagem, ou seja os custos da mão-de-obra, da máquina e das ferramentas. CARVALHO (1991) vai um pouco além, preocupando-se com os custos devidos aos tempos improdutivos, de troca de ferramenta e preparação de máquina, mas não aborda os custos indiretos.

Segundo NAKAGAWA (1994) , os custos indiretos de fabricação têm crescido mais do que proporcionalmente em relação aos custos de mão-de-obra direta no novo cenário da manufatura, conforme figura a seguir.

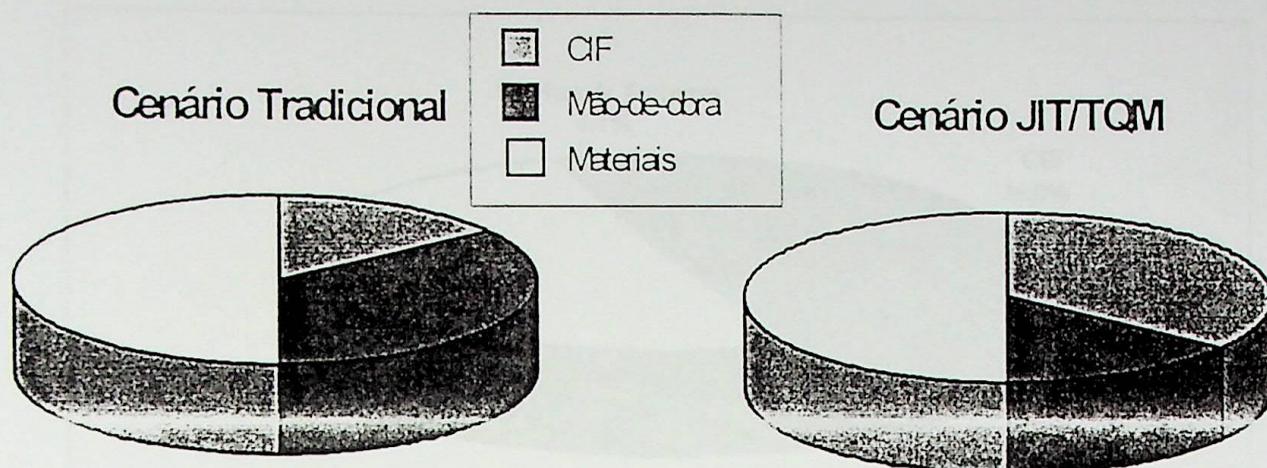


Fig. 3.9 - Crescimento do CIF (Custos Indiretos de Fabricação).

Fonte : NAKAGAWA (1994)

Portanto, é imprescindível que não se deve deixar de lado os custos indiretos de fabricação, ou melhor ainda, é necessário um sistema de custeio que seja capaz de apurar com precisão o valor real dos custos para cada produto, atividade ou serviço desempenhado pela empresa. Atento a esta preocupação, foi feita no capítulo anterior uma abordagem sobre os modelos de sistema de custeio, definindo assim, um modelo que possa ser aplicado na determinação da velocidade de corte de mínimo custo e de máximo lucro para o processo mecânico de usinagem.

Tal preocupação com os custos indiretos de fabricação pode ser analisada no **Quadro 2 - Anexo A**, apresentado por BACIC; COSTA (1995), onde estes representam aproximadamente 36,8 % dos custos e despesa totais em um período, conforme figura a seguir :

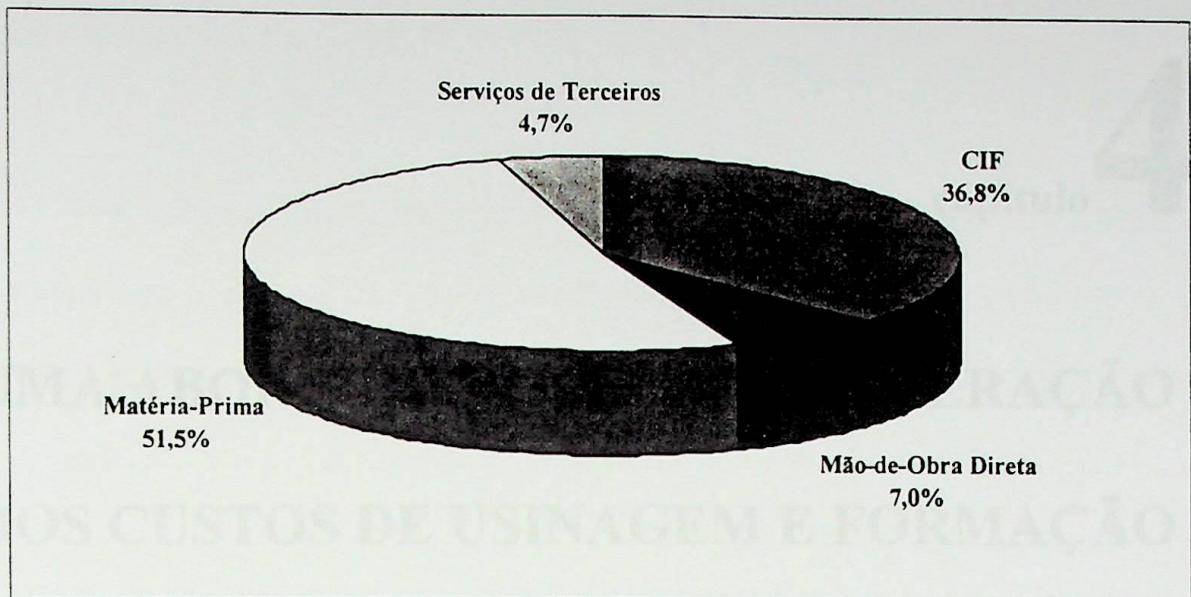


Fig. 3.10 - Participação dos Custos Indiretos de Fabricação (CIF) nos Custos e Despesas Totais em um Período. Fonte : baseada em BACIC; COSTA (1995).

Um outro ponto a ser considerado, é relativo a determinação da receita para o processo de usinagem. Isto será discutido no próximo capítulo, no item 4.5 - Receitas de Produto e de Processos.

UMA ABORDAGEM PARA CONSIDERAÇÃO DOS CUSTOS DE USINAGEM E FORMAÇÃO DE PREÇO

4.1 - INTRODUÇÃO

Os modelos descritos no capítulo anterior, para determinar a velocidade de corte no processo de torneamento mecânico nas condições econômicas de usinagem, não apresentaram um tratamento completo dos custos diretos e indiretos de usinagem.

Quanto ao estudo de receita, apenas CARVALHO (1991) se preocupou com a sua determinação, baseando-se na teoria da microeconomia, conforme visto no Capítulo 3.

Sendo assim, este Capítulo procura relacionar os conceitos definidos nos Capítulos 2 e 3, considerando ainda os problemas da fixação de preço de produtos e principalmente processos, tendo em vista atender o objetivo deste trabalho.

4.1.1 - Objetivos do Capítulo :

Este capítulo procura elaborar uma abordagem para as condições econômicas de usinagem com o objetivo principal de determinar as velocidades de corte do intervalo de máxima eficiência e a velocidade de corte de máximo lucro de acordo com uma proposta de apuração dos custos e determinação da receita no processo mecânico de usinagem.

4.1.2 - Descrição do capítulo :

O item 4.2 - Fixação de Preço, aborda a teoria descrita por **KOTLER (1986)**, relatando as dificuldades das empresas em fixarem preços para seus produtos e os métodos empregados para determinar tais preços.

O princípio marginal é descrito no item 4.3, e mostra a relação que há entre o custo marginal e a receita marginal com o lucro máximo.

Serão definidos ainda o custo e a receita de um processo genérico nos itens 4.4 e 4.5, aplicados às equações no item 4.6 - Métodos de otimização das condições econômicas de usinagem.

4.2 - FIXAÇÃO DE PREÇO

“Todas as empresas que visam ao lucro e muitas que não visam enfrentam a tarefa de determinar o preço de seus produtos ou serviços. Os preços têm diferentes nomes : tarifas, anuidades, mensalidades, aluguéis, avaliações e o simples preço.” (KOTLER (1986)).

A determinação do preço é problemática em quatro situações, de forma geral. É um problema quando :

- a empresa deve determinar o preço pela primeira vez de seu produto/serviço;
- quando as circunstâncias levam a empresa a considerar a possibilidade de uma alteração no preço;
- a concorrência de preço inicia uma mudança de preço;
- a empresa produz diversos produtos que possuem demandas e/ou custos inter-relacionados.

4.2.1 - Determinação do preço na teoria :

O modelo que ora é apresentado na determinação de preço, segue o modelo desenvolvido pelos economistas. De acordo com KOTLER (1986), este modelo possui as propriedades da consistência e da otimização lógica. Seu exame é útil, uma vez que fornece alguns esclarecimentos fundamentais para o problema da determinação de preço e suas próprias limitações ajudam a ressaltar os assuntos complexos envolvidos.

O modelo pressupõe uma empresa maximizadora de lucro que conheça suas funções de demanda e custos em relação ao produto em questão.

A equação a seguir relaciona o preço unitário (P) de dado produto com a quantidade (Q) prevista no período, através da análise estatística da demanda :

$$Q = p - q * P \quad (4.1)$$

onde :

Q : quantidade prevista de vendas, (pçs);

P : preço de venda unitário, (\$/pç);

p, q : constantes positivas.

Essa equação expressa a “lei da demanda que estabelece a que níveis mais elevados de preços menos unidades serão compradas”.

A função custo descreve o custo total esperado (C_T) para quantidades alternativas por período (Q) que podem ser produzidas. Como visto no Capítulo 2, as empresas separam seus custos entre custos fixos totais e os custos variáveis totais. No caso mais simples, a função custo total pode ser descrita pela equação linear :

$$C_T = F + r * Q \quad (4.2)$$

onde :

C_T : custo total, (\$);

F : custo fixo total, (\$);

r : custo variável unitário, (\$/pç);

Q : quantidade produzida, (pçs).

A receita total (R_T) é definida como o preço de venda (P) vezes a quantidade vendida, isto é :

$$R_T = P * Q \quad (4.3)$$

O lucro total (L_T) é definido como a diferença entre a receita total e o custo total, isto é :

$$L_T = R_T - C_T \quad (4.4)$$

Substituindo as equações (4.1), (4.2) e (4.3) na equação (4.4) resulta :

$$L_T = (-F + r * p) + (p - r * q) * P - q * P^2 \quad (4.5)$$

A seguir será elucidado um exemplo numérico para a função demanda e custo :

$$Q = 1.000 - 4 * P$$

$$C_T = 6.000 - 50 * Q$$

Logo a equação do lucro total resulta em :

$$L_T = - 56.000 + 1.200 * P - 4 * P^2$$

O lucro total (L_T) acaba sendo uma função quadrática do preço. Tal função tem a característica de uma parábola, e seu ponto de máximo determina o preço ótimo, ou seja para $P=150$ (\$/pç), $L_T=34000$ (\$); de acordo com a figura a seguir :

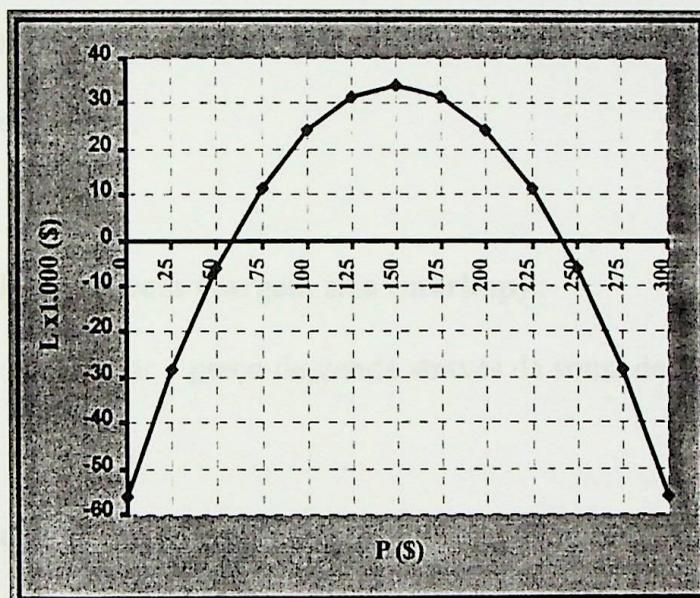


Fig. 4.1 - Função Lucro Total (L). Fonte : KOTLER (1986)

4.2.2 - Determinação do preço na prática :

Para KOTLER (1986), a falha do modelo de determinação de preço dos economistas não é a falta de lógica, mas o excesso de simplificação. Na prática a determinação de preço baseia-se também numa visão limitada do problema, enfatizando

um dos fatores, tais como custo, demanda ou concorrência, e negligenciando outros fatores. Embora, atendam algumas exigências práticas na determinação do preço.

4.2.2.1 - Determinação de preço orientada para os custos :

Empregado em muitas empresas, tal procedimento consiste em determinar o preço de seus produtos baseando-se em seus custos. Tipicamente, todos os custos são incluídos, inclusive com uma alocação geralmente arbitrária de despesas indiretas, feita com base nos níveis operacionais esperados.

- **Fixação de preço com margem fixa (markup) :**

Consiste em determinar o preço de venda através da soma de uma porcentagem fixa ao custo unitário.

A determinação de preço com margem fixa, segundo **KOTLER (1986)** é bastante encontrada no comércio varejista em que o dono acrescenta margens fixas predeterminadas, mas diferentes, a diversos bens de que dispões para venda.

* A popularidade de uma abordagem orientada para o custo na determinação do preço reside nas considerações de simplicidade administrativa, harmonia na concorrência e justiça social.

- **fixação de preços por metas :**

Consiste segundo **KOTLER (1986)** na tentativa de a empresa determinar o preço que lhe proporcionaria uma taxa-alvo de retorno em seus custos totais a certo volume-padrão estimado.

4.2.2.2 - Determinação de preço orientada para demanda :

Tal abordagem apoia-se na intensidade da demanda. Quando ou onde a demanda é intensa o preço do produto é elevado, ao passo que com a diminuição da demanda o preço de tal produto é reduzido, muito embora os custos unitários possam ser os mesmos em ambos os casos.

4.2.2.3 - Determinação de preço orientada para a concorrência :

É quando uma empresa, segundo KOTLER (1986), fixa seus preços, principalmente baseados no que seus concorrentes estão cobrando, procurando manter seus preços a um certo percentual abaixo ou acima da concorrência. Tal empresa que utiliza desta abordagem, não se preocupa em manter uma relação rígida entre seus preços e seus próprios custos ou demanda.

- **Fixação de preço pela taxa média :**

É o tipo mais comum de fixação de preço orientado para a concorrência, em que a empresa tenta manter seu preço num nível médio cobrado pelo ramo.

De acordo com KOTLER (1986) a fixação de preço pela taxa usual caracteriza primordialmente a fixação de preços em mercados de produtos ou serviços homogêneos, embora a própria estrutura do mercado possa variar de uma concorrência pura a um oligopólio puro.

O preço de um produto ou serviço homogêneo em um mercado altamente competitivo é determinado pela integração coletiva de uma multidão de compradores e vendedores, e não por uma ou um grupo de empresas apenas. Cabe a empresa apenas estabelecer seu preço pela taxa média concorrente, pois se acaso cobrar acima desta corre o risco de não atrair nenhum cliente, e ainda, não há necessidade de cobrar menos, porque poderá dispor de todo seu estoque ao preço atual. Sob condições altamente competitivas, o grande desafio de uma empresa é o seu controle de custos.

4.3 - PRINCÍPIO MARGINAL E MÁXIMO LUCRO

Suponha-se, segundo WU; ERMER (1966), que a relação entre o preço de venda de um produto e a quantidade que pode ser vendida é fornecida por uma função demanda linear, que define o preço de venda de um dado produto da seguinte forma:

$$P = a - b * Q \quad (4.6)$$

onde :

a, b : constantes positivas.

Logo a receita total (R_T), segundo a equação (4.3), resultando de qualquer combinação preço-volume é a quantidade de produto vendido multiplicado pelo preço unitário de venda, e será :

$$R_T = a * Q - b * Q^2 \quad (4.7)$$

A quantidade de peças (Q') produzidas que maximiza a receita total é obtida através da derivada da equação (4.7), de acordo com a seguinte equação :

$$R_{mg} = \frac{\partial R_T}{\partial Q} = a - 2 * b * Q \quad (4.8)$$



onde :

R_{mg} : Receita Marginal, (\$/pç).

e igualando a zero, logo :

$$Q' = \frac{a}{2 * b} \quad (4.9)$$

assim, para o exemplo numérico anterior, tem-se :

$$P = 250 - 0,25 * Q$$

$$R_T = 250 * Q - 0,25 * Q^2$$

Q' resultará em 500 peças.

A figura a seguir ilustrará as equações descritas acima :

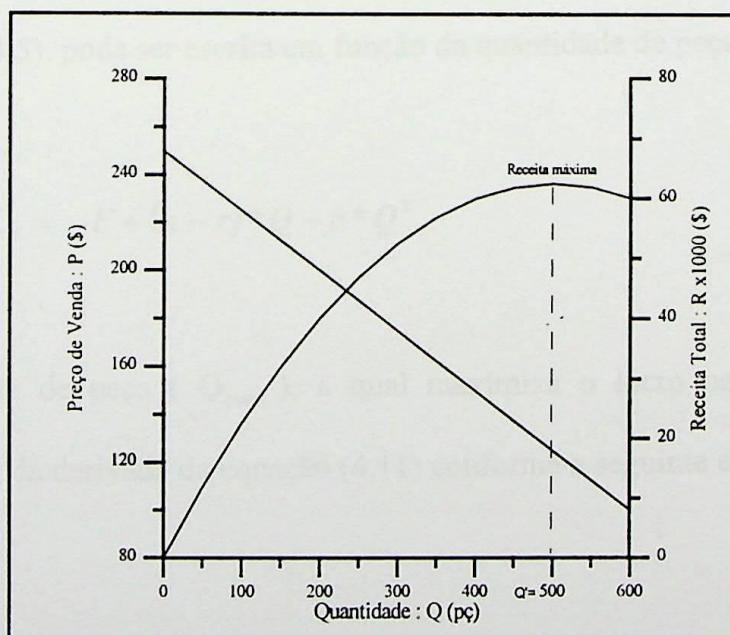


Fig. 4.2 - Preço de Venda e Receita Total.
Fonte : baseada em WU; ERMER (1966).

A função derivada, obtida através da equação (4.8), expressa a variação da receita total gerada pela empresa devido à variação na quantidade de peças produzidas, conhecida como Receita Marginal (R_{mg}).

Em geral, contudo, a receita total máxima não resulta no Lucro Máximo, visto que o Custo Total deve ser incluído nas análises econômicas para poder determinar o lucro.

A derivada da equação (4.2), mostrada abaixo, é conhecida como Custo Marginal (C_{mg}), podendo ser definida como a variação no custo total de produção devido à variação na quantidade de peças produzidas em um determinado período :

$$C_{mg} = \frac{\partial C_T}{\partial Q} = r \quad (4.10)$$

A equação (4.5), pode ser escrita em função da quantidade de peças vendidas :

$$L_T = R_T - C_T = -F + (a - r) * Q - b * Q^2 \quad (4.11)$$

A quantidade de peça (Q_{max}), a qual maximiza o lucro nestas condições, é determinada a partir da derivada da equação (4.11) conforme a seguinte equação :

$$\frac{\partial L_T}{\partial Q} = (a - r) - 2 * b * Q \quad (4.12)$$

e igualando-a a zero, obtém :

$$Q_{max} = \frac{(a - r)}{2 * b} \quad (4.13)$$

Para o exemplo numérico, a equação do lucro total será :

$$L_T = -6.000 + 200 * Q - 0,25 * Q^2$$

Derivando a expressão acima e igualando-a a zero, chega-se ao valor de 400 pçs para Q_{max} , podendo ser observado na figura abaixo :

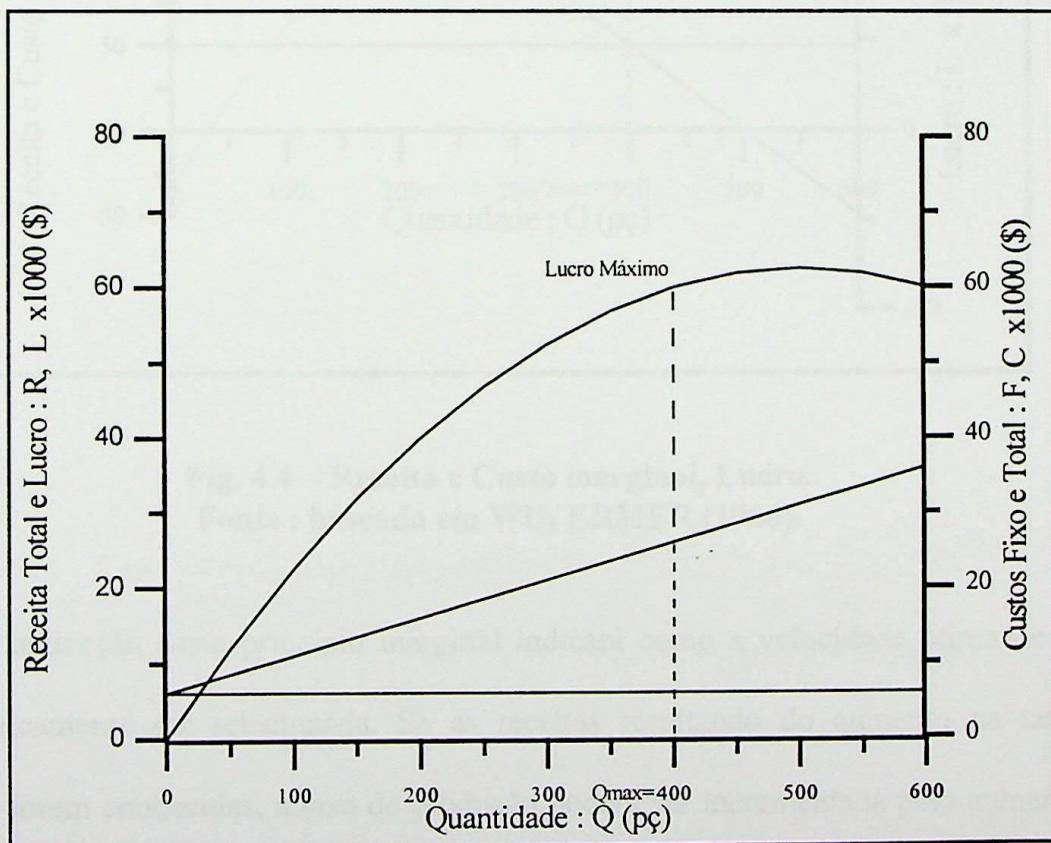


Fig. 4.3 - Custos, Receitas e Lucro.
Fonte : baseada em WU; ERMER (1966).

A partir destes resultados, pode ser mostrado que para Q_{\max} o custo marginal é igual a receita marginal. Isto também é verdadeiro se o custo variável tem função não linear. Portanto, para maximizar o lucro, aumente-se a produção até a receita marginal tornar se igual ao custo marginal, conforme a figura a seguir :

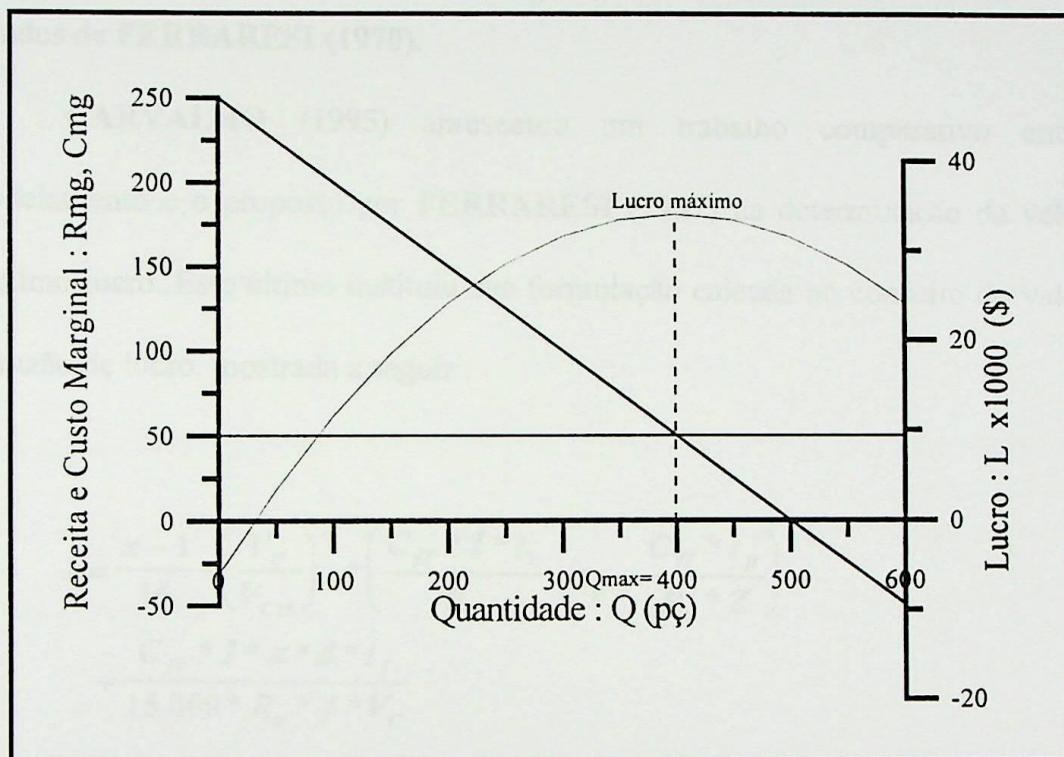


Fig. 4.4 - Receita e Custo marginal, Lucro.
Fonte : baseada em WU; ERMER (1966).

A aplicação deste princípio marginal indicará como a velocidade ótima de corte pode teoricamente ser selecionada. Se as receitas resultando do aumento na taxa de produção forem conhecidas, a taxa de produção poderá ser incrementada pelo aumento da velocidade de corte de V_0 (mínimo custo) até aquela onde a receita marginal torna-se igual ao custo marginal. Então a velocidade de corte na qual isto ocorre, resulta no lucro máximo e será a velocidade de um balanço econômico ótimo entre custo e taxa de produção.

4.4 - OS CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS DE FABRICAÇÃO

O modelo de custo apresentado no capítulo anterior para a determinação das velocidades de corte de mínimo custo e máximo lucro não leva em consideração os custos indiretos de fabricação. Este modelo foi desenvolvido por NOVASKI (1989) a partir dos estudos de FERRARESI (1970).

CARVALHO (1995) apresentou um trabalho comparativo entre o seu modelamento e o proposto por FERRARESI (1987) na determinação da velocidade de máximo lucro. Este último instituiu sua formulação baseada no conceito do valor máximo da razão de lucro, mostrada a seguir :

$$1 = \frac{x-1}{15} * \left(\frac{V_C}{V_{C15}} \right)^x * \left(\frac{C_{fT} * I * t_1}{R_u} + t_{ft} - \frac{C_{fT} * t_{ft}}{R_u * Z} \right) + \frac{C_{fT} * I * \pi * d * l_f}{15.000 * R_u * f * V_C} \quad (4.14)$$

onde :

V_C : Velocidade de corte, (m/min);

V_{C15} : Velocidade de corte para uma vida da ferramenta de 15 minutos, (m/min);

x : Expoente de Taylor;

I : Custos indiretos de usinagem, (R\$);

t_1 : Tempos improdutivos, ($t_s + t_a + t_p/Z$) (min);

t_{ft} : Tempo de troca da ferramenta, (min);

t_s : Tempos secundários, (min);

t_a : Tempo de aproximação e afastamento da ferramenta à posição inicial,
(min/pç);

t_p : Tempo de preparação da máquina para usinar Z peças, (min);

R_u : Receita de usinagem por peça, (R\$/pç);

C_{FT} : Custo da ferramenta por vida, (R\$);

d : diâmetro médio de usinagem, (mm);

l_f : comprimento usinado, (mm);

f : avanço, (mm/volta);

Z : tamanho do lote, (pçs).

Esta equação tem como objetivo apenas ilustrar que **FERRARESI (1987)** utiliza os custos indiretos de fabricação (I), como sendo de 30 % dos custos totais, adotados sem maiores justificativas.

CARVALHO (1991), por sua vez fundamentou-se no conceito da igualdade entre a receita marginal e o custo marginal para determinar a velocidade de corte de máximo lucro, de acordo com a equação (3.72) para empresas em regime de mercado de concorrência perfeita, visto no Capítulo 3.

Como foi visto no Capítulo 3, **NOVASKI (1989)** e **CARVALHO (1991)** não se preocuparam com os custos indiretos de fabricação. Esses autores trataram o custo da hora-máquina (C_m) como sendo o custo de depreciação da mesma, mais os custos fixos anuais do centro de custo onde ela está localizada, conforme a equação (3.32). O custo relativo ao

tempo de corte (C_2) é composto do custo hora-máquina e do salário do operador mais encargos sociais (S_0), de acordo com a equação (3.31).

A contribuição que hora é dada à equação de custo total (3.30), neste trabalho, é tratar o custo hora-máquina (C_m) absorvido de todos os custos indiretos menos os administrativos, conforme modelagem apresentada no Capítulo 2 - Sistemas de apuração de Custos - baseado no caso prático estudado por BACIC; COSTA (1995). Através deste caso prático pode se obter, como exemplo, o custo final da hora-máquina absorvido com os custos indiretos de fabricação, e o custo final da mão-de-obra direta para qualquer máquina, para um dado pedido além dos custos administrativos, verificados nos Quadros 3 e 4.2 no Anexo A e nas figuras Fig. 2.8 e 2.9.

Sendo assim, o custo total de um produto por peça pode ser obtido pela seguinte equação :

$$C = C_{Proc} + D_{Au} + C_{MP} \quad (4.15)$$

onde :

C : Custo total do produto, (\$/pç);

C_{Proc} : Custo total de processamento por peça, (\$/pç);

D_{Au} : Despesas administrativas e gerais por peça, (\$/pç);

C_{MP} : Custo da matéria-prima, (\$/pç).

4.4.1 - Custo total de processamento (C_{Proc}) :

O custo total de processamento por peça (C_{Proc}), corresponde à somatória dos custos de cada processo envolvidos na fabricação de dado produto. Por exemplo, uma peça que sofre diversas operações, cada operação terá uma parcela de custo que somada às outras, formará o custo total de processamento.

Logo :

$$C_{Proc} = C_{P1} + C_{P2} + \dots + C_{Pn} = \sum_{i=1}^n C_{Pi} \quad (4.16)$$

onde :

C_{Pi} : Custo de processamento por peça para o processo i , (\$/pc);

n : quantidade de processos envolvidos na fabricação da peça.

O custo de processamento (C_{Pi}) para o processo de usinagem, segue a modelagem matemática descrita no item 3.4 - Custos de Usinagem. A forma de apuração é que passa a ser diferente, ou seja, o custo hora-máquina (C_m), que antes era composto pela depreciação da máquina mais os custos fixos anuais do centro de custo onde se encontra a máquina, agora passa a ser obtido conforme o modelo apresentado por **BACIC; COSTA (1995)** no **Quadro 4.2 - Anexo A**, onde este valor representa os custos diretos da máquina absorvidos os custos indiretos de fabricação. O custo da mão-de-obra direta mais encargos sociais (S_0) também é obtido no **Quadro 4.2**.

4.4.2 - Despesas administrativas e gerais (D_{Au}) :

As despesas administrativas têm como característica serem apuradas por período, e não por produto. BACIC; COSTA (1995) propuseram que estas despesas podem ser absorvidas nos diferentes produtos, através de uma taxa administrativa calculada a partir de um dado período de produção.

A taxa administrativa é calculada a partir de dados históricos de um determinado período, após a distribuição secundária dos custos indiretos a cada centro de custo direto, de acordo com o **Quadro 4.2 - Anexo A** no Capítulo 2, pela seguinte expressão :

$$\text{Taxa Adm.} = (\text{total custo CIG-2}) / (\text{totais do custos dos : Centros Diretos} + \text{Custos de Expedições} + \text{Custos dos Salários Diretos} + \text{Encargos Diretos})$$

Traduzindo esta expressão para uma equação genérica, a ser aplicada para valores históricos em dado período, tem-se :

$$TA_{f,v} = \left(\frac{D_{AG}}{C_{ProcG}} \right)_{f,v} * 100 \quad (4.17)$$

onde :

TA : Taxa Administrativa, %;

D_{AG} : Despesas Administrativas e gerais no período, (\$);

C_{ProcG} : Custo total de processamento no período, (\$);

f, v : refere-se as parcelas fixas e variáveis dos custos apurados.

No **Quadro 3 - Anexo A, BACIC; COSTA (1995)** para dado período, determina o valor das parcelas fixa e variável do centro administrativo, bem como a base de cálculo para a determinação da Taxa Administrativa a ser aplicada a qualquer pedido, sendo esta taxa expressa em porcentagem e transferida para o **Quadro 4.2 - Anexo A**.

Sendo assim, pode-se determinar a contribuição das despesas administrativas e gerais (D_A) para um dado pedido, de acordo com a expressão abaixo :

$$D_A = TA * C_{ProcT} \quad (4.18)$$

onde :

D_A : Despesas Administrativas e gerais para o pedido, (\$);

C_{ProcT} : Custo total de processamento para o pedido, (\$);

Lembrando-se que esta expressão deve incluir as parcelas fixas e variáveis.

O custo total de processamento é obtido de acordo com o modelo apresentado nos **Quadros 4.1 e 4.2 - Anexo A**, uma vez que já se conhecem os custos unitários de cada centro direto de fabricação.

Por exemplo pode-se calcular a despesa administrativa para aquele pedido :

	Hora-Máq. (\$)	MOD (\$)	Total (\$)	Taxa Adm. (%)	Desp. Adm. (\$)
Fixo	1.226,96	686,21	1.913,17	34,78	665,40
Variável	812,89	603,83	1.416,72	3,85	54,54
Total	2.039,85	1.290,04	3.329,89	-----	719,94

Tabela 4.1 - Despesas Administrativa para certo pedido.

Fonte : BACIC; COSTA (1995).

Vale ressaltar que para um dado pedido, deve-se utilizar os custos totais em função das horas realmente trabalhadas na máquina em questão.

Portanto, para determinar as despesas administrativas e gerais unitária do pedido, basta dividi-la pelo número total de peças que compõem o mesmo, da seguinte forma :

$$D_{Au} = \frac{D_A}{Z} \quad (4.19)$$

onde :

D_{Au} : Despesas administrativas por peça, (\$/pç);

D_A : Despesas administrativas para o pedido, (\$);

Z : n° de peças que contém o pedido,(pçs).

Da mesma forma para se obter o custo de processamento por peça (C_{proc}), basta dividir o custo total de processamento do pedido (C_{ProcT}) pelo número de peças (Z) deste :

$$C_{Proc} = \frac{C_{ProcT}}{Z} \quad (4.20)$$

4.4.3 - Custo da matéria prima (C_{MP}) :

Com relação aos custos referentes à matéria-prima, são custos diretos apurados no pedido. Geralmente são dados pelo produto do preço unitário expresso em unidades monetárias por unidade de massa - ($\$/Kg$), pela quantidade necessária - (Kg) empregada na fabricação das peças, conforme visto no **Quadro 4.2 - Anexo A**.



4.5 - RECEITAS DE PRODUTOS E DE PROCESSOS

Uma vez, fixada a receita de um dado pedido de um produto ou serviço, determina-se o preço unitário em termos de unidades monetárias por peça ($\$/pç$), por horas-máquina ($\$/hmáq.$), por horas de mão-de-obra direta ($\$/hMOD$), por hora de processo em geral ($\$/h$), etc.

De acordo com a expressão (4.3), a receita para um dado produto é determinada pela multiplicação do seu preço unitário pela quantidade vendida. Na maioria das vezes um produto é elaborado por vários processos distintos, tais como no campo da usinagem de metais : torneamento, retífica, aplainamento, frezamento, etc.. Como então determinar a receita para cada processo de usinagem em questão?

CARVALHO (1991), recorre à teoria micro-econômica para determinar a receita do processo de usinagem, conforme descrito nos itens 3.7 - Tipos de Estruturas de Mercado e, 3.8 - Velocidade de Máximo Lucro, definindo assim a equação (3.72) capaz de determinar a receita do processo de usinagem em questão. A receita do processo de usinagem é definida como o valor do "custo total médio" para a velocidade de máxima produção (V_{mxp}). Como é de se notar, este valor reflete as condições do processo, ou seja, se a empresa tiver controle firme de seus custos operacionais e administrativos, certamente seus produtos serão competitivos. Porém, caso o preço de seus produtos estejam acima do mercado, devido a seus custos, certamente sua receita do processo poderá inviabilizar a venda de dado produto, ou a empresa poderá trabalhar no vermelho, já que quem estabelece o preço é o mercado.

É importante salientar que a receita do processo de usinagem definida por CARVALHO (1991) poderá ser utilizada como um parâmetro comparativo no auxílio à formação de preço do produto, uma vez que ela é fundamentada nos custos do processo.

Sabe-se que para um dado produto que sofre n processos de fabricação, o seu lucro (ou prejuízo) é dado pela seguinte expressão :

$$L = R - C \quad (4.21)$$

onde :

L : Lucro (ou prejuízo), (\$/pç);

R : Receita dos produtos vendidos por peça, (\$/pç)

C : Custo total do produto, (\$/pç);

Aplicando a equação (4.15) na equação (4.21) e recompondo a equação do lucro

tem-se :

$$L = (R - C_{MP} - D_{Au}) - C_{Proc} \quad (4.22)$$

onde :

C_{MP} : Custo da matéria-prima por peça, (\$/pç);

D_{Au} : Despesas administrativas e gerais por peça, (\$/pç).

C_{Proc} : Custo total de processamento por peça, (\$/pç).

A receita (R) de dado produto por peça, é o seu próprio preço de venda. Como este trabalho se pauta pela concorrência perfeita, verificar-se-á qual o preço médio por peça praticado pelo mercado.

Pode-se expressar a receita total de processamento por peça (R_{Proc}) da seguinte forma :

$$R_{Proc} = (R - C_{MP} - D_{Au}) \quad (4.23)$$

Mas a receita total de processamento é a somatória das receitas de cada processo, ou seja :

$$R_{Proc} = R_{P_1} + R_{P_2} + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_{P_i} \quad (4.24)$$

onde :

R_{P_i} : receita de processamento por peça para o processo i , ($\$/pç$);

n : quantidade de processos envolvidos na fabricação da peça.

Como já fora mencionado, determinar a receita para cada processo é uma tarefa árdua, em busca de uma resposta que simplifique tal questionamento, seguindo os conceitos de custos de subconjunto segundo MARTINS (1993), este trabalho sugere a seguinte expressão :

$$R_{Pi} = R_{Proc} * \frac{C_{Pi}}{C_{Proc}} \quad (4.25)$$

A equação acima, traduz uma ferramenta muito utilizada na prática, ou seja, ela transfere a cada processo parcela da receita de processamento de acordo com a contribuição deste processo no custo total.

A parcela $\frac{C_{Pi}}{C_{Proc}}$ representa a contribuição de cada processo no custo total de processamento, estes valores mais o valor da receita total de processamento são orçados de acordo com os **Quadros 4.1, 4.2 e 4.3 - Anexo A**.

Observa-se que tanto a receita da equação (3.72) quanto a receita da equação (4.25) são diretamente proporcionais ao custo do processo.

Entretanto a obtenção desses valores é diferente :

R_t : obtido como o valor do Custo total médio (C_t) para a velocidade de máxima produção (V_{mxp}).

R_{Pi} : obtido de acordo com a equação (4.25), utilizando-se de pesquisa de mercado para determinar o preço para a receita por peça (R), e os valores orçados.

Como já fora dito, a primeira receita (R_t) reflete o processo de usinagem, ao passo que a segunda (R_{Pi}) já leva em consideração o preço real estabelecido pelo mercado.

Portanto, este trabalho sugere que se utilizem os conceitos empregados para a receita (R_i), desde que esta não esteja acima do valor da receita (R_{pi}).

A receita determinada pela equação (4.25) pode ser considerada como um limite de preço do processo, o qual, uma vez ultrapassado, diminuirá a margem de lucro da empresa, considerando que os custos de matéria-prima e despesas administrativas permaneçam inalterados.

Logo o lucro de um processo por peça (L_{pi}) qualquer é expresso da seguinte forma

$$L_{pi} = R_{pi} - C_{pi} \quad (4.26)$$

Para o estudo deste trabalho de dissertação, a receita de processamento de dado processo é determinada levando-se em conta os valores orçados para a receita e os custos dos processos para o produto a ser fabricado, enquanto a receita do processo de usinagem é determinada pela equação (3.72). O custo para o processo de torneamento em questão, segue a equação de custo determinada no item 3.4 deste capítulo. Logo a expressão (4.26) pode ser empregada também na determinação da velocidade de máximo lucro.

No **Quadro 4.3 - Anexo A, BACIC; COSTA (1995)**, determina a receita total a partir do custo total acrescido de 15%. Neste trabalho a receita total será determinada pelo produto entre a receita por peça pela quantidade vendida sendo a receita por peça definida como preço de venda estipulado pelo mercado, para tal produto a ser ensaiado.

4.6 - MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ECONÔMICAS DE USINAGEM

4.6.1 - Mínimo custo por peça :

A determinação da velocidade de corte de mínimo custo por peça é obtida através do ponto de mínimo da curva do custo total por peça na equação (3.40), segundo os conceitos vistos no item 3.4 - Custos de Usinagem. Porém, a apuração dos custos é feita de forma diferente, ou seja, a parcela de custo relativa ao tempo de corte (C_2), não mais aborda a forma descrita no item 3.4.1 - Custo devido ao tempo de corte, mas de acordo com os valores dos custos hora-máquina (C_m) e mão-de-obra direta (S_0), obtidos conforme o modelo apresentado por BACIC; COSTA (1995), no Quadro 4.2 - Anexo A, relativos à máquina empregada no processo de usinagem.

4.6.2 - Máxima produção por peça :

Os conceitos descritos no item 3.3 - Velocidade de máxima produção continuam sendo os mesmos, sem nenhuma modificação na determinação da velocidade de corte de máxima produção por peça.

4.6.3 - Máximo lucro por peça :

Os conceitos empregados no item 3.8 - Velocidade de corte máximo lucro, são agora aplicados à equação (4.26), uma vez que esta é semelhante à equação (3.66).

Logo a velocidade de corte de máximo lucro, é obtida através da equação a seguir :

$$-C_{Pi}' * t_{Pi} - (R_{Pi} - C_{Pi}) * t_{Pi}' = 0 \quad (4.27)$$

onde :

C_{Pi} : Custo de processamento para o processo i , (\$/pç) - equação (3.30);

C_{Pi}' : Derivada do Custo de processamento, (\$/pç) - equação (3.43);

t_{Pi} : Tempo total de processamento para o processo i , (min/pç) - equação (3.1);

t_{Pi}' : Derivada do tempo total de processamento, (min/pç) - equação (3.18);

R_{Pi} : Receita de processamento para o processo i , (\$/pç) - equação (4.25).

4.7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo é resultado de uma nova abordagem para as condições econômicas de usinagem para o processo de torneamento. Tal abordagem constitui-se no tratamento dos custos a serem aplicados à equação do custo total de fabricação (3.30) e na formação de preço para o produto ou serviço, objetivando assim resultados mais confiáveis para a tomada de decisão quanto à velocidade de corte ótima do ponto de vista econômico.

A receita do produto a ser utilizada é aquela estabelecida pelo mercado, com isto para o processo de usinagem, a receita é determinada através da equação (4.25).

O trabalho apresentado por **BACIC; COSTA (1995)** é aplicado neste trabalho de dissertação como um modelo de um sistema de apuração de custos a ser seguido, com o objetivo de fornecer subsídios necessários à determinação das condições econômicas de usinagem.

DETERMINAÇÃO DAS CONDIÇÕES ECONÔMICAS DE USINAGEM PARA UM LOTE DE ANÉIS DE AMORTECEDORES

5.1 - INTRODUÇÃO

5.1.1 - Objetivo do capítulo :

O objetivo deste capítulo é relacionar os conceitos descritos nos capítulos anteriores com o dia a dia de uma empresa no seu processo de usinagem, buscando desta forma a melhor compreensão do tema estudado neste trabalho.

As figuras **Fig. 1** a **Fig. 4** ilustradas no **Apêndice I** definem-se como um roteiro a ser utilizado para a determinação do intervalo de máxima eficiência e da velocidade de corte de máximo lucro para esta abordagem.

5.1.2 - A empresa :

A empresa onde foi realizada esta aplicação prática tem como característica : empresa de pequeno porte prestadora de serviços na área de ferramentaria e usinagem CNC para diversas empresas de grande porte do Sul de Minas e do Vale do Paraíba. A estrutura operacional da empresa é constituída de dois setores distintos :

- Setor de ferramentaria e CNC,
- Setor de anéis.

O setor de anéis é caracterizado como sendo um setor de prestação de serviço terceirizado de uma empresa de autopeças da região.

5.1.3 - O produto e seu processo de fabricação na empresa (Serviço)

O objeto deste estudo de caso é um anel de amortecedor para veículos confeccionado em ferro fundido em uma empresa nacional de autopeças localizada nesta cidade, e que terceiriza os processos de fabricação após a sua fundição.

O anel fundido é remetido à esta empresa em varais, contendo cada varal 505 anéis. O contrato de prestação de serviço prevê o tamanho de lote em 5, 10, 15, 20 e 25 mil anéis.

A contratada por sua vez se prontifica a executar as seguintes operações :

- 1 - Mandrilhamento,
- 2 - Torneamento,
- 3 - Tamboreamento,
- 4 - Desaguamento,

5 - Corte do GAP,

6 - Oleamento,

7 - Inspeção Final,

8 - Empacotamento.

Na atividade de empacotamento, os anéis são embalados em material impermeável evitando assim a oxidação dos mesmos.

A linha de produção é composta dos seguintes modelos de anéis :

PRR-27

PRR-32

PRR-46

PRR-103

PRR-106

A empresa mantém 11 funcionários trabalhando em dois turnos de 8 horas diárias na linha de produção dos anéis. A linha de produção conta com 2 conjuntos de furadeira vertical para a operação de mandrilhamento, 2 tornos Romi P-400, 1 fresadora, 1 tamboreador, estufas térmicas, tanques de óleo e bancada de inspeção.

5.2 - A COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados de acordo com as necessidades deste trabalho. Para uma melhor identificação dos mesmos, foram organizados da seguinte forma :

- Dados gerais e custos dos centros de produção,
- Características do anel PRR-46,
- Tempos de operações.

5.2.1 - Dados gerais e custos dos centros de produção

Uma vez que a empresa guarda similaridades com aquela apresentada por **BACIC; COSTA (1995)** e retratada no Capítulo 2 deste trabalho, será utilizado o mesmo modelo empregado por estes pesquisadores, procurando atender as necessidades deste estudo.

A linha de produção foi dividida em centros de custos diretos e de apoio. As operações de mandrilhamento, torneamento e corte do GÁP constituem-se em centro de custos diretos e distintos, e possuem um operador fixo por período para cada atividade, ao contrário das outras operações onde não há um funcionário específico apenas para tal operação. Conseqüentemente tais operações constituem o centro de custo de apoio. O custo da mão de obra direta é apurado de acordo com a sua necessidade de utilização.

O **Quadro 1** localizado no **Apêndice II** ilustra os tempos operacionais necessários para a execução das atividades para o lote em estudo. Este lote é constituído de **25 mil** anéis do modelo PRR-46.

Os dados de custos apresentados no **Quadro 2** no **Apêndice II** não representam a realidade por razões de sigilo pertinentes à política estratégica da empresa. São valores fictícios que têm como objetivo principal ilustrar os conceitos aplicados neste trabalho. São apresentados os custos dos processos de mandrilhamento, torneamento e do corte do GAP absorvidos dos custos das atividades de apoio à produção do lote em questão. O valor da mão de obra segue o piso salarial da categoria (metalúrgicos) da região, incluídos os encargos sociais. Por ser uma prestação de serviço não será apurado o custo da matéria-prima para este caso. Quanto às despesas administrativas e gerais, representam em média 25 % dos custos diretos de fabricação, segundo informações apuradas na empresa.

O **Quadro 3** no **Apêndice II** determina o lucro ou prejuízo bruto da empresa na produção do lote em questão. O preço de venda do produto foi fixado no passado entre a contratante e a contratada como sendo estipulado em cima de orçamentos, onde o preço é por milheiro (1.000 anéis), e desde então não tem sido alterado.

5.2.2 - Características do anel PRR-46

As características técnicas e dureza do anel (**Fig. 1** no **Anexo B**) em estudo são relatadas a seguir :

- **diâmetros :**

interno $d_i = 42,00$ (mm);

externo $d_e = 46,00$ (mm);

- **espessura : $e_a = 2,00$ (mm);**

- **acabamento : $R_a \text{ máx} = 6,25$ (μm).**

- **material : ferro fundido maleável;**

- **dureza : 110 - 140 HB.**

São fixados 70 anéis em um dispositivo específico (Fig. 2 no Anexo B) que possibilita a usinagem dos mesmos. O lote contém **Z = 358 dispositivos (peças)**.

Para a operação de desbaste dos anéis são definidos os seguintes parâmetros de usinagem :

- **avanço : $f = 0,20$ (mm/r);**

- **profundidade de corte : $a_p = 2,00$ (mm);**

- **comprimento a ser usinado : $l = 70 * 2,00 = 140,00$ (mm);**

- **diâmetro médio : equação (3.4) :**

$d_1 = 50,00$ (mm).

$d_2 = 46,00$ (mm).

$d = 48,00$ (mm).

Os diâmetros d_1 e d_2 correspondem respectivamente à peça bruta e o diâmetro usinado.

5.2.3 - Tempos de fabricação no processo de torneamento :

O processo de maior interesse neste estudo de caso é o de torneamento. Para isto foi elaborada uma folha de tempo padrão para o processo de torneamento dos anéis no local da operação .

Os instrumentos utilizados foram :

Dois cronômetros digitais :

mostrador : minutos - segundos - centésimos de segundo

A primeira etapa do estudo de tempos de usinagem constituiu a identificação dos elementos de atividades e a seqüência da operação. O **Quadro 4 no Apêndice II** identifica estas atividades, a seqüência delas ilustrando ainda uma tomada de tempo.

O passo seguinte foi a coleta de tempos para cada atividade da operação mostrados no **Quadro 5 no Apêndice II**.

O **Quadro 6 no Apêndice II** mostra o tratamento dos tempos apurando assim o Tempo Padrão da operação, seguindo os conceitos de estudos de métodos e tempos baseados em **BARNES (1982)** , **TOLEDO JR. (1988)** e **KANATAWY (1992)** com o auxílio dos valores retirados no **Anexo C - Estudos de Métodos e Tempos**.

O **Quadro 7 no Apêndice II** define os valores dos parâmetros de tempos de fabricação para o processo de torneamento dos anéis, a serem utilizados nas equações deste trabalho.

5.3 - PARÂMETROS DO PROCESSO DE TORNEAMENTO DE ANÉIS :

A seguir são definidos os parâmetros do processo de torneamento para o anel PRR-46, tendo em vista determinar as condições econômicas de usinagem deste processo.

5.3.1 - Características da máquina

Torno Paralelo ROMI modelo P-400.

Potência da máquina : 8 CV.

Faixa de Rotações - n : (rpm)

37,5 - 63 - 75 - 100 - 125 - 150 - 200 - 224 - 250 - 335

335 - 400 - 450 - 580 - 710 - 960 - 1180 - 1400 - 2360

5.3.2 - Características da ferramenta

A ferramenta utilizada na linha de produção de anéis é uma pastilha de metal duro intercambiável devido a sua facilidade de ser adaptada a esta operação.

A especificação do porta-pastilha e da própria pastilha é descrita a seguir utilizando o catálogo do fabricante :

- **Porta-Pastilha :**

Ferramenta externa - PSDNN 1010E09

Fonte : **Tab. 1 no Anexo D**

- **Pastilha :**

Escolha da classe da pastilha em função dos dados de corte do material a ser usinado

Fonte : **Tab. 2 no Anexo D**

Material a ser usinado : Ferro Fundido Maleável

Dureza : 130 HB

Classe - GC4035

Velocidade de corte para Vida da Ferramenta de 15 minutos :

$$f = 0,3 \text{ (mm/r)} \quad V_{C15} = 170 \text{ (m/min).}$$

Tipo da Pastilha :

Fonte : **Tab. 3 no Anexo D**

SNMG 090308-QM

Tabela fator de correção para vida da ferramenta de 60 minutos :

Fonte : **Tab. 4 no Anexo D**

$$f = 0,3 \text{ (mm/r)} \quad V_{C60} = V_{C15} * 0,75 = 170 * 0,75 = 127,5 \text{ (m/min)}$$

- **Determinação dos valores de X e K para a pastilha selecionada :**

Equação (3.54) $V_C^{X*}T=K$

$$f = 0,3 \text{ (mm/r)} \quad (1) : 170^X * 15 = K$$

$$(2) : 127,5^X * 60 = K$$

Resolvendo o sistema, tem-se :

$$X = 4,82$$

$$K = 8,45 \times 10^{11}$$

- Custos (R\$)

Porta-pastilha : $V_{of} = \text{R\$ } 131,00$

Pastilha : $C_p = \text{R\$ } 9,60$

O custo da ferramenta por vida é determinado pela equação (3.37), de acordo com os seguintes valores médios de número de vida para o porta-pastilha e a pastilha :

$n_p = 8$ (vidas) - Sandvik (1996);

$n_{ft} = 2000$ (vidas) - Sandvik (1996);

$C_{ft} = \text{R\$ } 1,27$ (\$/vida).

5.3.3 - Parâmetros de tempos e custos

Os valores numéricos dos parâmetros de custos e tempos foram obtidos de acordo com os critérios estabelecidos neste trabalho para obtenção dos mesmos. A seguir, serão informados seus valores e sua procedência.

Parâmetros de tempos : Quadro 7 - Apêndice II

$$t_a = 0,05 \text{ (min) ;}$$

$$t_s = 1,22 \text{ (min) ;}$$

$$t_p = 12,72 \text{ (min) ;}$$

$$t_a = 0,50 \text{ (min).}$$

Parâmetros de custos : Quadro 2 - Apêndice II

$$C_m = \text{R\$ } 7,83 \text{ ;}$$

$$S_0 = \text{R\$ } 2,52 \text{ ;}$$

$$C_2 = \text{R\$ } 10,35 \text{ - equação (3.33);}$$

$$C_{p2} = \text{R\$ } 150,08 \text{ ;}$$

$$C_{\text{Proc}} = \text{R\$ } 351,92 \text{ ;}$$

$$DA = \text{R\$ } 87,98.$$

5.3.4 - Receita do processo de torneamento por dispositivo

O **Quadro 3** no **Apêndice II** determina o preço de venda para o lote. A fim de determinar a receita do processo de torneamento (centro de custo C1-2) serão utilizadas as duas abordagem :

- Tradicional : equação (3.72), onde a receita é determinada em função do custo total para a velocidade de corte de máxima produção;
- e a sugerida neste trabalho no item 4.5 - Receitas de produtos e de processos.

Os valores unitários para cada abordagem podem ser vistos no item 5.4 - Planilhas de Cálculos e referem-se ao lote de 25 mil anéis, que correspondem a $Z = 358$ dispositivos (peças).

5.4 - PLANILHAS DE CÁLCULOS

Serão aplicados a partir de agora os conceitos definidos nos capítulos anteriores para determinar o intervalo de máxima eficiência ($V_o - V_{mxp}$) e a velocidade de corte de máximo lucro (V_{mxl}) para o torneamento do anel PRR-46. A operação de desbaste consiste em reduzir o diâmetro externo do anel para um dado avanço utilizando uma pastilha de metal duro intercambiável.

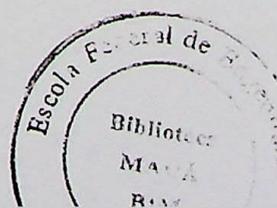
Utilizando os recursos de planilhas eletrônicas, serão tabuladas em colunas as variáveis e as equações necessárias na determinação das velocidades de corte de mínimo custo, máxima produção e máximo lucro.

Na **Planilha 5.1**, para cada coluna, haverá uma variável com a sua notação científica, bem como os valores calculados para cada velocidade. Neste planilha constam ainda os parâmetros de custos, tempos, vida da ferramenta e receitas necessários na determinação do intervalo de máxima eficiência e da velocidade de corte de máximo lucro.

A coluna **A** identifica a rotação do torno enquanto que a coluna **B**, a faixa de velocidade de corte utilizada neste exemplo de aplicação.

As colunas **C**, **D**, **E** e **F** determinam o tempo de corte, a vida da ferramenta, o tempo total de fabricação e taxa de produção em função da velocidade de corte respectivamente. A função derivada do tempo é determinada na coluna **G**.

As equações do custo total de fabricação e sua derivada são determinadas nas colunas **H** e **I**.



A coluna **J** representa a receita para o processo de usinagem, considerando o preço de venda do mercado, ao passo que, a coluna **K** representa a receita de acordo com a equação (3.72).

A **Planilha 5.1** ainda tem como objetivo expressar os resultados na determinação da velocidade de corte de máximo lucro. A coluna **I** identifica as velocidades de corte, enquanto que a coluna **II** a vida da ferramenta.

As razões de custos, receita e lucro são determinadas nas colunas **III**, **IV** e **V**, a coluna **VI** representa a derivada da razão de lucro, ao passo que a receita e o custo marginal são calculados nas colunas **VII** e **VIII**. Vale lembrar que a receita unitária a ser utilizada será aquela que melhor atenda ao mercado.

Na **Planilha 5.2** pode-se observar o comportamento do lucro para valores distintos da receita unitária. A receita unitária mostrada na coluna **K** é definida pela equação (3.72), ao passo que a coluna **L** representa um valor acima do estabelecido pelo mercado.

Para cada receita na **Planilha 5.2** (R_{Pi}) - (colunas: **J**, **K** e **L**), há uma coluna que determina a razão de receitas (R_R) - (colunas: **IV**, **VII** e **X**), uma coluna que determina a razão de lucro (L_R) - (colunas: **V**, **VIII** e **XI**), uma coluna que determina a derivada da razão de lucro (L'_R) - (colunas: **VI**, **IX** e **XII**).

$C_2=(R\$/h)$	10,35	$t_f=(min/edge)$	0,50	$K_1=$	8,45E+11	$f=(mm/volta)$	0,20	$d=(mm)$	48
$C_{ft}=(R\$/aresta)$	1,27	$t_p=(min/pc)$	12,72	$X_1=$	4,82	$e=(mm)$	2,00	$l=(mm)$	140
		$t_a=(min/pc)$	0,05	$t_s=(min/pc)$	1,22	$Z=$	358		

$pid/1000f=$	105,55/5132	$li=(la+lp/Z+ts)$	1,305530726
--------------	-------------	-------------------	-------------

C2-2

$C_m=(R\$/h)$	7,83	$R=(R\$)$	750,00	$R_{Proc}=(R\$)$	662,02	$P_{max}=(pc\$/min)$	0,551
$S_0=(R\$/h)$	2,52	$CMP=(R\$)$	0,00	$C_{Proc}=(R\$)$	351,92	$R_t=(R\$/pc)$	0,580
$C_2=(R\$/h)$	10,35	$DA=(R\$)$	87,98	$C_{P2}=(R\$)$	150,08		
		$Z=(pcs)$	358	$R_{P2}=(R\$)$	282,33		

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
$\Pi=(rpm)$	$V_c=(m/min)$	$t_c=(min/pc)$	$l=(min/ares)$	$t_t=(min/pc)$	$P_f=(pcs/min)$	$t'_t=(min/pc/Vc)$	$C_t=(R\$/pc)$	$C'_t=(R\$/pc/V)$	$R_p=(R\$/pc)$	$R_t=(R\$/pc)$
265	40	2,639	16029,780	3,943	0,254	-0,067	0,680	-0,012	0,789	0,580
398	60	1,759	2270,741	3,064	0,326	-0,030	0,529	-0,005	0,789	0,580
531	80	1,319	567,496	2,625	0,381	-0,017	0,456	-0,003	0,789	0,580
663	100	1,056	193,578	2,362	0,423	-0,011	0,414	-0,002	0,789	0,580
796	120	0,880	80,390	2,189	0,457	-0,007	0,392	-0,001	0,789	0,580
928	140	0,754	38,240	2,068	0,484	-0,005	0,382	0,000	0,789	0,580
1061	160	0,660	20,091	1,980	0,505	-0,004	0,383	0,000	0,789	0,580
1194	180	0,586	11,388	1,916	0,522	-0,003	0,396	0,001	0,789	0,580
1326	200	0,528	6,853	1,870	0,535	-0,002	0,420	0,001	0,789	0,580
1459	220	0,480	4,329	1,839	0,544	-0,001	0,458	0,002	0,789	0,580
1592	240	0,440	2,846	1,821	0,549	-0,001	0,510	0,003	0,789	0,580
1724	260	0,406	1,935	1,815	0,551	0,000	0,580	0,004	0,789	0,580
1857	280	0,377	1,354	1,820	0,549	0,001	0,668	0,005	0,789	0,580
1989	300	0,352	0,971	1,837	0,544	0,001	0,777	0,006	0,789	0,580
2122	320	0,330	0,711	1,866	0,536	0,002	0,911	0,007	0,789	0,580
2255	340	0,310	0,531	1,907	0,524	0,002	1,071	0,008	0,789	0,580
2387	360	0,293	0,403	1,961	0,510	0,003	1,262	0,010	0,789	0,580
2520	380	0,278	0,311	2,029	0,493	0,004	1,486	0,011	0,789	0,580
2653	400	0,264	0,243	2,112	0,474	0,005	1,746	0,013	0,789	0,580

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$V_c=(m/min)$	$l=(min/ares)$	$C_R=(R\$/min)$	$R_R=(R\$/min)$	$LR=(R\$/min)$	$LR'=(R\$/min/V)$	$C_{Mg}=(R\$/min)$	$R_{Mg}=(R\$/min)$
40	16029,780	0,173	0,200	0,027	0,0034		
60	2270,741	0,173	0,257	0,085	0,0025	0,0003	0,0574
80	567,496	0,174	0,300	0,127	0,0019	0,0008	0,0431
100	193,578	0,175	0,334	0,158	0,0014	0,0018	0,0334
120	80,390	0,179	0,360	0,181	0,0010	0,0034	0,0264
140	38,240	0,185	0,381	0,197	0,0006	0,0058	0,0211
160	20,091	0,194	0,398	0,205	0,0002	0,0090	0,0169
180	11,388	0,207	0,412	0,205	-0,0001	0,0131	0,0133
200	6,853	0,225	0,422	0,197	-0,0006	0,0182	0,0101
220	4,329	0,249	0,429	0,180	-0,0010	0,0242	0,0071
240	2,846	0,280	0,433	0,153	-0,0015	0,0312	0,0043
260	1,935	0,319	0,434	0,115	-0,0020	0,0390	0,0015
280	1,354	0,367	0,433	0,066	-0,0026	0,0475	-0,0013
300	0,971	0,423	0,429	0,006	-0,0031	0,0563	-0,0040
320	0,711	0,488	0,423	-0,066	-0,0037	0,0651	-0,0066
340	0,531	0,562	0,414	-0,148	-0,0042	0,0737	-0,0091
360	0,403	0,644	0,402	-0,241	-0,0046	0,0817	-0,0114
380	0,311	0,732	0,389	-0,343	-0,0050	0,0887	-0,0135
400	0,243	0,827	0,373	-0,453	-0,0053	0,0944	-0,0153

$L_{R0}=(R\$/min)$	0,201	$L_{Rmax}=(R\$/min)$	0,206	$L_{Rmxp}=(R\$/min)$	0,113
$V_0=(m/min)$	148	$V_{mxl}=(m/min)$	171	$V_{mxp}=(m/min)$	261
$T_0=(min)$	29,255	$T_{mxl}=(min)$	14,582	$T_{mxp}=(min)$	1,900

Planilha 5.1 - Parâmetros e Resultados

$C_2=(RS/h)$	10,35	$t_1=(min/edge)$	0,5	K_1	$8,45E+11$	$f_1=(mm/volta)$	0,20	$d_1=(mm)$	48
$C_1=(RS/aresta)$	1,27	$t_p=(min/pc)$	12,72	X_1	4,82	$E_1=(mm)$	2,00	$l_1=(mm)$	140
		$t_a=(min/pc)$	0,05	$t_s=(min/pc)$	1,22	Z_1	358		

$pd/1000 = 105,5575132 \quad t_1=(a+(pZ^2RS)) \quad 1,305530726$

$C_m=(RS/h)$	7,83	$R_1=(RS)$	750,00	$R_{Proc}=(RS)$	662,02	$P_{max}=(pc/min)$	0,551
$S_0=(RS/h)$	2,52	$CMP=(RS)$	0,00	$C_{Proc}=(RS)$	351,92	$R_1=(RS/pc)$	0,580
$C_2=(RS/h)$	10,35	$D_A=(RS)$	87,98	$C_{P2}=(RS)$	150,08		
		$Z=(pc)$	358	$R_{P2}=(RS)$	282,33		

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
$N_1=(rpm)$	$V_C=(m/min)$	$t_C=(min/pc)$	$T_1=(min/ares)$	$t_1=(min/pc)$	$P_1=(pc/min)$	$t_r=(min/pc/Vc)$	$C_1=(RS/pc)$	$C_r=(RS/pc/V)$	$R_p=(RS/pc)$	$R_{p1}=(RS/pc)$	$R_{p2}=(RS/pc)$
265	40	2,639	18029,780	3,943	0,254	-0,057	0,680	-0,012	0,789	0,580	1,400
398	60	1,759	2270,741	3,054	0,326	-0,030	0,529	-0,005	0,789	0,580	1,400
531	80	1,319	567,485	2,625	0,381	-0,017	0,455	-0,003	0,789	0,580	1,400
663	100	1,055	193,578	2,352	0,423	-0,011	0,414	-0,002	0,789	0,580	1,400
795	120	0,880	80,390	2,189	0,457	-0,007	0,382	-0,001	0,789	0,580	1,400
928	140	0,754	38,240	2,058	0,484	-0,005	0,352	0,000	0,789	0,580	1,400
1051	160	0,660	20,091	1,980	0,505	-0,004	0,333	0,000	0,789	0,580	1,400
1194	180	0,585	11,388	1,916	0,522	-0,003	0,315	0,001	0,789	0,580	1,400
1326	200	0,528	6,853	1,870	0,535	-0,002	0,300	0,001	0,789	0,580	1,400
1459	220	0,480	4,329	1,839	0,544	-0,001	0,288	0,002	0,789	0,580	1,400
1592	240	0,440	2,846	1,821	0,549	-0,001	0,279	0,003	0,789	0,580	1,400
1724	260	0,405	1,935	1,815	0,551	0,000	0,272	0,004	0,789	0,580	1,400
1857	280	0,377	1,354	1,820	0,549	0,001	0,268	0,005	0,789	0,580	1,400
1989	300	0,352	0,971	1,837	0,544	0,001	0,265	0,005	0,789	0,580	1,400
2122	320	0,330	0,711	1,865	0,535	0,002	0,261	0,007	0,789	0,580	1,400
2255	340	0,310	0,531	1,907	0,524	0,002	0,257	0,008	0,789	0,580	1,400
2387	360	0,293	0,403	1,951	0,510	0,003	0,252	0,010	0,789	0,580	1,400
2520	380	0,278	0,311	2,029	0,493	0,004	0,248	0,011	0,789	0,580	1,400
2653	400	0,264	0,243	2,112	0,474	0,005	0,245	0,013	0,789	0,580	1,400

I	II	III	IV	V	VI	IV	V	VI	IV	V	VI
$V_C=(m/min)$	$T_1=(min/ares)$	$C_R=(RS/min)$	$R_R=(RS/min)$	$L_R=(RS/min)$	$LR=(RS/min/V)$	$RR1=(RS/min)$	$LR1=(RS/min)$	$LR1=(RS/min/V)$	$RR2=(RS/min)$	$LR2=(RS/min)$	$LR2=(RS/min/V)$
40	18029,780	0,173	0,200	0,027	0,00339	0,147	-0,025	0,00249	0,355	0,182	0,00502
60	2270,741	0,173	0,257	0,085	0,00247	0,189	0,016	0,00181	0,457	0,284	0,00441
80	567,485	0,174	0,300	0,127	0,00185	0,221	0,047	0,00135	0,533	0,360	0,00333
100	193,578	0,175	0,334	0,158	0,00138	0,245	0,070	0,00088	0,583	0,417	0,00254
120	80,390	0,179	0,360	0,181	0,00098	0,265	0,085	0,00067	0,639	0,451	0,00191
140	38,240	0,185	0,381	0,197	0,00061	0,280	0,095	0,00055	0,677	0,482	0,00136
160	20,091	0,194	0,398	0,205	0,00044	0,293	0,099	0,00044	0,707	0,513	0,00094
180	11,388	0,207	0,412	0,205	-0,00014	0,303	0,095	-0,00030	0,731	0,524	0,00061
200	6,853	0,225	0,422	0,197	-0,00057	0,310	0,085	-0,00058	0,748	0,524	-0,00023
220	4,329	0,249	0,429	0,180	-0,00102	0,315	0,065	-0,00110	0,761	0,512	-0,00080
240	2,846	0,280	0,433	0,153	-0,00152	0,318	0,038	-0,00155	0,769	0,488	-0,00140
260	1,935	0,319	0,434	0,115	-0,00204	0,320	0,000	-0,00204	0,771	0,452	-0,00203
280	1,354	0,357	0,433	0,065	-0,00259	0,319	-0,048	-0,00255	0,769	0,402	-0,00269
300	0,971	0,423	0,429	0,005	-0,00314	0,316	-0,107	-0,00307	0,762	0,339	-0,00334
320	0,711	0,488	0,423	-0,065	-0,00368	0,311	-0,177	-0,00367	0,750	0,262	-0,00398
340	0,531	0,552	0,414	-0,148	-0,00419	0,304	-0,258	-0,00405	0,734	0,172	-0,00458
360	0,403	0,644	0,402	-0,241	-0,00464	0,295	-0,348	-0,00448	0,714	0,070	-0,00512
380	0,311	0,732	0,389	-0,343	-0,00503	0,285	-0,445	-0,00484	0,690	-0,042	-0,00559
400	0,243	0,827	0,373	-0,453	-0,00533	0,275	-0,552	-0,00512	0,663	-0,164	-0,00605

$L_{R0} = 0,201$ (RS/min)	$L_{Rmax} = 0,205$ (RS/min)	$L_{Rmcp} = 0,113$ (RS/min)
$V_C = 148$ (m/min)	$V_{mxd} = 171$ (m/min)	$V_{mcp} = 261$ (m/min)
$T_C = 29,255$ (min)	$T_{mxd} = 14,582$ (min)	$T_{mcp} = 1,900$ (min)

$L_{Rmax1} = 0,106$ (RS/min)	$L_{Rmax2} = 0,525$ (RS/min)
$V_{mxd1} = 162$ (m/min)	$V_{mxd2} = 191$ (m/min)
$T_{mxd1} = 18,923$ (min)	$T_{mxd2} = 8,566$ (min)

Planilha 5.2 - Influências da receita

5.5 - INTERVALO DE MÁXIMA EFICIÊNCIA E VELOCIDADE DE CORTE DE MÁXIMO LUCRO

O gráfico na Fig. 5.1 ilustra as curvas citadas no item anterior, identificando o intervalo de máxima eficiência ($V_0 - V_{mxp}$) para o processo de usinagem dos anéis PRR-46.

A vida da ferramenta em função da velocidade de corte é ilustrada na Fig. 5.2.

As velocidades de corte de mínimo custo e de máxima produção, correspondem na figura Fig. 5.1, à região de máxima eficiência.

Tais valores determinados são ilustrados a seguir :

$$\begin{array}{lll} V_0 = 148 \text{ (m/min)} & T_0 = 29,255 \text{ (min)} & L_{R0} = 0,201 \text{ (\$/pç)} \\ V_{mxp} = 261 \text{ (m/min)} & T_{mxp} = 1,900 \text{ (min)} & L_{mxp} = 0,113 \text{ (\$/pç)} \end{array}$$

A velocidade de corte para máxima razão de lucro e a respectiva vida da ferramenta para esta é determinada quando a derivada da razão de lucro em função da velocidade for igual a zero.

A receita a ser aplicada na determinação da velocidade de corte de máximo lucro (V_{mxl}) representa a abordagem desenvolvida no Capítulo 4, cujo valor pode ser visto a seguir :

$$R_{pi} = 0,789 \text{ (RS/pç)} \quad \text{equação (4.25)}$$

Na **Planilha 5.1** tanto a velocidade quanto a vida da ferramenta são definidas para o valor mais próximo de zero da coluna **V**, ao passo que na **Fig. 5.3** estes valores são visualizados para o ponto de máximo da curva da razão de lucro e respectivamente onde curva de sua derivada corta o eixo da abcissa. Sendo assim, estes valores são :

$$V_{\text{mxl}} = 171 \text{ (m/min)} \quad T_{\text{mxl}} = 14,582 \text{ (min)} \quad L_{\text{mxl}} = 0,206 \text{ (\$/pç)}$$

A velocidade de corte de máximo lucro pode ser determinada segundo **WU; ERMER (1966)**, quando o custo marginal for igual à receita marginal (colunas **G** e **H**), segundo as equações (3.74) a (3.76). Na **Planilha 5.1**, o valor da velocidade de corte de máximo é determinado para o valor mais próximo entre a igualdade do custo marginal e a receita marginal. Na figura **Fig. 5.3**, este valor é visto, quando a curva de custo marginal corta a da receita marginal. Consequentemente, determina-se a vida da ferramenta para tal velocidade. Logo os valores esperados são :

$$V_{\text{mxl}} = 180 \text{ (m/min)} \quad T_{\text{mxl}} = 11,388 \text{ (min)} \quad L_{\text{mxl}} = 0,205 \text{ (\$/pç)}$$

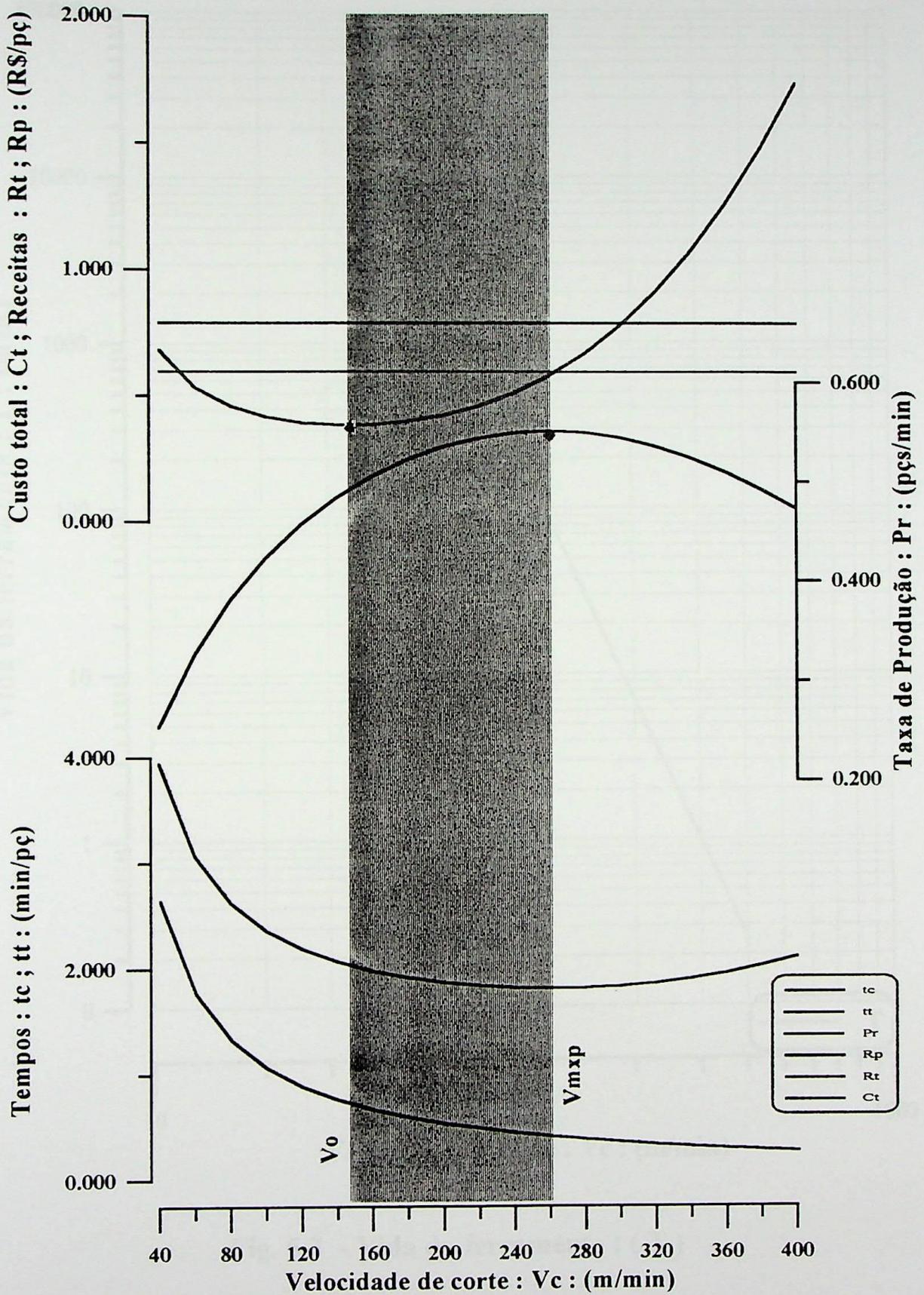


Fig. 5.1 - Intervalo de máxima eficiência : ($V_0 - V_{m xp}$)

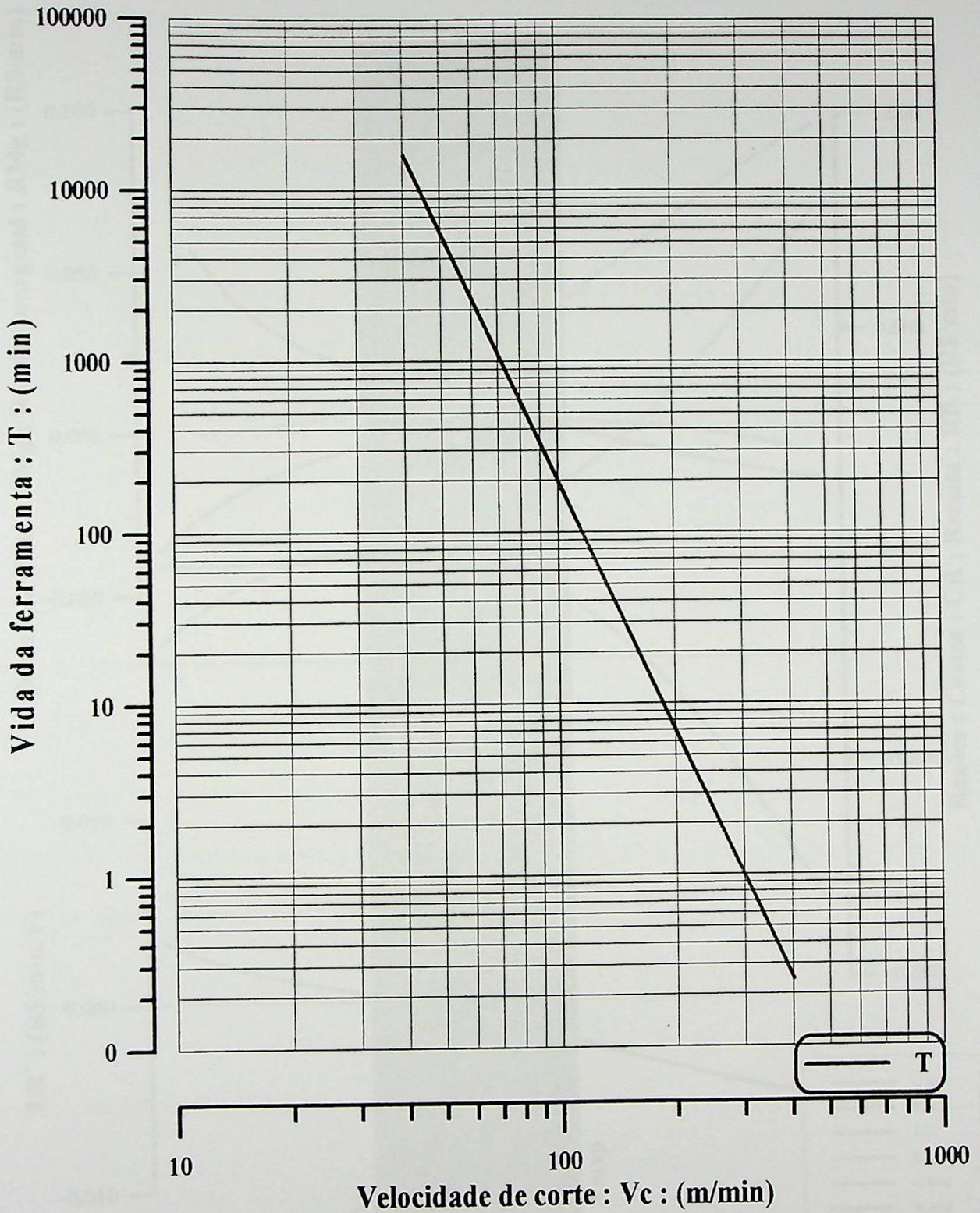


Fig. 5.2 - Vida da ferramenta : (T)

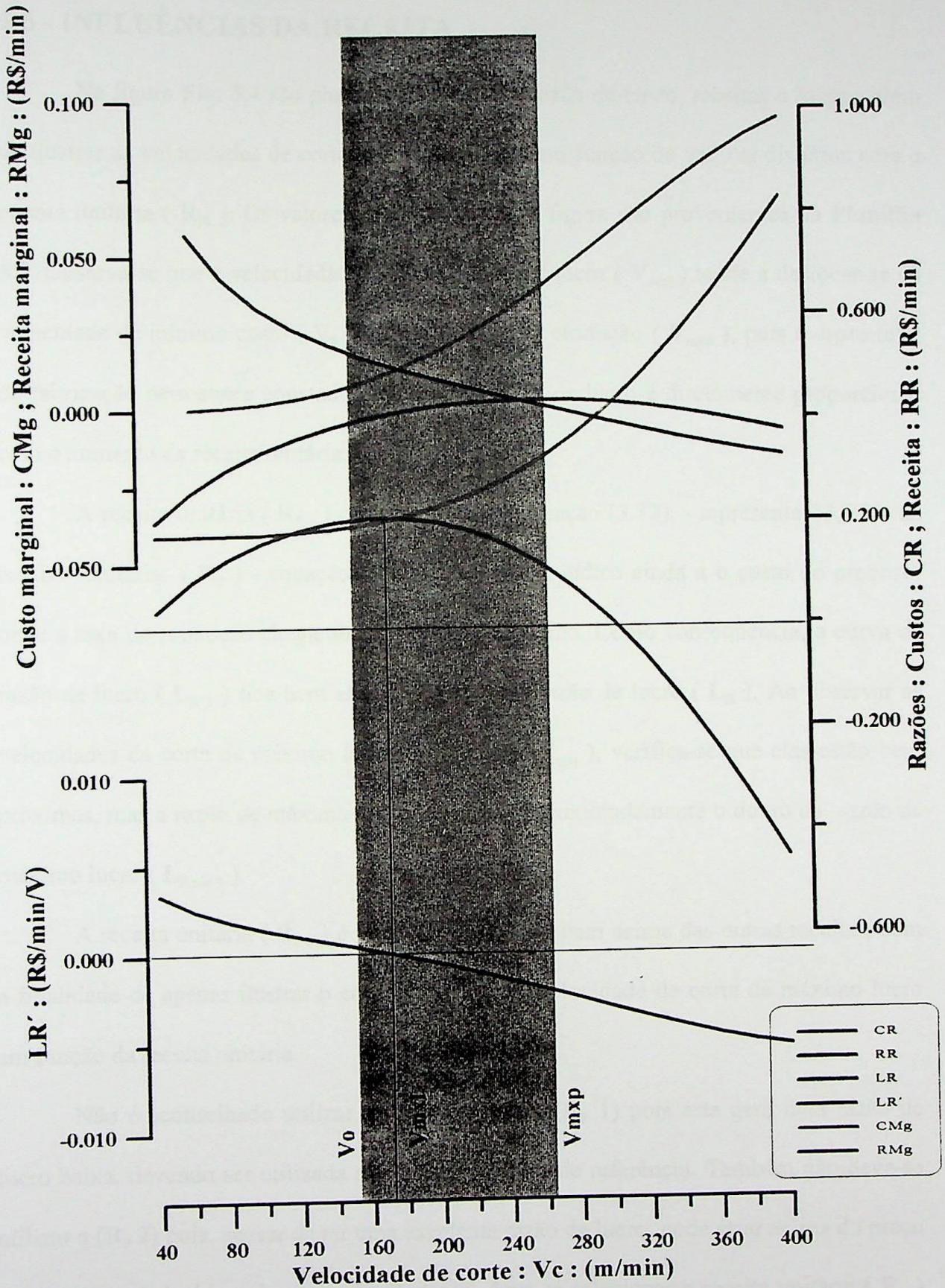


Fig. 5.3 - Velocidade de corte de máximo lucro : (V_{mxl})

5.6 - INFLUÊNCIAS DA RECEITA

Na figura Fig. 5.4 são plotadas as curvas de razão de custo, receitas e lucros; além de ilustrar as velocidades de corte de máximo lucro em função de valores distintos para a receita unitária (R_{p_i}). Os valores que fomentam tal figura são provenientes da Planilha 5.2. Observa-se que a velocidade de corte de máximo lucro (V_{mxl}) tende a deslocar-se da velocidade de mínimo custo (V_0) para a de máxima produção (V_{mxp}), pois o custo total de fabricação permanece constante, enquanto a razão de lucro é diretamente proporcional com o aumento da receita unitária.

A receita unitária (R_{p_1}) determinada pela equação (3.72), - representa 73,5 % da receita unitária (R_p) - equação (4.25). Tal receita indica ainda a o custo do processo onde a taxa de produção chega ao seu ponto de máximo. Como consequência, a curva de razão de lucro (L_{R_1}) fica bem abaixo da curva de razão de lucro (L_R). Ao observar as velocidades de corte de máximo lucro (V_{mxl_1}) e (V_{mxl}), verifica-se que elas estão bem próximas, mas a razão de máximo lucro ($L_{R_{max}}$) é aproximadamente o dobro da razão de máximo lucro ($L_{R_{mxl_1}}$).

A receita unitária (R_{p_2}) é um valor estipulado bem acima das outras receitas, com a finalidade de apenas ilustrar o comportamento da velocidade de corte de máximo lucro em função da receita unitária.

Não é aconselhado utilizar a receitas unitária ($R_p 1$) pois esta gera uma razão de lucro baixa, devendo ser utilizada apenas como ponto de referência. Também não deve-se utilizar a ($R_p 2$) pois, apesar de ter uma excelente razão de lucro, pode estar acima do preço de venda estabelecido pelo mercado. Portanto, deve-se selecionar a receita unitária (R_p) em função das demais devido ao fato de apresentar uma boa razão de lucro, e principalmente, trazer consigo o preço de venda do produto estabelecido pelo mercado.

5.7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta aplicação procura-se mostrar como um critério de otimização das condições econômicas de usinagem pode ser empregado em um processo real de torneamento, determinando-se assim o intervalo de máxima eficiência e a velocidade de corte de máximo lucro.

Os valores referentes aos custos desta aplicação, foram fornecidos pela empresa como valores próximos da realidade, mesmo assim pode-se determinar as condições econômicas ótima para tal processo. É claro, que uma empresa que venha a fazer uso desta abordagem, os valores a serem empregados devem expressar a realidade de seus custos, e ter em mãos o preço de venda definido pelo mercado.

O intervalo de máxima eficiência, é um ponto de partida para a otimização do processo de torneamento, delimitado pelas velocidades de corte de mínimo custo (V_0) e máxima produção (V_{mxp}). Seus valores são determinados pelas equações (3.58) e (3.57) e podem ser vistos nas figuras Fig. 5.1, Fig. 5.3 e Fig. 5.4. Dentro deste intervalo pode-se selecionar qualquer velocidade, mas a velocidade de corte de máximo lucro (V_{mxl}) continua sendo determinada pela equação (3.72) ou (4.27) dependendo da receita unitária do processo a ser utilizada.

Os valores das velocidades de corte empregadas nesta simulação foram consideradas contínuas tendo em vista uma melhor ilustração das curvas a serem traçadas, uma vez que a máquina em estudo possui velocidades escalonadas.

Portanto, os valores de velocidade de corte determinados para as condições econômicas de usinagem em questão podem não atender precisamente a faixa de rotação da máquina como é o caso da velocidade de corte de máximo lucro :

$$R_p = 0,789 \text{ (R\$/p\c)} \qquad V_{\text{mxi}} = 171 \text{ (m/min)} \qquad n_{170} = 1134 \text{ (rpm)}$$

De acordo com a faixa de rotação da máquina, a rotação calculada para a velocidade de corte de máximo lucro fica entre os seguintes valores :

$$n = 960 \text{ (rpm)} \qquad n = 1180 \text{ (rpm)}$$

Pode se assim utilizar ambas as rotações indicadas acima, pois estes valores se enquadram dentro do Intervalo de Máxima Eficiência, apesar de não se atingir o Ponto Ótimo devido a restrições da máquina, conforme considerações citadas no item 3.8.2 - A Condição de Máxima Eficiência. As rotações que se enquadram dentro do Intervalo de Máxima Eficiência devem estar no seguinte intervalo :

Intervalo de Máxima Eficiência	Rotação calculada	Faixa de Rotação da Máquina
$V_0 = 148 \text{ (m/min)}$	$n_0 = 981 \text{ (rpm)}$	$n = 960$
$V_{\text{mxp}} = 261 \text{ (m/min)}$	$n_{\text{mxp}} = 1731 \text{ (rpm)}$	$n = 1400$

Tab. 5.1 - Faixa de Rotação de Máxima Eficiência para a Máquina.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 - CONCLUSÕES :

O desenvolvimento deste trabalho justifica-se pela otimização das condições econômicas de usinagem para o processo mecânico de torneamento.

O presente trabalho procurou enfocar os problemas de custos e a formação de preço para o processo de torneamento, recorrendo-se de metodologias empregadas na apuração de custos, selecionando um sistema de custeio a partir de um modelo empregado em uma empresa de médio porte do ramo de usinagem, com o objetivo de solucionar tais problemas.

O capítulo 2 abordou os conceitos referentes à custos e aos sistemas de apuração dos mesmos. Foram identificados e comentados os sistemas de custeio Por Absorção e o Direto, os sistemas de custeio Por Absorção Departamentalizado e o ABC, aplicados pelas empresas. Utilizando-se de revisão bibliográfica, selecionou-se o Sistema de Apuração de Custo Por Absorção, pois este responde adequadamente as necessidades deste trabalho :

estabelecer o custo hora-máquina (C_m) para o processo de torneamento absorvido dos Custos Indiretos de Fabricação (CIF), além de auxiliar na formação de preço de tal processo.

O capítulo 3 enfocou os modelos desenvolvidos pelos autores pesquisados, aplicados na determinação das condições ótimas de usinagem. Estes autores utilizaram-se apenas dos custos fixos referentes à máquina e de sua depreciação para obter o custo hora-máquina (C_m) e aplicando-o nos modelos que determinam as velocidades de corte de mínimo custo (V_0) e máximo lucro (V_{mxl}). A receita por peça (R_i) para o processo de torneamento definida pela equação (3.72) não leva em consideração o mercado, o que na realidade é o próprio mercado que define o preço de venda dos produtos ou serviços em regime de concorrência perfeita.

O quarto capítulo, resultado das necessidades salientadas acima, descreve uma abordagem para a formação de preço, determinando através da equação (4.25) a receita por peça (R_{pi}) para o processo de torneamento. Inova com a aplicação do custo hora-máquina (C_m) absorvido dos custos indiretos de fabricação e a receita desta abordagem na otimização das condições econômicas de usinagem.

A validação deste trabalho pode ser comprovada no capítulo 5, onde se procurou aplicar as inovações desenvolvidas no quarto capítulo na determinação das condições ótimas de usinagem para um lote de anéis de amortecedores em uma empresa de pequeno porte. O principal objetivo deste capítulo foi a apresentação dos resultados obtidos para este ensaio através de planilhas e gráficos.

É evidente que cada empresa possui o sistema de custeio que atenda sua realidade, seja ele **Por Absorção, Direto** ou **ABC**.

Em empresas em que o sistema de custeio é o **Direto**, os custos indiretos fixos não são rateados ao custo hora-máquina (C_m) do processo de torneamento, mas devem ser utilizados na determinação da receita do processo, pois estes são tratados como despesas do período, segundo **OLIVEIRA (1991)**.

Já em empresas que apuram seus custos pelo sistema **ABC**, o processo de torneamento é tido como uma atividade que consome recursos os quais são apropriados como custo hora-máquina. Para este sistema recomenda-se que se faça uma abordagem para determinar as condições ótimas de usinagem com relação aos parâmetros de custos e receita.

A abordagem para a formação de preço elaborada neste trabalho, é bastante empregada nas empresas - equação (4.25) - e se aplica bem aos sistemas de custeio **Por Absorção e Direto**. O mesmo não se pode dizer em relação ao **ABC** o qual demanda estudo nesta área. Uma vez conhecido o custo hora-máquina (C_m) e o custo homem-hora (S_0) do processo de torneamento em um sistema de custeio **ABC** pode-se determinar a receita unitária pela equação (3.72) estabelecida por **CARVALHO (1991)**.

A receita unitária é um fator determinante na otimização econômica do torneamento. O valor da receita unitária (R_t) determinada pela equação (3.72) considera apenas o custo do processo, ao passo que a receita unitária (R_{pi}) determinada pela equação (4.25) considera o custo para cada processo e o preço de venda estabelecido pelo mercado.

É importante determinar ambas as receitas mencionadas anteriormente, pois a primeira define o custo do processo para a velocidade de custo de máxima produção. É interessante que esta esteja bem abaixo daquela determinada pela equação (4.25), pois caso contrário, tudo levar a crer que o custo do processo nesta empresa esteja acima do custo de outras empresas. Cabe a empresa repensar seus custos, senão corre o risco de trabalhar no vermelho, ou não conseguir vender seu produto ou serviço.

A determinação das condições econômicas ótimas para o processo de torneamento só se justifica para lotes contendo grande quantidade de um só tipo de peças. É interessante salientar a importância de se utilizar este trabalho na linha de produção de peças seriadas produzidas ao longo do ano e que guardam características geométricas e de materiais semelhantes para um mesmo lote.

Este trabalho, justificando seu objetivo definido anteriormente finaliza com as seguintes contribuições :

- salienta a importância dos custos indiretos de fabricação nos sistemas de apuração de custos;
- estabelece que o custo hora-máquina (C_m) tem que estar absorvido dos custos indiretos de fabricação;
- desenvolve uma abordagem para a determinação da receita unitária do processo levando-se em conta o preço venda estabelecido pelo mercado e os custos da empresa.

6.3 - RECOMENDAÇÕES :

6.3.1 - Aplicação na linha de produção :

Para se obter bons resultados no processo de torneamento são feitas as seguintes recomendações, para cada tipo de peça :

- estabelecer os tipos de peças que justificam a otimização do processo;
- definir os parâmetros de corte e o tipo de ferramenta a ser utilizada;
- identificar as atividades e tempo padrão do processo através do estudo de métodos e tempos;
- determinar os custos hora-máquina (C_m) e homem-hora (S_0), bem como a receita do processo (R_p) a partir de um sistema seguro de apuração de custos;
- determinar, através de planilhas de cálculos, o Intervalo de Máxima Eficiência e a Velocidade de Corte de Máximo Lucro (V_{mxl});
- armazenar e atualizar as informações obtidas em um banco de dados.

Uma empresa do ramo de usinagem que tem um sistema de custo bem aprimorado, certamente trará bons resultados se aplicar esta metodologia em seu processo de torneamento.

6.3.2 - Futuros trabalhos :

- Desenvolver uma abordagem para determinação das condições econômicas do processo de torneamento dentro do sistema de custeio ABC;
- Expandir a abordagem feita neste trabalho e para o sistema ABC em outros processos de usinagem;
- Criar um aplicativo computacional com recursos de :
 - gerar planilhas e gráficos que determinem o intervalo de Máxima Eficiência e a Velocidade de Corte de Máximo Lucro (V_{mxl});
 - armazenar e atualizar os parâmetros de corte e resultados para cada tipo de peça em um banco de dados.

Sugestão : utilizar linguagem gráfica de programação do tipo Visual.

ANEXOS

Anexo A - Sistemas de apuração de custos.

**Anexo B - Características geométricas do anel
PRR-46 e do Dispositivo.**

Anexo C - Estudos de métodos e tempos.

Anexo D - Características seletivas da ferramenta.

TIPOS DE CENTROS		CENTROS DIRETOS DE APOIO A PRODUÇÃO										CENTROS DIRETOS DE PRIMEIRA OPERAÇÃO					CENTROS DIRETOS DE SEGUNDA OPERAÇÃO					CENTROS INDIRETOS GERAIS	
		CAP-1 ADMINIST. PRODUÇÃO	CAP-2 CONTROLE QUALIDADE	CAP-3 ALMOXERIF MAT.PRIMA	CAP-4 FERRAMEN- TARIA	C1-1 TORNO STROHM-16	C1-2 TORNO SCHUTTE TBA-25	C1-3 TORNO TBA-25	C2-1 TORNO KUMMER	C2-2 TORNO SCHAUBLIN	C2-3 FRESA- DORA	C2-4 RETIFICA- DORA	C2-5 ACABA- MENTO	C10-1 EXPEDIÇÃO	C10-2 ADMINIS- TRAÇÃO								
Total		1088	594	37	120	41	48	39	25	12	5	4	6	7	45	75							
1 - Área (m2)		28					10	2	3	3	3	2	2	2									
2 - Nº de Máquinas Produtivas		8792					3600	640	931	969	1002	490	489	671									
3 - Horas Máquina Prod. Trabalh. Prevista (H/Máq.)		8792					3800	760	1140	1140	760	760	760	1140									
4 - Hora Máquina Disponível = 380 (H/Máq.) 2 turnos		100,00%					94,74%	84,21%	81,67%	85,00%	87,89%	64,47%	64,34%	58,86%									
5 - Grau Utilização Máquinas (%)		51	3	7	2	3	3	3	4	5	4	3	3	4	1	6							
6 - Pessoal Ocupado Total		37	6	4	1	2	2	2	1	4	3	2	2	2	1	5							
7 -	Fixo	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1							
8 -	Variável	30					3	2	3	6	6	3	3	4	0	1							
9 - Pessoal Ocupado Produtivo		17					2	1	1	4	4	2	2	2	0	1							
10 -	Fixo	13					1	1	1	2	2	1	1	1	0	1							
11 -	Variável	19					10	2	2	1	1	1	1	1	0	1							
12 - Relação Máquina Homem		5700					570	380	570	1140	1140	570	570	760									
13 - Horas Homem Prod. Disponível = 190 (H/Homem)		5119					440	352	465	1089	1062	570	519	672									
14 - Horas Homem Prod. Trabalh. Prev. Total (H/Homem)		2910					293	176	155	726	531	347	346	336									
15 - Horas Homem Prod. Trabalh. Prev. Pessoal Fixo (H/Homem)		2209					147	176	310	363	531	173	173	336									
16 - Horas Homem Prod. Trabalh. Prev. Pessoal Variável (H/Homem)		89,81%					77,19%	92,63%	81,58%	95,53%	93,16%	91,23%	91,05%	88,42%									
17 - Grau de Utilização Homem (%)		0	0,2	0,2	0	0,23	3	2,1	2,2	2,2	1,9	1,5	3	1,1	0,3	0,4							
18 - Kw/H Instalado Médio por Máquina por Centro Custo. (Kw/H)		21403					3600	640	931	969	1002	490	489	671	90	475							
19 - Horas Máquina Trabalhadas Previstas (H/Máq.)		6					10800	1344	2048,2	2131,8	1903,8	735	1467	738,1	45	190							
20 - Kw/H * Horas Máquina Trabalhadas Previstas (Kw/H * H/Máq.)		23528	418	380,2	106,4	357,43	10978,6	1515	2276,2	2207,8	1941,8	773	1505	776,1	64	228							
21 - Consumo Energia Elétrica (20 * 21 * 380 ou 190). (Kw)		1541					290	101	78	160	38	61	91	192									
22 - Número de Peças nas ordens de Produção (unidades)		550					220	40	60	100	30	60	40	40									
23 - Horas Requeridas de Ferramentaria (H)		1117					450	78	65	39	67	70	48	36	51	56							
24 - Horas Requeridas de Almoxarifado (unidades)		686					280	82	20	48	110	98	50	130	686	480							
25 - Número de Requisições ao Almoxarifado (unidades)		1533					250	25	20	48	110	98	50	130	686	480							
26 - Número de Pedidos Expedidos (unidades)																							
27 - Horas de Controle de Qualidade (H)																							

Quadro 1 - Informações sobre dados físicos e centros de custos
Fonte : BACIC; COSTA (1995)

DISTRIBUIÇÃO PRIMÁRIA DOS CUSTOS E DESPESAS PROJETADOS PARA O PRÓXIMO PERÍODO DEACORDO COM O GRÁU DE OCUPAÇÃO ESTIMADO									
QUADRO 2.2									
CENTROS DE CUSTOS									
CENTROS DIRETOS DE APOIO À PRODUÇÃO									
CENTROS DIRETOS DE PRIMEIRA OPERAÇÃO									
CENTROS DIRETOS DE SEGUNDA OPERAÇÃO									
CENTROS INDIRETOS GERAIS									
CENTROS INDIRETOS									
TIPOS DE CENTROS									
CUSTOS / DESPESAS INDIRETOS									
F/V									
FONTE									
Total									
CAP - 1									
CAP - 2									
CAP - 3									
CAP - 4									
C1 - 1									
C1 - 2									
C1 - 3									
C2 - 1									
C2 - 2									
C2 - 3									
C2 - 4									
C2 - 5									
C10 - 1									
C10 - 2									
C10 - 3									
C10 - 4									
C10 - 5									
C10 - 6									
C10 - 7									
C10 - 8									
C10 - 9									
C10 - 10									
C10 - 11									
C10 - 12									
C10 - 13									
C10 - 14									
C10 - 15									
C10 - 16									
C10 - 17									
C10 - 18									
C10 - 19									
C10 - 20									
C10 - 21									
C10 - 22									
C10 - 23									
C10 - 24									
C10 - 25									
C10 - 26									
C10 - 27									
C10 - 28									
C10 - 29									
C10 - 30									
C10 - 31									
C10 - 32									
C10 - 33									
C10 - 34									
C10 - 35									
C10 - 36									
C10 - 37									
C10 - 38									
C10 - 39									
C10 - 40									
C10 - 41									
C10 - 42									
C10 - 43									
C10 - 44									
C10 - 45									
C10 - 46									
C10 - 47									
C10 - 48									
C10 - 49									
C10 - 50									
C10 - 51									
C10 - 52									
C10 - 53									
C10 - 54									
C10 - 55									
C10 - 56									
C10 - 57									
C10 - 58									
C10 - 59									
C10 - 60									
C10 - 61									
C10 - 62									
C10 - 63									
C10 - 64									
C10 - 65									
C10 - 66									
C10 - 67									
C10 - 68									
C10 - 69									
C10 - 70									
C10 - 71									
C10 - 72									
C10 - 73									
C10 - 74									
C10 - 75									
C10 - 76									
C10 - 77									
C10 - 78									
C10 - 79									
C10 - 80									
C10 - 81									
C10 - 82									
C10 - 83									
C10 - 84									
C10 - 85									
C10 - 86									
C10 - 87									
C10 - 88									
C10 - 89									
C10 - 90									
C10 - 91									
C10 - 92									
C10 - 93									
C10 - 94									
C10 - 95									
C10 - 96									
C10 - 97									
C10 - 98									
C10 - 99									
C10 - 100									
C10 - 101									
C10 - 102									
C10 - 103									
C10 - 104									
C10 - 105									
C10 - 106									
C10 - 107									
C10 - 108									
C10 - 109									
C10 - 110									
C10 - 111									
C10 - 112									
C10 - 113									
C10 - 114									
C10 - 115									
C10 - 116									
C10 - 117									
C10 - 118									
C10 - 119									
C10 - 120									
C10 - 121									
C10 - 122									
C10 - 123									
C10 - 124									
C10 - 125									
C10 - 126									
C10 - 127									
C10 - 128									
C10 - 129									
C10 - 130									
C10 - 131									
C10 - 132									
C10 - 133									
C10 - 134									
C10 - 135									
C10 - 136									
C10 - 137									
C10 - 138									
C10 - 139									
C10 - 140									
C10 - 141									
C10 - 142									
C10 - 143									
C10 - 144									
C10 - 145									
C10 - 146									
C10 - 147									
C10 - 148									
C10 - 149									
C10 - 150									
C10 - 151									
C10 - 152									
C10 - 153									
C10 - 154									
C10 - 155									
C10 - 156									
C10 - 157									
C10 - 158									
C10 - 159									
C10 - 160									
C10 - 161									
C10 - 162									
C10 - 163									
C10 - 164									
C10 - 165									
C10 - 166									
C10 - 167									
C10 - 168									
C10 - 169									
C10 - 170									
C10 - 171									
C10 - 172									
C10 - 173									
C10 - 174									
C10 - 175									
C10 - 176									
C10 - 177									
C10 - 178									
C10 - 179									
C10 - 180									
C10 - 181									
C10 - 182									
C10 - 183									
C10 - 184									
C10 - 185									
C10 - 186									
C10 - 187									
C10 - 188									
C10 - 189									
C10 - 190									
C10 - 191									
C10 - 192									
C10 - 193									
C10 - 194									
C10 - 195									
C10 - 196									
C10 - 197									
C10 - 198									
C10 - 199									
C10 - 200									
C10 - 201									
C10 - 202									
C10 - 203									
C10 - 204									
C10 - 205									
C10 - 206									
C10 - 207									
C10 - 208									
C10 - 209									
C10 - 210									
C10 - 211									
C10 - 212									
C10 - 213									
C10 - 214									
C10 - 215									
C10 - 216									
C10 - 217									
C10 - 218									
C10 - 219									
C10 - 220									
C10 - 221									
C10 - 222									
C10 - 223									
C10 - 224									
C10 - 225									
C10 - 226									
C10 - 227									
C10 - 228									
C10 - 229									
C10 - 230									
C10 - 231									
C10 - 232									
C10 - 233									
C10 - 234									
C10 - 235									
C10 - 236									
C10 - 237									
C10 - 238									
C10 - 239									
C10 - 240									
C10 - 241									
C10 - 242									
C10 - 243									
C10 - 244									
C10 - 245									
C10 - 246									
C10 - 247									
C10 - 248									
C10 - 249									
C10 - 250									
C10 - 251									
C10 - 252									
C10 - 253									
C10 - 254									
C10 - 255									
C10 - 256									
C10 - 257									
C10 - 258									
C10 - 259									
C10 - 260									
C10 - 261									
C10 - 262									
C10 - 263									
C10 - 264									
C10 - 265									
C10 - 266									
C10 - 267									
C10 - 268									
C10 - 269									
C10 - 270									
C10 - 271									
C10 - 272									
C10 - 273									
C10 - 274									
C10 - 275									
C10 - 276									
C10 - 277									
C10 - 278									
C10 - 279									
C10 - 280									
C10 - 281									
C10 - 282									
C10 - 283									
C10 - 284									
C10 - 285									
C10 - 286									
C10 - 287									
C10 - 288									
C10 - 289									
C10 - 290									
C10 - 291									
C10 - 292									
C10 - 293									
C10 - 294									
C10 - 295									
C10 - 296									
C10 - 297									
C10 - 298									
C10 - 299									
C10 - 300									
C10 - 301									
C10 - 302									
C10 - 303									
C10 - 304									
C10 - 305									
C10 - 306									
C10 - 307									
C10 - 308									
C10 - 309									
C10 - 310									
C10 - 311									
C10 - 312									
C10 - 313									
C10 - 314									
C10 - 315									
C10 - 316									
C10 - 317									
C10 - 318									
C10 - 319									
C10 - 320									
C10 - 321									
C10 - 322									
C10 - 323									
C10 - 324									
C10 - 325									
C10 - 326									
C10 - 327									
C10 - 328									
C10 - 329									
C10 - 330									
C10 - 331									
C10 - 332									
C10 - 333									
C10 - 334									
C10 - 335									
C10 - 336									
C10 - 337									
C10 - 338									
C10 - 339									
C10 - 340									
C10 - 341									
C10 - 342									
C10 - 343									
C10 - 344									
C10 - 345									
C10 - 346									
C10 - 347									
C10 - 348									
C10 - 349									
C10 - 350									
C10 - 351									
C10 - 352									
C10 - 353									
C10 - 354									
C10 - 355									
C10 - 356									
C10 - 357									
C10 - 358									
C10 - 359									
C10 - 360									
C10 - 361									
C10 - 362									
C10 - 363									
C10 - 364									
C10 - 365									
C10 - 366									
C10 - 367									
C10 - 368									
C10 - 369									
C10 - 370									
C10 - 371									
C10 - 372									
C10 - 373									
C10 - 374									
C10 - 375									
C10 - 376									
C10 - 377									
C10 - 378									
C10 - 379									
C10 - 380									
C10 - 381									
C10 - 382									
C10 - 383									
C10 - 384									
C10 - 385									
C10 - 386									
C10 - 387									
C10 - 388									
C10 - 389									
C10 - 390									
C10 - 391									
C10 - 392									
C10 - 393									
C10 - 394									
C10 - 395									
C10 - 396									
C10 - 397									
C10 - 398									
C10 - 399									
C10 - 400									
C10 - 401									
C10 - 402									
C10 - 403									
C10 - 404									
C10 - 405									
C10 - 406									
C10 - 407									
C10 - 408									
C10 - 409									
C10 - 410									
C10 - 411									
C10 - 412									
C10 - 413									
C10 - 414									
C10 - 415									
C10 - 416									
C10 - 417									
C10 - 418									
C10 - 419									
C10 - 420									
C10 - 421									
C10 - 422									
C10 - 423									
C10 - 424									
C10 - 425									
C10 - 426									
C10 - 427									
C10 - 428									
C10 - 429									
C10 - 430									
C10 - 431									
C10 - 432									
C10 - 433									
C10 - 434									
C10 - 435									
C10 - 436									
C10 - 437									
C10 - 438									
C10 - 439									
C10 - 440									
C10 - 441									
C10 - 442									
C10 - 443									
C10 - 444									
C10 - 445									
C10 - 446									
C10 - 447									
C10 - 448									
C10 - 449									
C10 - 450									
C10 - 451									
C10 - 452									
C10 - 453									
C10 - 454									
C10 - 455									
C10 - 456									
C10 - 457									
C10 - 458									
C10 - 459									
C10 - 460									
C10 - 461									
C10 - 462									
C10 - 463									
C10 - 464									
C10 - 465									
C10 - 466									
C10 - 467									
C10 - 468									
C10 - 469									
C10 - 470									

QUADRO 3														
DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA DOS CUSTOS / DESPESAS INDETERMINADAS	CENTROS INDETERMINADOS DE APOIO À PRODUÇÃO				CENTROS DIRETOS DE PRIMEIRA OPERAÇÃO				CENTROS DIRETOS DE SEGUNDA OPERAÇÃO				CENTROS INDETERMINADOS GERAIS	
	CAP-1: ADMINIST. PRODUÇÃO	CAP-2: CONTROLE QUALIDADE	CAP-3: ALMOXARIF. MAT. PRIMA	CAP-4: FERRAMENTARIA	C1-1: TORNO STROMM-16	C1-2: TORNO SCRUTTS	C1-3: TORNO TBA-23	C2-1: TORNO KUMBER	C2-2: TORNO SCHAUBLEN	C2-3: FRESA DORA	C2-4: RETIFICA DORA	C2-5: ACABAMENTO	C10-1: EXPEDIÇÃO	C10-2: ADMINS-TRACAO
Total	14976,89	7519,59	3039,90	4951,88	1527,89	17154,29	810,04	5135,90	702,64	394,00	589,42	231,68	2606,24	25794,98
Custo/Despesa indiretos FIXOS														
Chôfiro de Distribuição	8433,29													
Unitário														
CAP-1: Núm. citações nas O. P.	(14976,90)	1812,44	2274,23	1059,36	2818,49	981,61	758,08	1555,03	169,32	592,86	884,42	1866,04	0,00	0,00
		9337,03	5314,13	6013,24	4346,38	18133,90	1568,12	6690,93	1071,96	986,86	1473,84	2097,72	2606,24	25794,98
CAP-2: Horas de C. Q.		(9337,03)	1382,82	150,31	1683,43	493,00	120,25	288,59	66,35	589,20	300,61	781,59	2885,88	0,00
			6696,95	6165,55	6029,81	18628,91	1688,36	6979,52	1733,31	1576,06	1774,46	2879,31	5492,12	23794,98
CAP-3: Número de Requisições			(6696,95)		2697,97	467,65	389,71	233,82	401,70	419,68	381,78	215,84	305,77	335,75
					7104,84	8727,78	19096,56	2078,07	7213,34	2135,01	1995,74	2062,24	5995,13	26130,73
CAP-4: Hora Requis. Ferramentaria					2841,94	516,72	775,07	1291,79	387,54	775,07	516,72	0,00	0,00	0,00
					11569,72	19613,27	2833,14	8505,13	2522,54	2770,81	2578,96	3095,15	5797,89	26130,73
TOTAL CUSTOS FIXOS APÓS DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA														
Custo/Despesa indiretos VARIÁVEIS	5110,62	263,17	2528,72	2727,41	6143,88	20268,46	3570,83	2306,49	1561,54	3843,66	846,12	1972,51	2174,58	2302,81
Unitário														
CAP-1: Núm. citações nas O. P.	(5110,62)	620,17	776,04	361,49	961,76	334,96	258,68	530,63	126,02	202,30	301,80	636,75	0,00	0,00
		883,34	3304,76	3088,90	7305,64	20603,42	3829,51	2837,12	1687,56	4045,96	1147,92	2609,26	2174,58	2302,81
CAP-2: Horas de C. Q.		(883,34)	130,82	14,22	159,26	46,64	11,38	27,30	65,57	55,74	28,44	73,94	273,02	0,00
			3433,59	3103,12	7464,91	20650,06	3840,89	2864,42	1750,13	4101,70	1176,36	2683,21	2447,60	2102,81
CAP-3: Número de Requisições			(3433,59)		482,89	239,91	199,92	119,95	206,07	215,30	147,63	110,73	156,86	172,24
					3596,01	8848,99	20889,97	4040,81	2984,37	1956,21	4317,01	1323,99	2793,93	2604,46
CAP-4: Hora Requis. Ferramentaria					1434,40	260,80	391,20	652,00	195,60	391,20	260,80	0,00	0,00	0,00
					10283,39	21150,77	4432,01	3636,37	2151,81	4708,21	1584,79	2793,93	2604,46	2473,03
TOTAL CUSTOS VARIÁVEIS APÓS DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA														
FIXOS	13821,27				2329,14	1083,6	834,7	3344,91	2769,48	1822,04	1729,26	1908,14		
VARIÁVEIS	11009,84				1067,52	1057,17	1613,76	1443,48	2517,71	801,7	739	1767,5		
Unidades de Trabalho														
Custo Fixo indireto por Unidade de Trabalho	3,21				3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06	3,06		
Custo Variável indireto por Unidade de Trabalho	2,86				2,86	33,05	4,76	3,75	2,13	9,61	3,24	4,16		
Custo Total indireto por Unidade de Trabalho	6,07				6,07	63,69	7,83	6,81	5,19	12,67	6,30	7,22		
Unidades de Trabalho														
Custo Fixo Hora Homem Trabalhada	7,95				7,95	6,16	5,39	4,61	5,22	5,25	5,00	5,68		
Custo Variável Hora Homem Trabalhada	7,26				7,26	6,01	5,21	3,98	4,74	4,63	4,27	5,26		
Custo Total Hora Homem Trabalhada	15,21				15,21	12,16	10,59	8,59	9,96	9,88	9,27	10,94		
TAXA ADMINISTRATIVA														
Parcela Fixa	26130,73	2473,07												
Parcela Variável														
Base de Cálculo														
Parcela Fixa														
Parcela Variável														
Taxa Administrativa														
Valor do Centro de Custo														

Quadro 3 - Distribuição secundária aos centros de custos
Fonte : BACIC; COSTA (1995)



DETERMINAÇÃO DOS TEMPOS OPERACIONAIS		QUADRO 2.4.1		
PEÇA:	CLIENTE:	DATA: / /		
OPERAÇÃO	CENTRO DE CUSTO	HORAS-MÁQUINA	HORAS-HOMEM	
1 - Preparação	C1-1		4	
2 - Primeira Operação	C1-1	147	14,7	
3 - Lixar (Acabamento da Primeira Op.)	C2-5	10	10	
4 - Laminar Rosca	C2-2	14	14	
5 - Usinar	C2-1	55	55	
6 - Retificar	C2-6	33	33	

Quadro 4.1 - Determinação dos tempos operacionais para o pedido
Fonte : BACIC; COSTA (1995)

DETERMINAÇÃO DO CUSTO DO PEDIDO				QUADRO 2.4.2			
Peça nº : XYZ							
1 - MATERIA PRIMA							
Tipo:	Su2814 d 12,75mm						
Quantidade Necessária	Kg	800					
Preço por Kg	\$/Kg	2,00					
ICMS	18%	0,36					
Preço Líquido		1,64					
CUSTO TOTAL DA MATERIA PRIMA				1312,00			
3 - CUSTO HORA MAQUINA							
C1-1 Strohm							
	Custo (\$)	Hora	Total				
Custo Total	6,07	147,00	892,29				
Custo Fixo	3,21	147,00	471,87				
Custo Variável	2,86	147,00	420,42				
C2-5 Acabamento							
	Custo (\$)	Hora	Total				
Custo Total	8,77	10,00	87,70				
Custo Fixo	4,61	10,00	46,10				
Custo Variável	4,16	10,00	41,60				
C2-2 Tomo Chaublin							
	Custo (\$)	Hora	Total				
Custo Total	4,67	14,00	65,38				
Custo Fixo	2,52	14,00	35,28				
Custo Variável	2,15	14,00	30,10				
C2-1 Tomo Kummer							
	Custo (\$)	Hora	Total				
Custo Total	12,53	55,00	689,15				
Custo Fixo	8,78	55,00	482,90				
Custo Variável	3,75	55,00	206,25				
C2-6 Retífica							
	Custo (\$)	Hora	Total				
Custo Total	8,51	33,00	280,83				
Custo Fixo	5,27	33,00	173,91				
Custo Variável	3,24	33,00	106,92				
CIG-1 Expedição							
	Custo (\$)	Hora	Total				
Custo Total	12,25	2	24,50				
Custo Fixo	8,45	2	16,90				
Custo Variável	3,80	2	7,60				
CUSTO MAQUINA : 3							
	Custo Fixo	1226,96					
	Custo Variável	812,89					
	Custo Total	2039,85					
TOTAL GERAL : 3+2+4							
	Custo Fixo	1913,17					
	Custo Variável	1416,72					
	Custo Total	3329,88					
5 - CUSTO DE PROCESSAMENTO : 2+3+4				3329,88			
6 - CUSTO DE PRODUÇÃO : 1+5				4641,88			
7 - TAXA ADMINISTRATIVA				719,94			
	Parte Fixa	34,78%	665,40				
	Parte Variável	3,85%	54,54				
8 - TOTAL DE CUSTO INTERNO : 6+7				5361,83			
9 - SERVIÇOS DE TERCEIROS							
Fosfabização	Quilos=	R\$ uni.=	Total=				
10 - CUSTO TOTAL DE FABRICAÇÃO				5361,83			
2 - MONTAGEM : Strohm							
	Tempo (horas)	Custo (\$)	Total				
Custo Total	4	15,20	60,80				
Custo Fixo	4	7,94	31,76				
Custo Variável	4	7,26	29,04				
4 - CUSTO MAO-DE-OBRA DIRETA							
C1-1 Strohm							
	Custo (\$)	Hora	Total				
Custo Total	15,22	14,70	223,73				
Custo Fixo	7,94	14,70	116,72				
Custo Variável	7,28	14,70	107,02				
C2-5 Acabamento							
	Custo (\$)	Hora	Total				
Custo Total	8,77	10,00	87,70				
Custo Fixo	4,61	10,00	46,10				
Custo Variável	4,16	10,00	41,60				
C2-2 Tomo Chaublin							
	Custo (\$)	Hora	Total				
Custo Total	9,96	14,00	139,44				
Custo Fixo	5,22	14,00	73,08				
Custo Variável	4,74	14,00	66,36				
C2-1 Tomo Kummer							
	Custo (\$)	Hora	Total				
Custo Total	8,59	55,00	472,45				
Custo Fixo	4,61	55,00	253,55				
Custo Variável	3,98	55,00	218,90				
C2-6 Retífica							
	Custo (\$)	Hora	Total				
Custo Total	9,27	33,00	305,91				
Custo Fixo	5	33,00	165,00				
Custo Variável	4,27	33,00	140,91				
CUSTO MAO-DE-OBRA DIRETA : 2+4							
	Custo Fixo	686,21					
	Custo Variável	603,83					
	Custo Total	1290,03					

Quadro 4.2 - Determinação do custo do pedido
 Fonte : BACIC; COSTA (1995)

EXEMPLO DE FORMAÇÃO DE PREÇO DE VENDA		QUADRO 2.4.3
01 - CUSTO TOTAL		5362,12
02 - LUCRO (15% sobre Custo Total)	15,00%	804,32
02 - CUSTO ACRESCIDO DO LUCRO		6166,44
03 - IMPOSTOS SOBRE O PREÇO DE VENDA (ICMS; CONFINS; PIS)	26,02%	1604,51
04 - PREÇO DE VENDA ANTES DO IPI		7770,95
ANÁLISE DA MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO		
VENDA		7770,95
(-) CUSTO VARIÁVEL		4387,88
Matéria-Prima	1312,00	
Máquinas	812,55	
Mão-de-Obra Direta	604,10	
Administração	54,48	
Impostos	1604,75	
MARGEM DE CONTRIBUIÇÃO		3383,07
(-) CUSTO FIXO		2578,98
Máquinas	1227,49	
Mão-de-Obra Direta	685,96	
Administração	665,53	
= LUCRO		804,09
-IMPOSTO DE RENDA (30%)	30,00%	241,23
= LUCRO DEPOIS DO LR	(10% sobre Custo Total)	562,86

Quadro 4.3 - Exemplo de formação de preço de venda
 Fonte : BACIC; COSTA (1995)

SISTEMA DE CUSTO DE NÃO QUALIDADE		QUADRO 2.5
PERÍODO : ___/___/___		(R\$)
FALHAS INTERNAS		
1 - PERDA DE MATERIAL (Número de Ordem de Produção, Especificação de Material, Kg, Valor Unitário, Valor Total)		
2 - RETRABALHOS 2.1 - RISCOS 2.2 - DEFEITOS NA ROSCA 2.3 - DEFEITOS EM CHANFROS 2.4 - DEFEITOS EM ACABAMENTOS 2.5 - REINSPEÇÃO 2.6 - OUTROS (Número de Ordem de Produção, Centro de Custo, Tempo, Custo Unitário, Custo Total)		
FALHAS EXTERNAS		
1 - DEVOLUÇÕES PELO CLIENTE NÃO RECUPERÁVEIS (Cliente, Peças, Número de Ordem de Produção, Quantidade, Valor Unitário, Valor Total)		
2 - RETRABALHOS POR DEVOLUÇÃO DO CLIENTE 2.1 - RISCOS 2.2 - DEFEITOS NA ROSCA 2.3 - DEFEITOS EM CHANFROS 2.4 - DEFEITOS EM ACABAMENTOS 2.5 - REINSPEÇÃO 2.6 - OUTROS (Número de Ordem de Produção, Centro de Custo, Tempo, Custo Unitário de Retrabalho, Custo de Transporte, Custo Total)		
3 - REINSPEÇÃO DO CLIENTE (Cliente, Peças, Número de Ordem de Produção, Quantidade, Transporte, Ajuda de Custo, Custo das Horas de Reinspeção)		

Quadro 5 - Sistema de custo de não qualidade
 Fonte : BACIC; COSTA (1995)

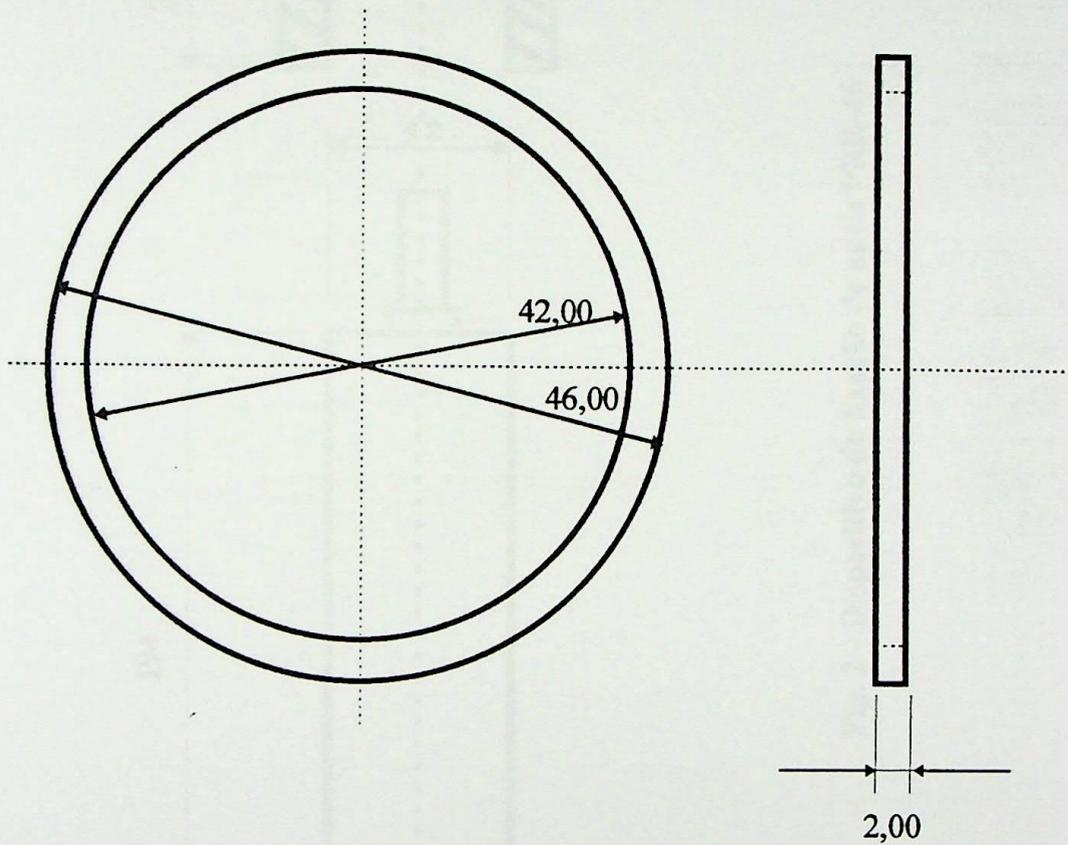


Fig. 1 - Anel - PRR-46

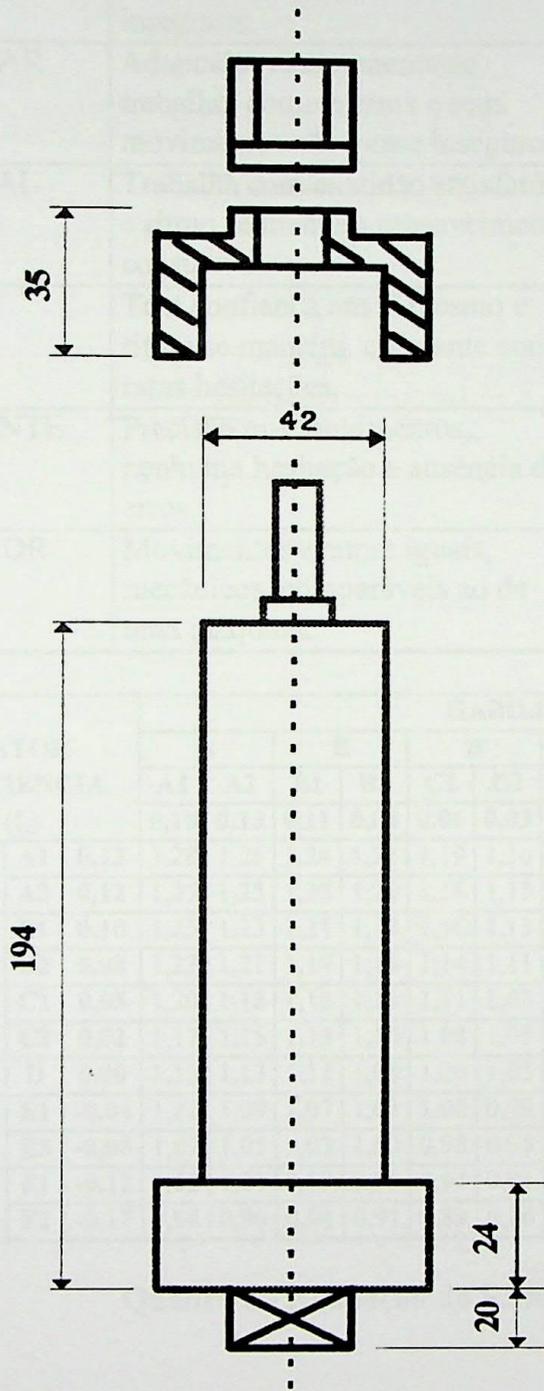


Fig. 2 - Dispositivo de fixação de anéis PRR-46

CLASSIFICAÇÃO	HABILIDADE	ESFORÇO
FRACA (F)	Não adaptado ao trabalho, comete erros e seus movimentos são inseguros.	Falta de interesse ao trabalho e utiliza métodos inadequados.
REGULAR (R)	Adaptado relativamente ao trabalho, comete erros e seus movimentos são quase inseguros.	As mesmas tendências, porém com menos intensidade.
NORMAL (N)	Trabalha com exatidão satisfatória e ritmo se mantém razoavelmente constante.	Trabalha com constância e se esforça razoavelmente.
BOA (B)	Tem confiança em si mesmo e ritmo se mantém constante com raras hesitações.	Trabalha com constância e confiança, muito pouco ou nenhum tempo perdido.
EXCELENTE (E)	Precisão nos movimentos, nenhuma hesitação e ausência de erros.	Trabalha com rapidez e com movimentos precisos.
SUPERIOR (S)	Movimentos sempre iguais, mecânicos, comparáveis ao de uma máquina.	Se lança numa marcha impossível de manter. Não serve para estudo de tempos.

FATOR EFICIÊNCIA (f _i)			HABILIDADE											
			S		E		B		N	R		F		
			A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E1	E2	F1	F2	
			0,15	0,13	0,11	0,08	0,06	0,03	0,00	-0,05	-0,10	-0,16	-0,22	
E S F O R Ç O	S	A1	0,13	1,28	1,26	1,24	1,21	1,19	1,16	1,13	1,08	1,03	0,97	0,91
		A2	0,12	1,27	1,25	1,23	1,20	1,18	1,15	1,12	1,07	1,02	0,96	0,90
	E	B1	0,10	1,25	1,23	1,21	1,18	1,16	1,13	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88
		B2	0,08	1,23	1,21	1,19	1,16	1,14	1,11	1,08	1,03	0,98	0,92	0,86
	B	C1	0,05	1,20	1,18	1,16	1,13	1,11	1,08	1,05	1,00	0,95	0,89	0,83
		C2	0,02	1,17	1,15	1,13	1,10	1,08	1,05	1,02	0,97	0,92	0,86	0,80
	N	D	0,00	1,15	1,13	1,11	1,08	1,06	1,03	1,00	0,95	0,90	0,84	0,78
	R	E1	-0,04	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	0,99	0,96	0,91	0,86	0,80	0,74
		E2	-0,08	1,07	1,05	1,03	1,00	0,98	0,95	0,92	0,87	0,82	0,76	0,70
	F	F1	-0,12	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,88	0,83	0,78	0,72	0,66
F2		-0,17	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,86	0,83	0,78	0,73	0,67	0,61	

Quadro 6 - Avaliação do Ritmo de Trabalho¹

¹TOLEDO JR, I. F. Bueno. *Produção, Produtividade e Eficiência*. 5ª edição. Mogi das Cruzes: Itys-Fifes Bueno de Toledo Jr & Cia Ltda. Assessoria, Escola e Editora, 1988.

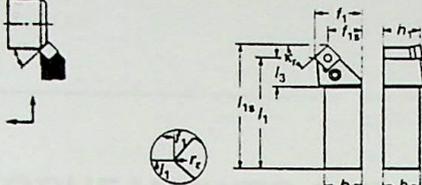
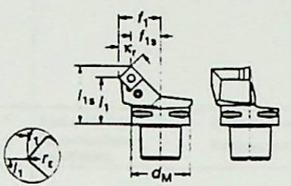
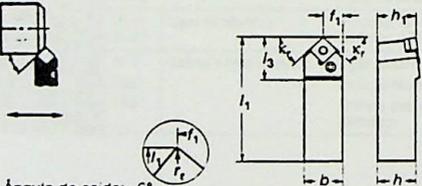
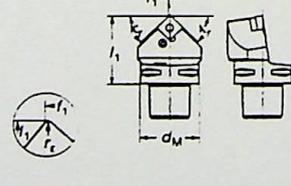
FADIGA MENTAL			FADIGA FÍSICA		
GRAU		ABONO %	GRAU		ABONO %
			Muito Leve ML		1,80
Leve	L	0,60	Leve	L	3,60
Médio	M	1,80	Médio	M	5,40
Pesado	P	3,00	Pesado	P	7,20
			Muito Pesado MP		9,00

RECUPERAÇÃO DA FADIGA		ABONO POR MONOTONIA	
% DE TEMPO	FATOR %	CICLO min	ABONO %
00 - 05	1,00	0,00 - 0,05	7,80
06 - 10	0,90	0,06 - 0,25	5,40
11 - 15	0,80	0,26 - 0,50	3,60
16 - 20	0,71	0,51 - 1,00	2,10
21 - 25	0,62	1,00 - 4,00	1,50
26 - 30	0,54	4,00 - 8,00	1,00
31 - 35	0,46	8,00 - 12,00	0,60
36 - 40	0,39	12,00 - 16,00	0,30
41 - 45	0,32	> 16,00	0,10
46 - 50	0,26		
51 - 55	0,20		
56 - 60	0,15		

Quadro 7 - Análise de Fadiga¹

¹ BARNES, R. M. *Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida do Trabalho*. 6ª ed. Trad. Sérgio Luiz Oliveira Assis et. Al. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1982; KANATAWY, G. *Introduction to Work Study*. 4ª edição. Geneva: International Labour Office, 1992; TOLEDO JR, I. F. Bueno. *Produção, Produtividade e Eficiência*. 5ª edição. Mogi das Cruzes: Itys-Fifes Bueno de Toledo Jr & Cia Ltda. Assessoria, Escola e Editora, 1988.

TORNEAMENTO GERAL Usinagem externa – T-MAX P

Pastilhas	 SNMM SNMG SNGA SNMA Veja páginas 19-21.	Código para pedido	Dimensões, mm														
			h	h ₁	b	l ₁	l _{1S}	l ₃	f ₁	f _{1S}	r _c						
PSSNR/L κ _r 45°  Ângulo de saída: -8° Ângulo de inclinação: 0° Coromant Capto™  Mostrado versão direita	 SNMM SNMG SNGA SNMA Veja páginas 19-21.	09	PSSNR/L 1616H09 2020K09 2525M09	16	16	16	100	106,1	22	20	14,3	0,8	2,5				
		12	PSSNR/L 2020K12 2525M12 3225P12	20	20	20	125	133,3	29,3	25	17	0,8		3			
		15	PSSNR/L 2525M15 3225P15 3232P15	25	25	25	150	160,2	34	32	22,1	1,2			3		
		19	PSSNR/L 3232P19 4040S19	32	32	32	170	180,2	34	40	30,1	1,2	4				
		25	PSSNR/L 4040S25	40	40 ¹⁾	40	250	266	8,8	50 ¹⁾	34,4	2,4		5			
		¹⁾ Com pastilha de 7.94 mm de espessura. Com pastilha de 9.52 mm de espessura: h ₁ = 41.56 e f ₁ = 50,16 mm.															
					d _M	l ₁	l _{1S}	l ₃	f _{1S}	r _c							
					12	C3-PSSNR/L-22032-12 C4-PSSNR/L-27042-12 C5-PSSNR/L-35052-12 C6-PSSNR/L-45056-12	32	32	40,3	22	13,7	0,8			3		
					15	C4-PSSNR/L-27040-15 C5-PSSNR/L-35050-15 C6-PSSNR/L-45054-15	40	40	50,2	27	16,8	1,2				3	
					19	C5-PSSNR/L-35048-19 C6-PSSNR/L-45052-19	50	50	60,2	35	24,8	1,2					4
					19	C5-PSSNR/L-35048-19 C6-PSSNR/L-45052-19	63	54	64,2	45	34,8	1,2					
		PSDNN κ _r 45°  Ângulo de saída: -6° Ângulo de inclinação: -6° Coromant Capto™ 	 SNMM SNMG SNGA SNMA Veja páginas 19-21.	09	PSDNN 1010E09 1212F09 1616H09	10	10	10	70	20	5,3	0,8	2,5				
				12	PSDNN 2020K12 2525M12 3225P12	20	20	20	125	27,6	10,3	0,8		3			
				19	PSDNN 3225P19 3232P19	25	25	25	150	27,6	12,8	0,8			4		
				25	PSDNN 4040S25	32	32	25	170	40,4	13	1,2	4				
¹⁾ Com pastilha de 7.94 mm de espessura. Com pastilha de 9.52 mm de espessura: h ₁ = 41.56 mm.																	
				d _M	l ₁	f ₁	r _c										
				12	C3-PSDNN-00040-12 C4-PSDNN-00050-12 C5-PSDNN-00060-12 C6-PSDNN-00065-12	32	40	0,3	0,8					3			
				15	C4-PSDNN-00050-15 C5-PSDNN-00060-15 C6-PSDNN-00065-15	40	50	0,5	1,2			3					
				19	C5-PSDNN-00060-19 C6-PSDNN-00065-19	50	60	0,5	1,2				4				
				25	C6-PSDNN-00065-25 C8-PSDNN-00080-25	63	65	1,0	2,4								

A chave para fixação da pastilha deve ser pedida separadamente.
 Informações técnicas, veja páginas 137-169.
 Componentes, veja páginas 358-361.

Exemplo para pedido: 2 peças PSSNR 1616H09
 2 peças PSSNL 1616H09
 R = versão direita. L = versão esquerda



Tab. 1 - Seleção do porta-pastilha

TORNEAMENTO GERAL Dados de corte

As recomendações são válidas para uso com refrigeração

ISO	CMC No.	Material	Força de corte específica K_c 0,4	Dureza Brinell	Resistência ao desgaste				
					CLASSES BASICAS				
					GC4015	GC4025	GC4035	CT515	
					Avanço, f_n mm/r				
					0,1 - 0,3 - 0,6	0,1 - 0,3 - 0,6	0,1 - 0,3 - 0,6	0,05 - 0,1 - 0,2	
					Velocidade de corte, v_c m/min				
			N/mm ²	HB					
04.1		Aços extra duro	Endurecidos e temperados	4700	59 HRC	39 - 30 - 20			
10.1		Ferros fundidos coquilhados	Fundidos ou fundidos e envelhecidos	2750	400				
07.1		Ferros fundidos maleáveis	Feríticos (cavacos curtos)	950	130	305 - 270 - 220	275 - 240 - 195	175 - 170 - 135	- -
07.2			Perfíticos (cavacos longos)	1100	230	210 - 160 - 115	200 - 160 - 110	125 - 105 - 75	- -
08.1		Ferros fundidos cinzentos	Baixa resistência à tração	1100	180	420 - 300 - 205	380 - 285 - 195	250 - 195 - 135	395 - 370 - 300
08.2			Alta resistência à tração	1400	260	260 - 185 - 125	250 - 175 - 120	180 - 135 - 85	330 - 295 - 250
09.1		Ferros nodulares SG	Feríticos	1050	160	265 - 205 - 150	255 - 195 - 140	195 - 140 - 100	325 - 295 - 230
09.2			Perfíticos	1750	250	190 - 150 - 110	185 - 140 - 100	125 - 105 - 80	290 - 260 - 220
30.11		Ligas de alumínio	Forjadas ou forjadas e trabalhadas a frio, não-envelhecidas	500	60	2385 - 1935 - 1390			2385 - 2385 - 2190
30.12		Ligas de alumínio	Forjadas ou forjadas e envelhecidas	800	100	805 - 595 - 410			820 - 805 - 695
30.21		Ligas de alumínio	Fundidas, não envelhecidas	750	75	825 - 545 - 305			830 - 825 - 685
30.22			Fundidas ou fundidas e envelhecidas	900	90	510 - 330 - 195			530 - 510 - 410
30.41		Ligas de alumínio	Fundidas, 13-15% Si	950	130				
30.42			Fundidas, 16-22% Si	950	130				
33.1		Cobres e ligas de cobre	Ligas de corte livres, Δ1% Pb	700	110	600 - 430 - 270			605 - 600 - 515
33.2			Latão, bronzes com chumbo, =1% Pb	700	90	395 - 330 - 255			395 - 395 - 365
33.3			Bronzes e cobres sem chumbo incl. cobre eletrolítico	1750	100	285 - 215 - 145			285 - 285 - 250

Tab. 2 - Seleção da Classe da pastilha

Pastilhas T-MAX P TORNEAMENTO GERAL

<p>Quadrada</p>		<p>SNMG 12 04 08 - PF</p> <p>Chave de código, veja página 6.</p>		<p>Porta-pastilhas:</p> <p>Convencional Coromant Capto</p>		<p>Externo: 58 Interno: 98</p>		<p>Página 58 98</p>																							
<p>Informações técnicas e dados de corte, veja páginas 137-169.</p>																															
<p>GEOMETRIAS BÁSICAS</p>			<p>CLASSES COROMANT</p> <p>Básicas M Complementares</p>																												
<p>Código para pedido</p>			1525	4015	4025	4035	1015	215	4035	235	4015	4025	650	1690	690	4015	4025	4035	1015	215	235	515	5015	525	1525	H10A	H10F	H13A	620	690	1690
<p>ACABAMENTO</p>		<p>SNMG 12 04 08-PF 12 04 12-PF</p>																													
		<p>SNMG 09 03 04-MF 09 03 08-MF 09 03 12-MF</p> <p>12 04 04-MF 12 04 08-MF 12 04 12-MF 12 04 16-MF</p> <p>15 06 08-MF 15 06 12-MF 15 06 16-MF</p>																													
		<p>SNMG 09 03 04-QM 09 03 08-QM 09 03 12-QM</p> <p>12 04 04-QM 12 04 08-QM 12 04 12-QM 12 04 16-QM</p> <p>15 06 04-QM 15 06 08-QM 15 06 12-QM 15 06 16-QM</p> <p>19 06 08-QM 19 06 12-QM 19 06 16-QM</p>																													
		<p>SNGA 12 04 08 T01020 12 04 12 T01020 12 04 16 T01020</p>																													
		<p>SNMG 09 03 04-PM 09 03 08-PM</p> <p>12 04 04-PM 12 04 08-PM 12 04 12-PM 12 04 16-PM</p> <p>15 06 12-PM 15 06 16-PM</p>																													
	<p>* = Primeira escolha</p>																														

Exemplo para pedido: 100 peças SNMG 12 04 08-PF 4015



Tab. 3 - Seleção do tipo da pastilha

Escolha dos dados de corte

TORNEAMENTO GERAL

Tabela de conversão para escalas de dureza

Muitos sistemas diferentes de medição da dureza dos materiais são usados na indústria. A tabela abaixo compara quatro dos sistemas mais comuns.

Resistência à tração	Vickers	Brinell	Rockwell	Shore
N/mm ²	HV	HB	HRC	C
700		200	-	28
740		210	-	29
770		220	-	30
810		230	19,2	31
840		240	21,2	33
880		250	23,0	34
910		260	24,7	35
950		270	26,1	36
980		280	27,6	37
1020		290	29,0	39
1050		300	30,3	40
1090		310	31,5	41
1120		320	32,9	42
1150		330	33,8	43
1190		340	34,9	44
1230		350	36,0	45
1260	360	359	37,0	46
1300	370	368	38,0	47
1330	380	373	38,9	48
1370	390	385	39,8	49
1400	400	393	40,7	50
1440	410	400	41,5	51
1470	420	407	42,3	52
1510	430	416	43,2	53
1540	440	423	44,0	54
1580	450	429	44,8	55
1610	460	435	45,5	56
1650	470	441	46,3	57
1680	480	450	47,0	58
1720	490	457	47,7	59
1750	500	465	48,3	60
1790	510	474	49,0	61
1820	520	482	49,6	62
1860	530	489	50,3	63
1890	540	496	50,9	64
1930	550	503	51,5	65
1960	560	511	52,1	66
2000	570	520	52,7	67

Resistência à tração	Vickers	Brinell	Rockwell	Shore
N/mm ²	HV	HB	HRC	C
2030	580	527	53,3	68
2070	590	533	53,8	69
2100	600	533	54,4	70
2140	610	543	54,9	71
2170	620	549	55,4	72
2210	630	555	55,9	73
2240	640	561	56,4	74
2280	650	568	56,9	75
2310	660	574	57,4	75
2350	670	581	57,9	76
2380	680	588	58,7	77
2410	690	595	58,9	78
2450	700	602	59,3	79
2480	710	609	59,8	80
2520	720	616	60,2	81
2550	730	622	60,7	82
2590	740	627	61,1	83
2630	750	633	61,5	83
2660	760	639	61,9	84
2700	770	644	62,3	85
2730	780	650	62,7	86
2770	790	656	63,1	86
800	800	661	63,5	87
2840	810	666	63,9	87
2870	820	670	64,3	88
2910	830	677	64,6	89
2940	840	682	65,0	89
2980	850	-	65,3	90
3010	860	-	65,7	90
3050	870	-	66,0	91
3080	880	-	66,3	91
3120	890	-	66,6	92
3150	900	-	66,9	92
3190	910	-	67,2	-
3220	920	-	67,5	-
3260	930	-	67,7	-
3290	940	-	68,0	-

Se você quiser alterar a velocidade de corte para obter altas taxas de remoção ou vida útil da ferramenta mais longa, os novos valores da velocidade de corte podem ser calculados a partir da tabela a direita.

Vida útil da ferramenta (min)	10	15	20	25	30	45	60
Fator de correção	1.10	1.0	0.95	0.90	0.87	0.80	0.75

Seleção da classe de metal duro

Para simplificar a sua seleção de classes, elas foram divididas em dois grupos:

1. Classes básicas
2. Classes complementares

As classes básicas devem ser consideradas como primeira escolha, pois abrangem uma ampla gama de aplicações em usinagem e, além disso, são as nossas classes mais modernas, disponíveis em uma extensa série de geometrias modernas e formatos de pastilhas.

As classes complementares contribuem para completar o nosso programa de classes.

As classes para torneamento de materiais não-ferrosos, super ligas e materiais endurecidos são recomendadas separadamente, bem como as classes para rosquear, cortar e ranhurar.



Tab. 4 - Tabela de conversão de dureza e Fator de correção

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Geometria de cunha de corte - NBR 6163**. Rio de Janeiro, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Pastilhas intercambiáveis para ferramentas de usinagem - NBR - 6450**. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Porta Pastilhas e cápsulas. - NBR - 10044**. Rio de Janeiro, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Movimentos e relações geométricas na usinagem de metais. - NBR - 6162**. Rio de Janeiro, 1989.
- AGOSTINHO, O. L. **Estudo da Flexibilidade dos Sistemas Produtivos**. São Carlos, 1985. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- ARMAREGO, E.J. & BROW, R. H. **The machining of metals**. USA, Prentice-Hall, Inc., 1969.
- BACIC, M. J. ; COSTA, E.A. Sistema de Custeio para uma Pequena Empresa de Usinagem de Peças : Um Caso Prático, In: IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, Campinas - SP, 16 a 20 de outubro de 1995. **Anais**. Campinas - SP, 1995. v.2, p. 999-1018.
- BARNES, R.M. **Motion and Time Study : Design and Measurement of Work**. New York, John Wiley & Sons, Inc, 1968.
- BRUNTON, N. M., Evaluation of overhead allocations, **Management Accounting**, 70 (1) : p.22-26, July, 1988.
- CARVALHO, R.R.S. **Características de Usinagem Vista sob o Ponto de Vista Econômico**. Campinas, 1991. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Campinas, Universidade Estadual de Campinas.
- COOPER, R.; KAPLAN, R. S., How cost accounting distorts product costs, **Management Accounting**, 59 (10) : p.20-27, Apr. 1988.
- DIAS, I. P. **Conceitos de Contabilidade de Custos**, Material Didático da Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas.
- DICKEY, R.I., **Accountants' Cost Handbook**, New York, 1960. The Ronald Press Company.

- DUTRA, R.G. **Custos - Uma Abordagem Prática**, São Paulo, Editora Atlas S.A.,1992.
- FERRARESI, D. **Fundamentos da Usinagem dos Metais**. São Paulo, Edgard Blucher, 1970.
- FERRARESI, D. **Fundamentos da Usinagem dos Metais**. São Paulo, Edgard Blucher, 1977.
- FERRARESI, D. **Características de usinagem dos metais para a operação de torneamento**. São Paulo, Associação Brasileira de Metais, 1987.
- FERREIRA, A.C. et al. **Características e Programação de Máquinas com Comando Numérico**. Florianópolis, Apostila - Universidade Federal de Santa Catarina, 1984.
- HORNGREN, C. T. **Contabilidade de Custos : Um enfoque Administrativo**, São Paulo, 1986. Ed. Atlas S.A., p.22.
- KOTLER, P. **Marketing**, São Paulo, Editora Atlas S.A., 1986.
- LI, D. H., **Contabilidade de Custos**, op. cit. p. 117.
- MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**, São Paulo, Editora Atlas S.A., 1993.
- NAKAGAWA, Massayuki, **Gestão Estratégica de Custos : Conceitos, Sistemas e Implementação - JIT/TQC**; São Paulo, Editora Atlas S.A., 1991.
- NEVES, L.C. **Uma Contribuição aos Sistema de Custeio**, São Paulo, 1990. Proposta de Dissertação (Mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas.
- NOVASKI, O. **Uma Contribuição ao Estudo das Condições Econômicas de Usinagem**. Campinas, 1989. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Campinas, Universidade Estadual Campinas.
- NOVASKI, O. **Determinação das Condições Econômicas de Usinagem Através de Parâmetros Obtidos na Empresa**. Campinas, 1989. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Campinas, Universidade Estadual Campinas.
- OLIVEIRA, A. E. M. **Análise Crítica dos Modos de Alocação dos Custos Indiretos de Fabricação**, São Paulo, 1991. Dissertação (Mestrado) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas.
- PALLEROSI, C.A. **Formulação de um Método Geral de Análise das Condições Econômicas de Usinagem**. Campinas, 1973. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Campinas, Universidade Estadual Campinas.

PEDRÓS, J.M. **Calculo de los tiempos de fabricação para maquinas herramientas.** Barcelona - Espanha, Editorial Labor, 1955.

POZZI, F. A et. al. A Metodologia de Custos ABC no Contexto de produtividade e Lucratividade em Pequenas e Médias Empresas. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, First Brazil International Congress of Industrial Engineering, São Carlos - SP, 04 de setembro de 1995. **Anais.** São Carlos - SP, 1995. v. I, p.77-8.

SANDVIK Ferramentas para torneamento Sandvik Coromant - C-100 5-POR, Dinamarca, 1995.

SELIG, Paulo M. et al. Gerenciamento de Custos Através de Sistemas de Custeio Baseados em Atividades em Processos. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, Second Brazil International Congress of Industrial Engineering, Piracicaba - SP, 07 a 10 de outubro de 1996. **Anais - CD-ROM.** Piracicaba - SP, 1996.

SÉRIO, L.C. **Tecnologia de Grupo no Planejamento de Sistemas Produtivos.** São Paulo, Apostila - Sobracon, abr. 1988.

TELLES, G.N. **Controle Numérico de Máquinas Ferramenta.** Campinas, Apostila - Faculdade de Engenharia de Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 1982.

VATTER, W.J., Limitations of overhead allocation, **The Accounting Review**, 20 (2) , p. 163-176, Apr./June , 1945.

WU, S.M.; ERMER, D.S. Maximum Profit as the Critérion in the Determination of the Optimum Cutting Conditions. **Journal of Engineering for Industry - Transactions of the ASME**, p. 435-42, nov. 1996.

APÊNDICE

Apêndice I : Equações gerais.

Apêndice II : Coleta e tratamento de dados.

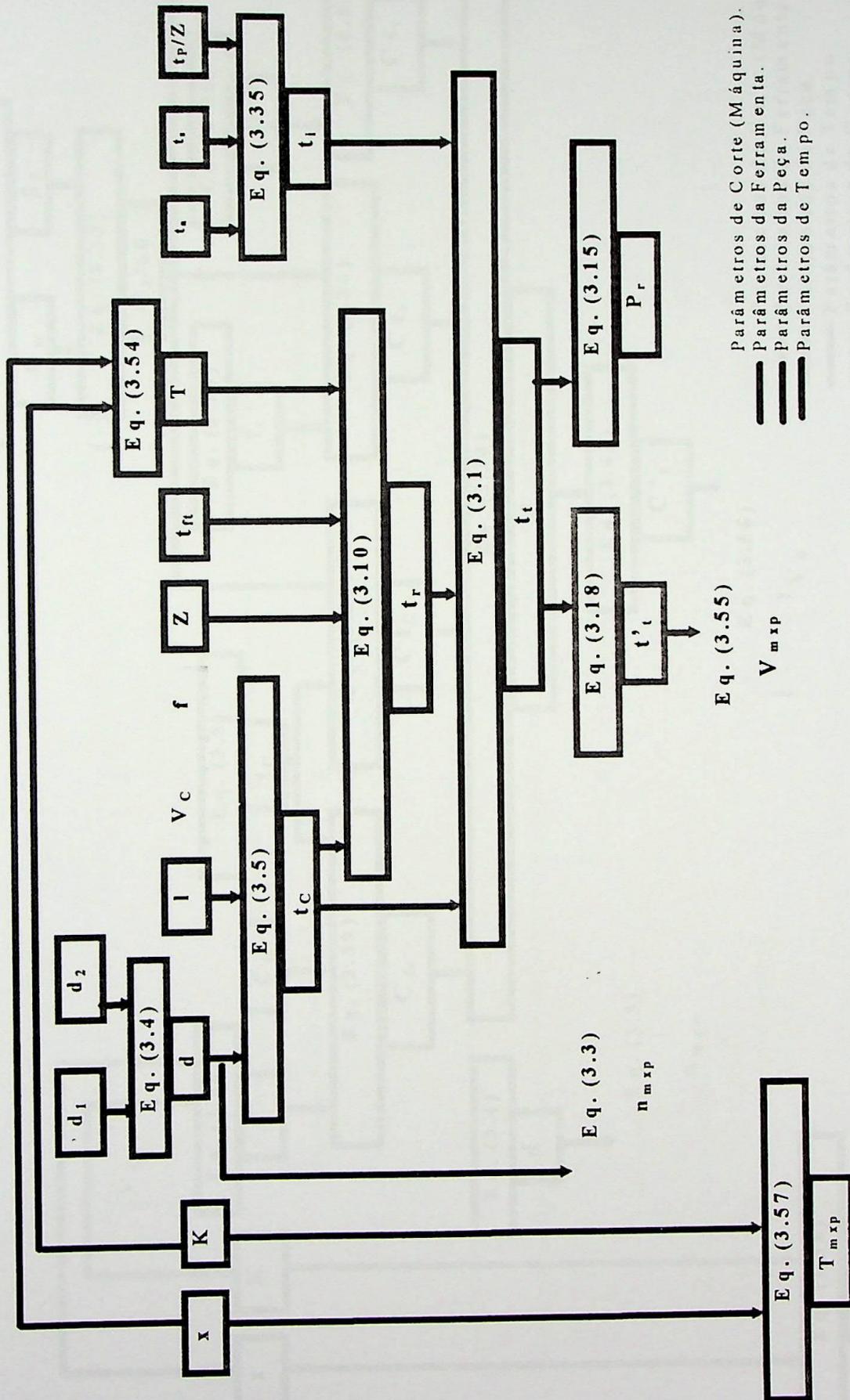


Fig. 1 - Condições de Máxima Produção

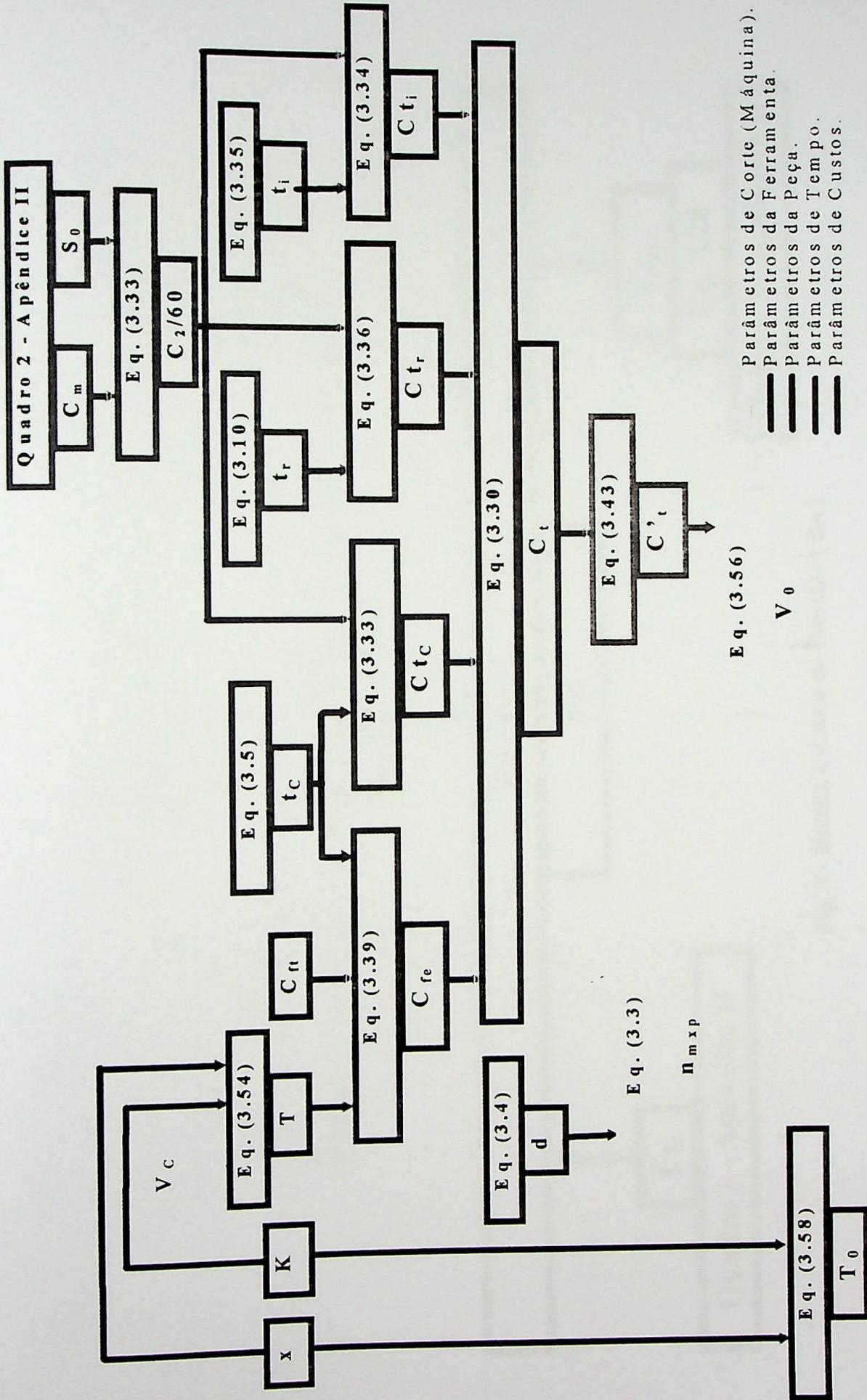


Fig. 2 - Condições de Mínimo Custo.

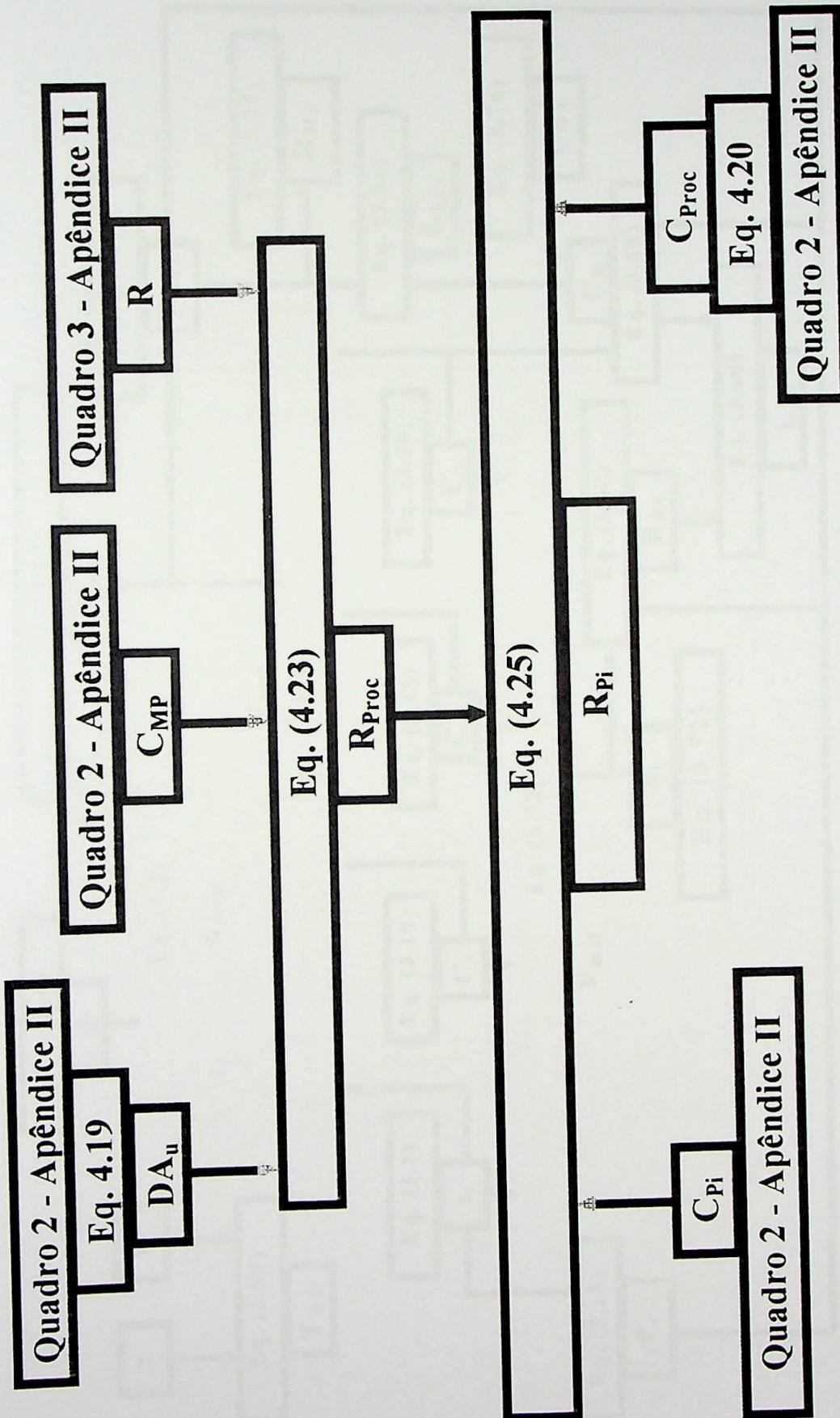


Fig. 3 - Receita Unitária do Processo (R_{Pi})

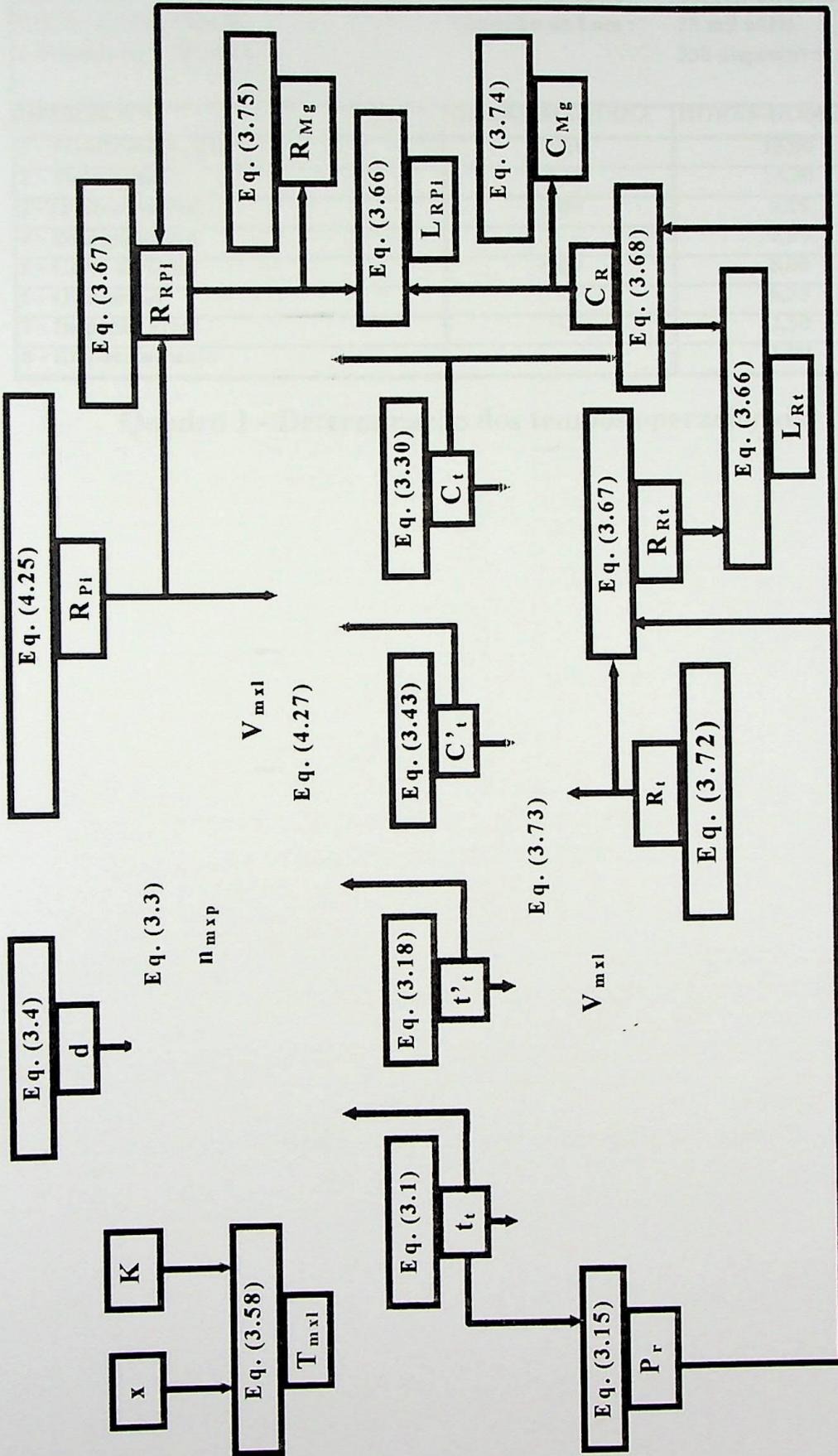


Fig. 4 - Condições Ótimas de Usinagem.

CLIENTE : Ficticias Ltda	Lote no : 45-623/6	DATA: 07/11/96
PEÇA: ANEL PRR-46	Tamanho do Lote :	25 mil anéis
1 Dispositivo = 70 Anéis		358 dispositivos
OPERAÇÃO	HORAS-MÁQUINA	HORAS-HOMEM
1 - Mandrilhamento	15,00	15,00
2 - Torneamento	14,50	14,50
3 - Tamboreamento	2,00	0,25
4 - Desaguamento	-	0,50
5 - Corte do GAP	6,00	6,00
6 - Oleamento	-	0,35
7 - Inspeção Final	-	2,50
8 - Empacotamento	-	1,00

Quadro 1 - Determinação dos tempos operacionais

ANEL PRR-46			
1 - MATERIA PRIMA (RS)			
Tipo:	tofo maleavel		
Quantidade Necessaria	Kg	0	
Preço por Kg	R\$/Kg	0,00	
ICMS	18%	0,00	
Preço Líquido		0,00	
CUSTO TOTAL DA MATERIA PRIMA (RS)			0,00
2 - CUSTO HORA MAQUINA (RS)			
CI-1 Mandrilhamento			
	Custo (RS/h)	Hora (h)	Total (RS)
Custo Total	7,40	15,00	111,00
Custo Fixo	0,00	15,00	0,00
Custo Variável	0,00	15,00	0,00
CI-2 Torneamento			
	Custo (RS/h)	Hora (h)	Total (RS)
Custo Total	7,83	14,50	113,54
Custo Fixo	0,00	14,50	0,00
Custo Variável	0,00	14,50	0,00
CI-3 Corte do GAP			
	Custo (RS/h)	Hora (h)	Total (RS)
Custo Total	6,32	6,00	37,92
Custo Fixo	0,00	6,00	0,00
Custo Variável	0,00	6,00	0,00
CUSTO TOTAL HORA MAQUINA : 2			
	Custo Fixo	0,00	
	Custo Variável	0,00	
	Custo Total	262,46	
TOTAL GERAL : 2+3			
	Custo Fixo	0,00	
	Custo Variável	0,00	
	Custo Total	351,92	
4 - CUSTO DE PROCESSAMENTO : 2+3 (RS)			351,92
5 - CUSTO DE PRODUÇÃO : 1+4 (RS)			351,92
6 - TAXA ADMINISTRATIVA (RS)			87,98
	Parte Fixa	0,00	
	Parte Variável	0,00	
	Total	25,00%	87,98
7 - TOTAL DE CUSTO INTERNO : 5+6 (RS)			439,89
8 - SERVIÇOS DE TERCEIROS (RS)			
Fosfatização	Quilos=	RS uni.=	Total=
9 - CUSTO TOTAL DE FABRICAÇÃO (RS)			439,89

3 - CUSTO MAO-DE-OBRA DIRETA (RS)			
CI-1 Mandrilhamento			
	Custo (RS/h)	Hora (h)	Total (RS)
Custo Total	2,52	15,00	37,80
Custo Fixo	0	15,00	0,00
Custo Variáv	0	15,00	0,00
CI-2 Torneamento			
	Custo (RS/h)	Hora (h)	Total (RS)
Custo Total	2,52	14,50	36,54
Custo Fixo	0	14,50	0,00
Custo Variáv	0	14,50	0,00
CI-3 Corte do GAP			
	Custo (RS/h)	Hora (h)	Total (RS)
Custo Total	2,52	6,00	15,12
Custo Fixo	0	6,00	0,00
Custo Variáv	0	6,00	0,00
CUSTO TOTAL MAO-DE-OBRA DIRETA : 3			
	Custo Fixo	0,00	
	Custo Variável	0,00	
	Custo Total	89,46	

Quadro 2 - Determinação do custo total de fabricação para o pedido

ANEL : PRR 46				
Preço p/ 1000 anéis =		R\$30,00	Lote =	25 mil anéis
01 - PREÇO DE VENDA ANTES DO IPI			(R\$)	750,00
02 - IMPOSTOS SOBRE O PREÇO DE VENDA (ICMS; CONFINS; PIS)			8,53%	63,98
03 - CUSTO TOTAL DE FABRICAÇÃO - CTF			(R\$)	439,89
03 - LUCRO ou PREJUÍZO		(R\$)	48,85% s/ CTF+ IPI	246,14

Quadro 3 - Determinação do lucro ou prejuízo

OBS.	ELEMENTOS DA OPERAÇÃO										
	IA-V	FA-D	FD-M	LG-M	OT-M	DG-M	DFD-M	RCM-M	IA-D	DFA-D	CV-P
1o	11,41										
2o		24,23									
3o			6,53								
4o				1,24							
5o		21,74			80,52						
6o											
7o											
8o						0,87					
9o							2,80				
10o								2,02			
11o			4,23								
12o				1,29							
13o					79,33				23,29		
14o										17,26	
15o		22,24									
16o						0,97					
17o							2,77				
18o								1,79			
19o			2,98								
20o				0,97							
21o					78,50				23,40		
22o										20,27	
23o		21,89									
24o						0,79					
25o							2,77				
26o								1,85			
27o			3,87								
28o				0,94							
29o					77,07				20,98		
30o										17,91	
31o		21,54									
32o						1,01					
33o							3,07				
34o								1,80			
35o			3,83								
36o				0,94							
37o					77,26						
38o										17,20	
39o		23,48									
40o						1,17					
41o							2,49				
42o								2,06			
43o			4,67								
45o				0,74							
46o					77,46						
47o										18,37	
48o											
49o						0,89					
50o							2,85				
51o								1,76			
52o									20,16		
53o										17,85	
54o											1,77

LEGENDA	IA-V	Transpote do Varal de Anéis
	CA-D	Retirar Anéis do Varal e colocá-los no Dispositivo
	FD-M	Fixar Dispositivo na Máquina
	LG-M	Ligar a Máquina e acionar o avanço do carro da ferramenta
	OT-M	Torneamento automático
	DG-M	Desligar a Máquina e parar o avanço do carro da ferramenta
	DFD-M	Desfixar Dispositivo da Máquina
	RCA-M	Recuar o carro da ferramenta
	IA-D	Inspecionar Anéis no Dispositivo
	RA-D	Retirar Anéis do Dispositivo e colocá-los no Varal
IA-V	Transpote do Varal de Anéis	

Quadro 4 - Diagrama de tempos e seqüência de operações

OBS.	ELEMENTOS DA OPERAÇÃO										
	N ₀	TA-V	FA-D	FD-M	LG-M	OT-M	DG-M	DFD-M	RCM-M	IA-D	DFA-D
1 _o	11,41	24,23	6,53	1,24	80,52	0,87	2,80	2,02	23,29	17,26	
2 _o		21,74	4,23	1,29	79,33	0,97	2,77	1,79	23,40	20,27	
3 _o		22,24	2,98	0,77	78,50	0,79	2,77	1,85	20,98	17,91	
4 _o		21,89	3,87	1,21	77,07	1,01	3,07	1,80		17,20	
5 _o		21,54	3,83	0,97	77,26	1,17	2,49	2,06		18,37	
6 _o		23,48	4,67	0,94	77,46	1,38	2,85	1,76	22,20	17,85	7,77
7 _o	11,73	22,28	3,70	0,74	77,57	0,89	2,50	1,37		19,15	
8 _o		23,61	3,19	0,86	77,23	1,29	2,38	1,80		17,72	
9 _o		21,77	3,45	1,07	78,75	0,59	2,43	1,99	21,92	19,08	
10 _o		20,65	3,71	1,01	77,60	1,06	2,62	1,68		18,62	
11 _o		23,9	3,43	1,34	78,62	1,12	3,15	1,50		17,59	
12 _o		21,75	3,38	1,20	77,85	1,10	2,78	1,46	21,54	18,06	8,21
13 _o	10,30	20,39	3,41	0,84	79,42	0,78	2,69	1,69		17,78	
14 _o		22,22	3,95	0,89	77,20	1,08	2,79	1,85		18,80	
15 _o		21,24	4,29	0,85	80,02	1,12	2,17	1,77	21,24	19,60	
16 _o		20,16	3,09	1,00	77,24	1,09	2,34	1,66		17,35	
17 _o		22,23	3,52	0,78	76,59	0,92	3,08	1,97		17,65	
18 _o		22,07	3,29	0,82	80,12	0,98	2,59	1,74	22,65	19,08	10,71
19 _o	11,05	22,65	4,02	1,05	77,68	0,91	2,86	1,58		18,45	
20 _o		20,83	3,46	1,11	79,51	1,02	2,44	2,02		18,63	
21 _o		22,71	4,59	0,87	78,96	1,15	2,97	1,81	23,01	17,94	
22 _o		21,95	3,79	1,08	78,05	0,85	2,70	2,01		17,06	
23 _o		20,44	3,80	0,94	79,08	0,93	2,56	1,87		19,28	
24 _o		21,38	3,75	1,04	77,31	0,88	3,01	1,68	20,16	18,29	8,96

Tempo de Preparação da Máquina	Tempo de aproximação da ferramenta
tp= 12,72 (min)	0,02 (min)
Tempo de troca de aresta de corte	Tempo de mudança de rotação e avanço
tft= 0,50 (min)	0,00 (min)

LEGENDA		
TA-V	Transpote do Varal de Aneis	
CA-D	Retirar Aneis do Varal e colocá-los no Dispositivo	
FD-M	Fixar Dispositivo na Máquina	
LG-M	Ligar a Máquina e acionar o avanço do carro da ferramenta	
OT-M	Torneamento automático	
DG-M	Desligar a Máquina e parar o avanço do carro da ferramenta	
DFD-M	Desfixar Dispositivo da Máquina	
RCA-M	Recuar o carro da ferramenta	
IA-D	Inspecionar Anéis no Dispositivo	
RA-D	Retirar Aneis do Dispositivo e colocá-los no Varal	
TA-V	Transpote do Varal de Aneis	

Quadro 5 - Tempos observados

TEMPORALIDADE		ELEMENTOS DA OPERAÇÃO												RA-D		TAV								
OBSERVAÇÃO	NO	TAV		CAD		FD-M		LGM		OT-M		DGM		DFD-M		RCA-M		IA-D		RA-D		TAV		
		ti	ta	ti	ta	ti	ta	ti	ta	ti	ta	ti	ta	ti	ta	ti	ta	ti	ta	ti	ta	ti	ta	
		11,41	11,41	24,23	38,64	6,53	42,17	1,24	43,41	80,62	123,93	0,87	124,80	2,80	127,60	2,02	129,62	23,29	182,91	17,26	170,17			
1	3	21,74	191,01	4,23	196,14	1,29	197,43	79,33	276,76	0,97	277,73	2,77	280,50	2,77	283,29	1,79	285,08	23,40	308,49	20,27	328,96			
2	3	22,24	348,20	2,98	351,18	0,77	351,96	78,50	430,46	0,78	431,24	2,77	434,01	1,86	435,86	1,86	437,72	20,98	458,70	17,91	474,76			
3	6	21,89	498,84	3,97	502,81	1,21	504,02	601,72	77,07	876,79	1,01	877,80	3,07	880,87	1,80	882,67	1,80	884,47	64,87	949,34	61,96	1011,30		
4	6	21,84	623,41	3,83	627,24	0,97	628,21	71,28	705,47	1,17	706,64	2,49	709,13	2,06	711,19	2,06	713,25	22,29	735,54	19,32	754,86			
5	6	23,48	725,04	4,87	729,91	0,94	730,85	77,48	838,11	1,38	839,49	2,80	842,29	1,37	844,66	1,37	847,03	101,70	948,73	98,74	1047,47			
6	6	23,61	903,66	3,70	907,36	0,74	908,10	82,63	990,73	0,89	991,62	2,60	994,22	2,60	996,82	2,60	999,42	114,02	1103,44	111,42	1214,86			
7	6	21,77	1179,70	3,48	1183,18	1,07	1184,25	78,76	1262,97	0,88	1263,85	2,38	1266,23	2,38	1268,61	2,38	1270,99	140,21	1410,20	137,83	1548,03			
8	6	20,65	1329,63	3,71	1333,34	1,01	1334,35	77,60	1411,95	1,08	1413,03	2,82	1415,85	2,82	1418,67	2,82	1421,49	164,99	1586,48	162,61	1749,09			
9	11,08	1734,21	30,39	1764,60	3,41	1768,01	1,20	1769,21	88,85	1858,07	0,84	1859,91	2,17	1861,75	2,17	1863,59	2,17	1865,43	21,64	1887,07	18,46	1905,53		
10	11,08	1868,33	30,39	1898,72	3,41	1902,13	1,20	1903,33	92,29	1993,19	0,82	1995,03	2,50	1996,87	2,50	1998,71	2,50	2000,55	21,64	2021,19	18,46	2039,65		
11	11,08	2002,44	30,39	2032,83	3,41	2036,24	1,20	2037,44	106,74	2133,10	0,80	2134,94	2,33	2136,78	2,33	2138,62	2,33	2140,46	21,64	2161,10	18,46	2179,56		
12	11,08	2136,95	30,39	2167,34	3,41	2170,75	1,20	2171,95	114,63	2276,71	0,78	2278,55	2,66	2280,39	2,66	2282,23	2,66	2284,07	21,64	2304,71	18,46	2323,17		
13	11,08	2271,06	30,39	2301,45	3,41	2304,86	1,20	2306,06	122,52	2411,08	0,76	2412,92	2,54	2414,76	2,54	2416,60	2,54	2418,44	21,64	2439,08	18,46	2457,54		
14	11,08	2405,17	30,39	2435,56	3,41	2438,97	1,20	2440,17	130,41	2520,49	0,74	2522,33	2,52	2524,17	2,52	2526,01	2,52	2527,85	21,64	2549,49	18,46	2567,95		
15	11,08	2509,28	30,39	2539,67	3,41	2543,08	1,20	2544,28	138,30	2634,81	0,72	2636,65	2,50	2638,49	2,50	2640,33	2,50	2642,17	21,64	2664,81	18,46	2683,27		
16	11,08	2603,39	30,39	2633,78	3,41	2637,19	1,20	2638,39	146,19	2729,94	0,70	2731,78	2,48	2733,62	2,48	2735,46	2,48	2737,30	21,64	2759,94	18,46	2778,40		
17	11,08	2707,50	30,39	2737,89	3,41	2741,30	1,20	2742,50	154,08	2835,07	0,68	2836,91	2,46	2838,75	2,46	2840,59	2,46	2842,43	21,64	2865,07	18,46	2883,53		
18	11,08	2801,61	30,39	2832,00	3,41	2835,41	1,20	2836,61	161,97	2929,15	0,66	2931,00	2,44	2932,84	2,44	2934,68	2,44	2936,52	21,64	2960,00	18,46	2978,46		
19	11,08	2895,72	30,39	2926,11	3,41	2929,52	1,20	2930,72	169,86	3024,29	0,64	3026,13	2,42	3027,97	2,42	3029,81	2,42	3031,65	21,64	3056,13	18,46	3074,59		
20	11,08	2989,83	30,39	3020,22	3,41	3023,63	1,20	3024,83	177,75	3119,42	0,62	3121,26	2,40	3123,10	2,40	3124,94	2,40	3126,78	21,64	3152,02	18,46	3170,48		
21	11,08	3083,94	30,39	3114,33	3,41	3117,74	1,20	3118,94	185,64	3214,57	0,60	3216,41	2,38	3218,25	2,38	3220,09	2,38	3221,93	21,64	3248,01	18,46	3266,47		
22	11,08	3178,05	30,39	3208,44	3,41	3211,85	1,20	3213,05	193,53	3309,70	0,58	3311,54	2,36	3313,38	2,36	3315,22	2,36	3317,06	21,64	3344,94	18,46	3363,40		
23	11,08	3272,16	30,39	3302,55	3,41	3305,96	1,20	3307,16	201,42	3400,95	0,56	3402,79	2,34	3404,63	2,34	3406,47	2,34	3408,31	21,64	3436,55	18,46	3455,01		
24	11,08	3366,27	30,39	3396,66	3,41	3400,07	1,20	3401,27	209,31	3497,20	0,54	3499,04	2,32	3500,88	2,32	3502,72	2,32	3504,56	21,64	3536,64	18,46	3555,10		
25	11,08	3460,38	30,39	3490,77	3,41	3494,18	1,20	3495,38	217,20	3593,39	0,52	3595,23	2,30	3597,07	2,30	3598,91	2,30	3600,75	21,64	3636,60	18,46	3655,06		
26	11,08	3554,49	30,39	3584,88	3,41	3588,29	1,20	3589,49	225,09	3690,60	0,50	3692,44	2,28	3694,28	2,28	3696,12	2,28	3697,96	21,64	3736,48	18,46	3754,94		
27	11,08	3648,60	30,39	3679,00	3,41	3682,41	1,20	3683,61	232,98	3786,81	0,48	3788,65	2,26	3790,49	2,26	3792,33	2,26	3794,17	21,64	3836,36	18,46	3854,82		
28	11,08	3742,71	30,39	3773,10	3,41	3776,51	1,20	3777,71	240,87	3894,62	0,46	3896,46	2,24	3898,30	2,24	3900,14	2,24	3901,98	21,64	3946,24	18,46	3964,70		
29	11,08	3836,82	30,39	3867,21	3,41	3870,62	1,20	3871,82	248,76	4002,43	0,44	4004,27	2,22	4006,11	2,22	4007,95	2,22	4009,79	21,64	4056,12	18,46	4074,58		
30	11,08	3930,93	30,39	3961,32	3,41	3964,73	1,20	3965,93	256,65	4110,24	0,42	4112,08	2,20	4113,92	2,20	4115,76	2,20	4117,60	21,64	4166,08	18,46	4184,54		
31	11,08	4025,04	30,39	4055,43	3,41	4058,84	1,20	4060,04	264,54	4218,05	0,40	4219,89	2,18	4221,73	2,18	4223,57	2,18	4225,41	21,64	4276,00	18,46	4294,46		
32	11,08	4119,15	30,39	4149,54	3,41	4152,95	1,20	4154,15	272,43	4325,86	0,38	4327,70	2,16	4329,54	2,16	4331,38	2,16	4333,22	21,64	4388,16	18,46	4406,62		
33	11,08	4213,26	30,39	4243,65	3,41	4247,06	1,20	4248,26	280,32	4433,67	0,36	4435,51	2,14	4437,35	2,14	4439,19	2,14	4441,03	21,64	4497,60	18,46	4516,06		
34	11,08	4307,37	30,39	4337,76	3,41	4341,17	1,20	4342,37	288,21	4543,48	0,34	4545,32	2,12	4547,16	2,12	4549,00	2,12	4550,84	21,64	4612,00	18,46	4630,46		
35	11,08	4401,48	30,39	4431,87	3,41	4435,28	1,20	4436,48	296,10	4653,29	0,32	4655,13	2,10	4656,97	2,10	4658,81	2,10	4660,65	21,64	4720,00	18,46	4738,46		
36	11,08	4495,59	30,39	4526,26	3,41	4529,67	1,20	4530,87	303,99	4763,10	0,30	4764,94	2,08	4766,78	2,08	4768,62	2,08	4770,46	21,64	4836,00	18,46	4854,46		
37	11,08	4589,70	30,39	4620,65	3,41	4624,06	1,20	4625,26	311,88	4872,91	0,28	4874,75	2,06	4876,59	2,06	4878,43	2,06	4880,27	21,64	4948,00	18,46	4966,46		
38	11,08	4683,81	30,39	4715,04	3,41	4718,45	1,20	4719,65	319,77	4982,72	0,26	4984,56	2,04	4986,40	2,04	4988,24	2,04	4990,08	21,64	5056,00	18,46	5074,46		
39	11,08	4777,92	30,39	4809,43	3,41	4812,84	1,20	4814,04	327,66	5092,53	0,24	5094,37	2,02	5096,21	2,02	5098,05	2,02	5100,00	21,64	5168,00	18,46	5186,46		
40	11,08	4872,03	30,39	4903,82	3,41	4907,23	1,20	4908,43	335,55	5202,34	0,22	5204,18	2,00	5206,02	2,00	5207,86	2,00	5209,70	21,64	5276,00	18,46	5294,46		
41	11,08	4966,14	30,39	4998,21	3,41	5001,62	1,20	5002,82	343,44	5312,15	0,20	5313,99	1,98	5315,83	1,98	5317,67	1,98	5319,51	21,64	5388,00	18,46	5406,46		
42	11,08	5060,25	30,39	5092,60	3,41	5096,01	1,20	5097,21	351,33	5421,96	0,18	5423,80	1,96	5425,64	1,96	5427,48	1,96	5429,32	21,64	5496,00	18,46	5514,46		
43	11,08	5154,36	30,39	5187,00	3,41	5190,41	1,20	5191,61	359,22	5531,77	0,16	5533,61	1,94	5535,45	1,94	5537,29	1,94	5539,13	21,64	5604,00	18,46	5622,46		
44	11,08	5248,47	30,39	5282,86	3,41	5286,27	1,20	5287,47	367,11	5641,58	0,14	5643,42	1,92	5645,26	1,92	5647,10	1,92	5648,94	21,64	5712,00	18,46	5730,46		
45	11,08	5342,58	30,39	5377,25	3,41	5380,66	1,20	5381,86	375,00	5751,39	0,12	5753,23	1,90	5755,07	1,90	5756,91	1,90	5758,75	21,64	5816,00	18,46	5834,46		
46	11,08	5436,69	30,39	5471,64	3,41	5475,05	1,20	5476,25	382,89	5861,20	0,10	5863,04	1,88	5864,88	1,88	5866,72	1,88	5868,56	21,64	5924,00	18,46	5942,46		
47	11,08																							