

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
COORDENAÇÃO GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO DE
CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO DE ITENS PARA USO EM
ENGENHARIA DE PROJETO E SUPORTE TÉCNICO DE
COMPRAS**

Autor: Eng^o Giancarlo Queirazza

**Santa Bárbara D'Oeste, SP
Junho, 1998**

**IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA
AUTOMATIZADO DE CLASSIFICAÇÃO E
CODIFICAÇÃO DE ITENS PARA USO EM
ENGENHARIA DE PROJETO E SUPORTE TÉCNICO
DE COMPRAS**

Autor: Eng^o Giancarlo Queirazza

Orientador: Prof. Dr. Milton Vieira Júnior

Orientador Assistente: Prof. MSc. Nelson C. Maestrelli

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UNIMEP como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Gerência da Produção.

Santa Bárbara D'Oeste, SP

Junho, 1998

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Dr. Milton Vieira Júnior
(Orientador)**

**Prof. MSc Nelson Carvalho Maestrelli
(Orientador Assistente)**

Profa. Dr. Nivaldo Lemos Coppini

Prof. Dr. Paulo Miyagi

DEDICATÓRIA

À minha esposa Adriana que tem me dado todo apoio necessário para a realização desse trabalho e por me dar a imensa alegria de realizar o desejo de ser pai.

Ao meu filho Enrico.

Aos meus pais por tudo que sou.

“A riqueza de um homem está em seu caráter e sua humildade”.

AGRADECIMENTOS

Uma dissertação de mestrado exige um longo tempo de trabalho e dedicação pessoal, às vezes, nos impede de realizar nossas tarefas corriqueiras, causando alguns transtornos as pessoas que mais amamos. A todos que colaboraram na realização deste trabalho e em especial:

- A minha esposa, pelo amor, paciência e incentivo permanente;
- A toda minha família;
- Ao meu orientador, Prof. Dr. Milton Vieira Júnior pela sua imprescindível orientação, pelo crédito, paciência, sabedoria, sem a qual não teria sido possível a conclusão deste trabalho;
- Ao meu orientador assistente, Prof. MSc. Nelson C. Maestrelli agradecemos o apoio e as discussões interessantes para a realização do trabalho;
- Ao analista de sistemas Mário Sérgio Modenese, pela irrestrita colaboração na elaboração do programa de computador;
- Á Indústrias Romi S/A pela bolsa de mestrado e utilização de seu banco de dados para teste do sistema;
- A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Dentre elas quero agradecer aos colegas do departamento de Suprimentos das Indústrias Romi S/A;
- Agradeço a Deus, pela coragem e determinação que me destes.

RESUMO

Este trabalho apresenta um sistema de classificação e codificação (S.C.C.) de peças, baseado no sistema Brisch, seguindo os conceitos de Tecnologia de Grupo (T.G.), e desenvolvido a partir da necessidade das engenharias de projetos e suporte técnico de compras de uma empresa brasileira fabricante de máquinas-ferramenta e injetoras de plásticos. O trabalho apresenta ainda o procedimento para implementação deste sistema, o desenvolvimento de um sistema computadorizado de apoio e alguns resultados obtidos a partir de testes de validação, que visam evitar a proliferação de peças e a eliminação de redundâncias de projeto.

ABSTRACT

This work presents a classification and coding system (C&C) of parts, based on the Brisch system, according to the group technology (G.T.) concepts, and developed from the need of product engineering and technical support industrial supplying for areas in a brazilian company, manufacturer of machine tools and injection molding machines. The work still presents the procedures to implement this coding system, the development of a software of support and some results obtained from the validation tests, trying to avoid proliferation of parts and elimination of project redundancies.

SUMÁRIO

Dedicatória	IV
Agradecimentos	VI
Resumo	VII
Abstrat	VIII
Sumário	X
Lista de Figuras	XII
Lista de Tabelas	XVI
Glossário	XVII
Lista de Siglas	XVIII
CAPÍTULO 1: Introdução	1
CAPÍTULO 2: Tecnologia de Grupo	5
2.1. Definição de T.G.	5
2.2. Origem e Evolução da Tecnologia de Grupo	7
2.3. Métodos de Formação de Famílias de Peças	10
2.3.1. Método Ocular ou Visual	10
2.3.2. Análise do Fluxo de Produção (A.F.P.)	10
2.3.3. Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.)	13
2.3.4. Métodos Baseados em Algoritmos	13
2.4. Áreas de Aplicação de Tecnologia de Grupo (T.G.) na Indústria	15
2.5. Benefícios Econômicos	16
CAPÍTULO 3: Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.)	18
3.1. Definição de S.C.C.	18
3.2. Estrutura do Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.)	22
3.2.1. Monocódigo (estrutura hierárquica)	22
3.2.2. Policódigo (estrutura fixa)	22
3.2.3. Códigos Mistos ou Multicódigo (estrutura combinada)	23
3.3. Vantagens da Aplicação de Tecnologia de Grupo Utilizando-se S.C.C.	25
3.4. Possíveis Desvantagens da Tecnologia de Grupo Utilizando-se S.C.C.	27
3.5. Importância do Sistema	28
3.6. Requisitos Fundamentais para a Implantação	28
3.7. Princípios Básicos para Classificação	29
3.8. Princípios Básicos para Codificação	30
3.9. Funções do Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.)	31
3.10. Alguns Sistemas de Classificação e Codificação (S.C.C.)	31
3.10.1. Sistema OPITZ (Alemanha Ocidental)	32
3.10.2. Sistema MICLASS (Holanda)	34
3.10.3. Sistema CODE (USA)	37
3.10.4. Sistema BRISCH (USA)	39
3.11. Outros Sistemas de Classificação e Codificação	43

CAPÍTULO 4: Desenvolvimento e Implantação do Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.)	44
4.1. Apresentação da Empresa	44
4.2. Histórico do S.C.C. na Empresa	45
4.2.1. Estudo para Readequação do S.C.C.	51
4.3. Procedimento para Implantação do S.C.C.	54
4.3.1. Análise da Situação Atual	54
4.3.2. Planejamento das Atividades e Serem Realizadas para Implementação	55
4.3.2.1. Estudo do Sistema Atual	55
4.3.2.1.1. Estrutura da Codificação	55
4.3.2.1.2. Estrutura da Classificação	76
4.3.2.2. Levantamento das Deficiências do Sistema	77
4.3.2.3. Definir os Pontos a Serem Atendidos/Melhorados	80
4.3.2.4. Executar as Melhorias	81
CAPÍTULO 5: Aplicação e Testes para Implantação do SCC	91
5.1. Escolha das Peças para Teste	91
5.2. Codificação das Peças Escolhidas	92
5.3. Classificação das Peças Escolhidas	98
5.4. Formação das Famílias de Peças	98
5.5. Implantação dos Itens Codificados no Manual de Unificação	99
5.6. Vantagens do Sistema	105
5.7. Desvantagens do Sistema	105
CAPÍTULO 6: Conclusão e Propostas de Trabalho Futuros	106
6.1. Propostas de Trabalhos Futuros	106
Referências Bibliográficas	108
Bibliografia Consultada	111
Apêndice 1	114
Apêndice 2	119
Apêndice 3	122
Apêndice 4	124
Apêndice 5	126

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Influência dos fatores externos na dinâmica empresarial [1]	2
Figura 2.1 - Exemplo de famílias de peças: a) Similar na forma geométrica b) Similar no processo de produção [5]	6
Figura 2.2. - Layout de eixos e fusos no trabalho de Flanders [15]	7
Figura 2.3 - Etapas da análise do fluxo da produção [1]	12
Figura 2.4 - Exemplo de economia de custos, gastos e período de tempo para a implantação da T.G. [12]	17
Figura 3.1 - Estrutura do tipo Monocódigo [21]	22
Figura 3.2 - Estrutura do sistema Opitz [15]	33
Figura 3.3 - Peça 01176-1302 codificada pelo sistema Opitz [15]	34
Figura 3.4 - Estrutura do sistema Miclass [21]	35
Figura 3.5 - Peça codificada pelo sistema Miclass [21]	36
Figura 3.6 - Estrutura do sistema Code [48]	38
Figura 3.7 - Peça 13188D75 codificada pelo sistema Code [48]	38
Figura 3.8 - Estrutura do sistema Brish [8]	40
Figura 3.9 - Peça 33263-204 codificada pelo sistema Brish [8]	41
Figura 4.1. - Codificação da categoria e grupo	45
Figura 4.2.- Estrutura da codificação	47
Figura 4.3. - Estrutura da Cadeia Numérica de Codificação	55
Figura 4.4 - Estrutura da classificação	76
Figura 4.5. - Estrutura do S.I.	79
Figura 4.6. - Exemplo de S.I. utilizado na empresa	79
Figura 4.7. - Sistema de Identificação (S.I.) X Sistema de Classificação e Codificação S.C.C. [5]	80
Figura 4.8. - Tela inicial para demonstração do sistema computadorizado	82
Figura 4.9. - Tela de definição da classe	83

Figura 4.10 - Desenho do parafuso M4x0,7x10mm	83
Figura 4.11 - Tela de demonstração da subclasse	84
Figura 4.12 - Tela de demonstração do grupo	85
Figura 4.13 - Tela de demonstração do subgrupo	86
Figura 4.14 - Tela de demonstração da numeração seqüencial I	87
Figura 4.15 - Tela de demonstração da numeração seqüencial II	87
Figura 4.16 - Tela de demonstração da numeração seqüencial III	88
Figura 4.17 - Estrutura da codificação proposta	89
Figura 4.18 - Estrutura da classificação proposta	89
Figura 5.1 - Desenho de um parafuso com cabeça para teste	93
Figura 5.2 - Desenho de um parafuso sem cabeça para teste	95
Figura 5.3 - Desenho de uma porca de fixação para teste	95
Figura 5.4 - Desenho de uma arruela para teste	96
Figura 5.5. Desenho de um pino elástico para teste	97
Figura 5.6. Unificação da família 53101	100
Figura 5.7. Unificação da família 53201	101
Figura 5.8. Unificação da família 53301	103
Figura 5.9. Unificação da família 53402	103
Figura 5.10. Unificação da família 53503	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. - Resumo da evolução histórica da T.G.	9
Tabela 2.2. - Países que mais se destacaram nas pesquisas especializadas em T.G. [1]	9
Tabela 2.3. - Resumo dos métodos para formação de famílias de peças	14
Tabela 3.1. - Número de combinações possíveis em função do tipo de código [5]	19
Tabela 3.2. - Exemplos selecionados de S.C.C. [20]	21
Tabela 3.3. - Estrutura do tipo policódigo [21]	22
Tabela 3.4. - Vantagens e desvantagens dos 3 tipos de estruturas	23
Tabela 3.5. - Resumo das principais características dos S.C.C. apresentados	42
Tabela 4.1. - Tipos de itens comprados	52
Tabela 4.2. - Descrição das classes	56
Tabela 4.3. - Classe de matéria prima, materiais com dimensões indefinida, combustíveis e lubrificantes	57
Tabela 4.4. - Classe de materiais e produtos para fundição, tintas e produtos químicos	57
Tabela 4.5. - Classe de ferramentas	58
Tabela 4.6 - Classe de materiais elétricos, eletrônicos, hidráulicos e pneumáticos	58
Tabela 4.7 - Classe de componentes mecânicos comuns	59
Tabela 4.8 - Classe de componentes mecânicos fabricados	59
Tabela 4.9 - Classe de componentes de dispositivos, dispositivos, instrumentos de medição e gabaritos	60
Tabela 4.10 - Classe de máquinas, equipamentos para transportes, manutenção, fundição, iluminação e instalações elétricas, CPD e comunicações	60
Tabela 4.11 - Classe de mobiliário, máquinas de escritório, equipamento de segurança, comercial, fotográfico, médico, para cozinha, para recreação, terrenos e construções	61
Tabela 4.12 - Subclasse de retentores e similares	61
Tabela 4.13 - Subclasse de elementos de fixação	62

Tabela 4.14 - Subclasse de Rolamentos	62
Tabela 4.15 - Subclasse de elementos de transmissão	62
Tabela 4.16 - Subclasse de elementos de manipulação	63
Tabela 4.17 - Tipo parafuso com cabeça	63
Tabela 4.18 - Tipo parafuso sem cabeça	64
Tabela 4.19 - Tipo porca	65
Tabela 4.20 - Tipo arruela	65
Tabela 4.21 - Tipo pino	65
Tabela 4.22 - Tipo chaveta	66
Tabela 4.23 - Tipo anel elástico	66
Tabela 4.24 - Tipo elementos de fixação diversos	66
Tabela 4.25 - Tipo mola	66
Tabela 4.26 - Faixa de dimensões de comprimentos de roscas do parafuso com cabeça cilíndrica	67
Tabela 4.27 - Dimensões de comprimentos de roscas até 19mm para parafusos com cabeça cilíndrica	67
Tabela 4.28 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 19, até 29mm para parafusos com cabeça cilíndrica	67
Tabela 4.29 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 29, até 39mm para parafusos com cabeça cilíndrica	67
Tabela 4.30 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 39, até 49mm para parafusos com cabeça cilíndrica	68
Tabela 4.31 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 49, até 59mm para parafusos com cabeça cilíndrica	68
Tabela 4.32 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 59, até 69mm para parafusos com cabeça cilíndrica	68
Tabela 4.33- Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 69, até 89mm para parafusos com cabeça cilíndrica	68

Tabela 4.34- Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 89, até 129mm para parafusos com cabeça cilíndrica	68
Tabela 4.35- Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 129, até 200mm para parafusos com cabeça cilíndrica	69
Tabela 4.36 - Dimensões das roscas para parafusos com cabeça cilíndrica	69
Tabela 4.37 - Faixa de dimensões de comprimentos de roscas de parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata	69
Tabela 4.38 - Dimensões de comprimentos de roscas até 9mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata	70
Tabela 4.39 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 9, até 19mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata	70
Tabela 4.40 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 19, até 29mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata	70
Tabela 4.41 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 29, até 39mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata	70
Tabela 4.42- Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 39, até 49mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata	71
Tabela 4.43 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 49, até 59mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata	71
Tabela 4.44 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 59, até 89mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata	71
Tabela 4.45 - Dimensões de roscas para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata	71
Tabela 4.46 - Dimensões de comprimento de roscas das porcas sextavadas médias	72
Tabela 4.47 - Dimensões de roscas de diâmetro até 52mm para porcas sextavadas médias	72
Tabela 4.48 - Dimensões de roscas até M8x1,25, para porcas sextavadas médias	72
Tabela 4.49 - Dimensões de roscas até M16x2,00, para porcas sextavadas médias	72
Tabela 4.50 - Dimensões de roscas até M24x3,00, para porcas sextavadas médias	72
Tabela 4.51 - Dimensões de roscas até M36x4,00, para porcas sextavadas médias	73
Tabela 4.52 - Dimensões de roscas até M42x4,50, para porcas sextavadas médias	73

Tabela 4.53 - Dimensões de roscas até M52x5,00, para porcas sextavadas médias	73
Tabela 4.54 - Dimensões das roscas dos parafusos métricos até M20, para as arruelas planas bicromatizadas	73
Tabela 4.55 - Dimensões das roscas dos parafusos métricos até M20, para as arruelas planas bicromatizadas	73
Tabela 4.56 - Dimensões das roscas dos parafusos métricos até M8, para as arruelas planas bicromatizadas	74
Tabela 4.57 - Dimensões das roscas dos parafusos métricos de M10 até M16, para as arruelas planas bicromatizadas	74
Tabela 4.58 - Dimensões das roscas dos parafusos métricos até M20, para as arruelas planas bicromatizadas	74
Tabela 4.59 - Dimensões do diâmetro dos pinos elásticos pesados	74
Tabela 4.60 - Faixas de dimensões dos comprimentos dos pinos elásticos pesados	75
Tabela 4.61 - Dimensões dos comprimentos dos pinos elásticos pesados até 9mm	75
Tabela 4.62 - Dimensões dos comprimentos dos pinos elásticos pesados maiores que 9, até 19mm	75
Tabela 4.63 - Dimensões dos comprimentos dos pinos elásticos pesados maiores que 19, até 29mm	75
Tabela 4.64 - Dimensões dos comprimentos dos pinos elásticos pesados maiores que 29, até 39mm	75
Tabela 4.65 - Dimensões dos comprimentos dos pinos elásticos pesados maiores que 39, até 49mm	76
Tabela 4.66 - Dimensões dos comprimentos dos pinos elásticos pesados maiores que 49, até 59mm	76
Tabela 4.67 - Prefixos utilizados no S.I.	79
Tabela 4.68 - Alterações das descrições dos dígitos da estrutura da codificação	81
Tabela 4.69 - Resumo do S.C.C. atual em relação ao S.C.C. proposto	90

GLOSSÁRIO

- Grupo:** É a combinação do conjunto de operários, máquinas e/ou outras facilidades, arranjadas numa área reservada e projetada para completar um conjunto específico ou espectro de peças de diversos produtos. Os operários num grupo compartilham uma série comum de objetivos e metas de produção.
- Família:** É um conjunto de itens (peças) ou espectro de itens (forma), operações ou produtos com características similares, produzidos por um grupo ou célula.
- Célula:** É um sistema de fabricação onde homens e máquinas estão arranjados em grupo de modo que todas as operações necessárias para a fabricação de uma família de itens são executadas dentro da área delimitada pelo grupo de máquinas.
- Codificação:** É um sistema de representar através de um conjunto de símbolos, as características básicas de um item, de modo a esta poder ser classificada.
- Classificação:** É o arranjo dos itens peças dentro de conjuntos de acordo com algum princípio pelo qual são agrupados.
- Layout de Grupo:** Arranjo físico de equipamentos onde as máquinas de diferentes tipos são agrupadas de tal maneira a produzir todos os componentes de uma dada família de itens.
- Layout Funcional:** Arranjo físico de equipamentos onde as máquinas são agrupadas por processo. As que desempenham a mesma função dispostas juntas.
- Software:** É uma expressão que se utiliza para referenciar todos os programas e procedimentos relacionados que se pode utilizar num sistema de computador.
- Hardware:** É uma parte física do computador, peças, encaixes, fios e chips, ou seja, o hardware é o equipamento.
- CAD:** Refere-se ao uso do computador no desenho e projeto de peças industriais, componentes de máquinas ou projetos arquitetônicos e de engenharia.

LISTA DE SIGLAS

- A.P.F. - Agrupamento Por Família
- C.A.D. - Computer Aided Design
Projeto Auxiliado por Computador
- C.A.E. - Computer Aided Engeneering
Engenharia Auxiliada por Computador
- C.A.M. - Computer Aided Manufacturing
Manufatura Auxiliada por Computador
- C.I.M. - Computer Integraded Manufacturing
Manufatura Integrada por Computador
- C.N. - Controle Numérico
- C.N.C. - Controle Numérico Computadorizado
- DOS - Disk Operating System
Sistema Operacional para Micro Computadores
- S.C.C. - Classification & Codification System
Sistema de Classificação e Codificação
- T.G. - Tecnologia de Grupo
- UNIX - Sistema Operacional para Estações de Trabalho

CAPÍTULO 1: Introdução

Nos últimos anos, o ambiente da manufatura mundial vem sofrendo constantes modificações em função de diversas razões: o comportamento do mercado consumidor em busca de produtos com elevada qualidade e que representem inovações, faz com que o ciclo de vida dos produtos seja reduzido; o desenvolvimento de novas tecnologias leva ao lançamento de novos produtos com velocidade cada vez maior. Tudo isso induz um crescente desenvolvimento tecnológico, que vem elevando consideravelmente a diversificação dos itens produzidos pelas indústrias de manufatura, com especial enfoque no ramo metal-mecânico. Para melhorar a qualidade e/ou reduzir custos, na tentativa de se buscar novos mercados ou se manter os já conquistados frente a uma concorrência cada vez mais acirrada, os engenheiros de fabricação e gerentes são levados a repensar suas organizações, buscando aperfeiçoamento, eficiência e racionalização da produção [1].

Segundo Agostinho [1], a habilidade para competir e ter sucesso depende, cada vez mais, de uma adaptação contínua e antecipada às influências externas. Estas influências estão relacionadas às áreas de mercado, ciência, sociedade e política. A figura 1.1 mostra como esses elementos externos podem influenciar na organização empresarial.

A mudança de comportamento do mercado consumidor, juntamente com o dinamismo da evolução tecnológica dos produtos, aliam-se à inviabilidade de manutenção de estoques, devido aos custos financeiros e aos riscos de obsolescência e tornam o volume dos lotes cada vez menores, discriminando a produção. A diversificação dos produtos, com seus ciclos de vida reduzidos, imposta pela rápida mudança do mercado, dificulta que a automação seja utilizada dentro dos moldes da manufatura tradicional [35].

Em síntese, no novo panorama industrial tem-se: a diminuição sensível do ciclo de vida dos produtos; o aumento na mesma velocidade, da diversificação dos mesmos; crescentes pressões por redução de tempo, custos e aumento da qualidade e baixo volume dos lotes produzidos. Em países industrializados, 30% do Produto Interno Bruto é representado pelo total de produtos manufaturados, sendo que, deste total, 40% se realiza em forma de lotes contra apenas 15% na forma de produção em massa [2].

De acordo com Leonardo e Koenigsberger [33], a tendência mundial é a passagem da produção em massa para a produção em pequenos lotes de fabricação. Atualmente na produção de manufaturados realizado em lotes, mais de 75% é formada por pequenos e médios lotes [5] [20] [36] [48] (de 50 a 500 unidades), onde convivem máquinas a CNC e convencionais de uso geral, para produção de uma grande variedade de itens e produtos.

Grande parte das empresas ainda mantém o *layout* (arranjo físico das máquinas) funcional, característico de sistemas de produção com lotes de grande tamanho (acima de 500 peças por lote) e baixa diversificação de itens e produtos [36]. Nesse tipo de *layout*, os equipamentos são distribuídos conforme a sua função (ex.: setores de tornos, setores de fresadoras, etc.) e devem ser capazes de atender às mais diversificadas formas e tipos de peças. Como resultado, tem-se elevado custo de ferramental e dificuldade para o controle do fluxo produtivo, uma vez que as peças são alocadas para às máquinas que estão

disponíveis, independente de qualquer lógica de sequenciamento de serviços para as máquinas.

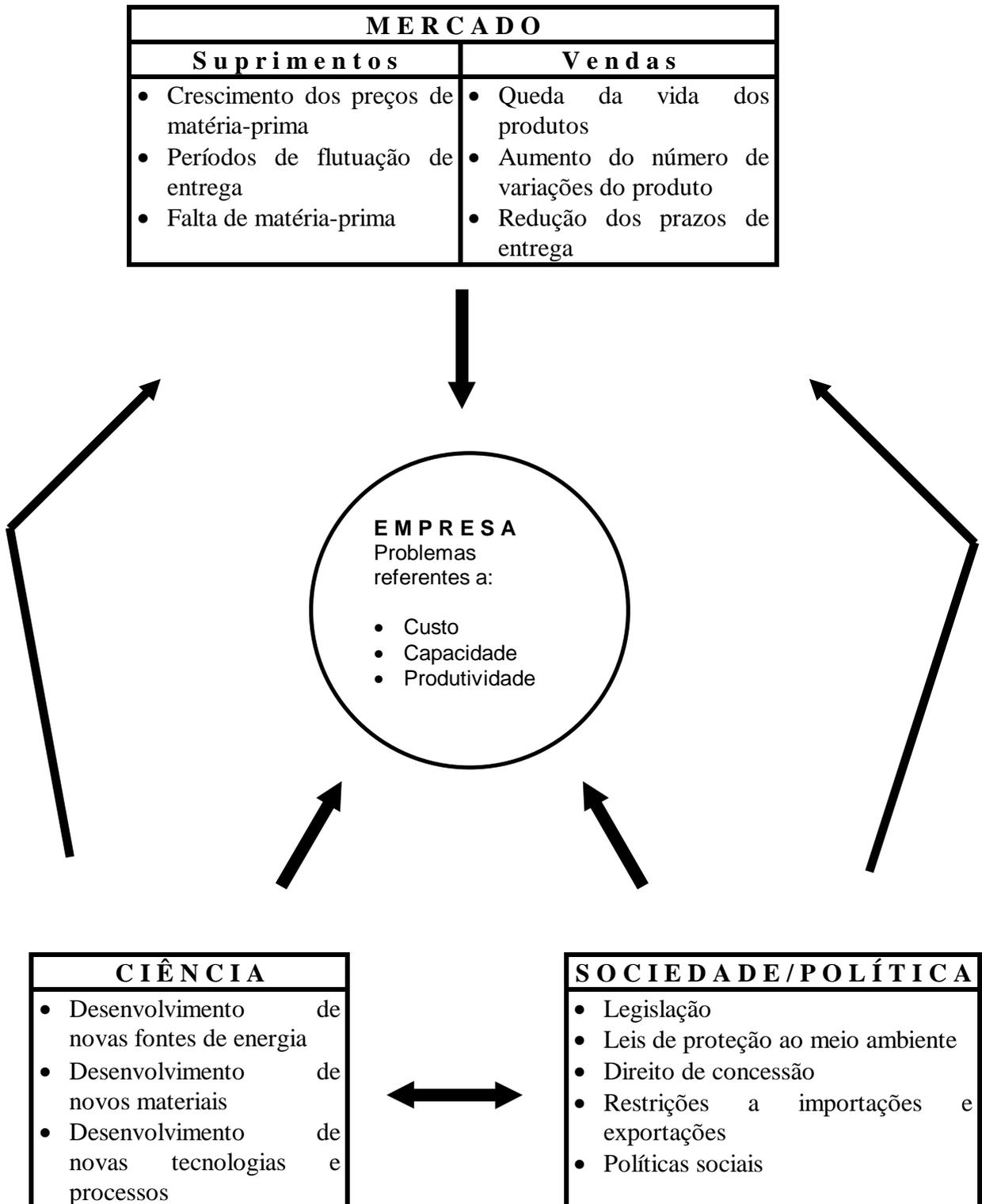


Figura 1.1 - Influência dos fatores externos na dinâmica empresarial [1]

As relações com o mercado consumidor são de especial importância para qualquer empresa, devido às suas freqüentes mudanças resultantes das tendências econômicas (locais ou globais) e de comportamento deste mercado. O consumidor exige elevada qualidade, baixos custos e personalização dos produtos, o que tem levado a manufatura de bens a passar por profundas alterações nos últimos vinte anos. O Brasil, devido à sua inércia em adaptar-se aos avanços tecnológicos, causada principalmente pelo atraso no desenvolvimento científico e tecnológico originados pela reserva de mercado existente até o início da década de 90, somente agora começa a ter plena consciência do significado dessa profunda alteração na filosofia de manufatura [35].

Na medida em que a competição entre fábricas de produtos similares se faz mais acirrada, os tempos do ciclo de vida vão se tornando mais curtos, o que faz cada uma das etapas prévias à fabricação e lançamento de um produto no mercado adquirir características estratégicas. Se o projeto do produto não se faz no menor tempo possível, com a precisão necessária e levando em conta os recursos existentes e disponíveis, o projeto da manufatura não conseguirá definir rapidamente a forma ótima de fabricação. Isto pode levar, na fabricação, ao surgimento da necessidade de solucionar problemas não identificados da fase de concepção do produto [35].

A necessidade de trabalhar as atividades de projeto e fabricação de modo integrado e de diminuir o tempo gasto em desenvolvimento e lançamento de produtos novos é uma condição indispensável das indústrias modernas. Existem várias técnicas que visam este objetivo, destacando-se entre elas a Engenharia Simultânea e a Tecnologia de Grupo (T.G.) [35]. Este trabalho tem como base a T.G.

Os princípios de T.G. consideram que a capacidade de reaproveitamento das informações de projeto e de fabricação existentes nas empresas pode reduzir o tempo e os custos na introdução de novos produtos no mercado, possibilitando ações ágeis e competitivas para às empresas [35].

Desse modo, este trabalho tem como principal objetivo propor a estruturação de um S.C.C. baseado em T.G., para facilitar o acesso e o reaproveitamento de informações, visando reduzir os esforços no lançamento de novos produtos. Para tanto, será primeiramente apresentado um S.C.C. já existente em uma empresa fabricante de bens de capital e utilizado desde 1976.

Partindo-se do objetivo principal exposto acima, outros objetivos desta dissertação são:

- Analisar as necessidades de adaptação no S.C.C. existente na empresa, direcionando-o para os itens pertencentes à família dos elementos de fixação;
- Analisar as reais vantagens da utilização do S.C.C., como um instrumento para os usuários ligados diretamente à criação de itens na empresa, principalmente itens comprados.
- Planejar a implantação do sistema adaptado e desenvolver uma ferramenta de auxílio computadorizada compatível com às necessidades atuais da empresa em questão.

Para tanto, este trabalho foi estruturado da seguinte forma: a partir da contextualização e objetivos apresentados no presente capítulo, faz-se um estudo sobre T.G., partindo-se de sua conceituação, de noções sobre formação de células, passando pelos métodos de formação de famílias, até chegar a uma análise das vantagens/desvantagens, e de como se pode obter racionalização de projetos/recuperação de dados, usando os princípios de T.G. (capítulo 2).

No terceiro capítulo é feito um estudo detalhado sobre S.C.C., apresentando os princípios básicos de codificação e classificação, as possíveis estruturas dos S.C.C., sua importância, os requisitos fundamentais para a sua implantação, os benefícios esperados e, finalmente, a apresentação de alguns tipos de S.C.C. existentes.

No quarto capítulo apresenta-se o S.C.C. existente na empresa estudada mostrando o histórico das estruturas de codificação e classificação utilizadas. Também é apresentada a proposta de adaptação do sistema e os procedimentos para desenvolvimento e implantação do sistema computadorizado para auxílio à codificação e classificação.

No quinto capítulo são apresentadas as aplicações e os testes efetuados no sistema desenvolvido, analisando-se as vantagens e desvantagens oferecidas pelo mesmo.

No sexto capítulo são expostas as conclusões resultantes deste trabalho e também são apresentadas sugestões para pesquisas futuras.

Constam do trabalho 5 apêndices, que contém as listas geradas através de itens já codificados e implantados no sistema computadorizado.

No apêndice 1 é apresentada uma lista de itens da família dos parafusos de cabeça cilíndrica com sextavado interno.

No apêndice 2, apresenta-se a lista de itens da família dos parafusos sem cabeça com sextavado interno e ponta chata.

No apêndice 3, apresenta-se a lista de itens da família das porcas sextavadas médias.

No apêndice 4, apresenta-se a lista de itens da família das arruelas planas bicromatizadas.

Finalmente, no apêndice 5, apresenta-se a lista de itens da família dos pinos elásticos pesados.

CAPÍTULO 2: Tecnologia de Grupo

Neste capítulo pretende-se realizar um estudo sobre Tecnologia de Grupo (T.G.) com o objetivo de fundamentar as análises posteriores sobre Sistemas de Classificação e Codificação (S.C.C.), que é um dos métodos de formação de famílias de peças utilizados na T.G. Assim, serão apresentados os principais conceitos que envolvem T.G. e a formação de famílias de peças usando-se os S.C.C.

2.1. Definição de T.G.

Existem várias abordagens sobre T.G., dentre as quais destacam-se:

- T.G. significa um método que tenta analisar e arranjar o universo/conjunto de peças e os processos de fabricação, aplicáveis de acordo com as similaridades de desenho e usinagem, de modo que uma base de grupo e famílias de peças possam ser estabelecidas para a racionalização dos processos de produção em lotes médios e pequenos [18];
- T.G. é uma técnica que forma famílias de peças com geometria e processo de fabricação semelhantes. Estas famílias trabalharão formando uma unidade. Assim, tem-se uma célula de fabricação [7] [10] [11];
- T.G. é uma filosofia de manufatura que visa racionalizar os trabalhos em empresas que trabalham com pequenos e médios lotes de produção, através da análise de suas similaridades de projeto e de processos produtivos e da determinação de suas famílias de peças [5];
- T.G. é uma nova filosofia no gerenciamento da produção que visa proporcionar às empresas que trabalham com pequenos e médios lotes, vantagens similares às obtidas nas empresas de produção em massa [45].

Dentre estas abordagens, será adotada neste trabalho, a definição de Bennett e Macconell [6]:

“A T.G. é uma abordagem aplicada a projeto e fabricação, que busca aprimorar o conteúdo de informações do sistema de fabricação através da identificação e aproveitamento da uniformidade ou similaridade de peças, baseada em sua forma geométrica e/ou similaridades em seu processo de fabricação”.

Nas três primeiras definições expostas, percebe-se o uso do termo “famílias de peças”. Em T.G. utiliza-se o termo “família” para designar um grupo de peças, ou componentes, que apresentam alguma similaridade entre si, a qual pode estar definida na sua forma geométrica e/ou no seu processo de produção [16] [23] [28] [30].

Na figura 2.1 estão ilustradas possíveis famílias de peças, definidas pela similaridade geométrica (a) e de processos de produção (b).

Figura 2.1 - Exemplo de famílias de peças: a) Similar na forma geométrica
b) Similar no processo de produção [5]

Conforme Burbigde [9], para cada família de peças, o processo de fabricação de cada membro é semelhante, utilizando as mesmas máquinas, as mesmas ferramentas, os mesmos dispositivos de fixação, a mesma metodologia de inspeção, enfim os mesmos procedimentos. Desta maneira, os benefícios nos resultados da fabricação são sentidos na diminuição dos tempos de preparação das máquinas, na simplificação do fluxo de material na fábrica, na seqüência do carregamento das máquinas, no controle de ferramentas, e na utilização de roteiros padrão de fabricação. Além disso, o gerenciamento da produção pelo planejamento do controle de produção (P.C.P.) fica facilitado.

Para atender a esta forma de fabricar, faz-se necessária uma outra forma de arranjar fisicamente as máquinas. Essa forma é chamada de *layout* em grupo ou célula de fabricação, onde as máquinas são agrupadas de modo que esse grupo possa fabricar praticamente por completo uma família de peças, facilitando o seu fluxo e manuseio. Em alguns casos, as peças podem sair da célula para a realização de alguma fase do roteiro de fabricação (ex.: Tratamento Térmico).

Os benefícios da aplicação da T.G. também podem ser observados nas atividades de projeto. Uma das vantagens nessa área é a facilidade de recuperação das informações contidas nos desenhos de uma mesma família de peças, para utilização em uma nova peça ou produto. Através de pequenas alterações, ou mesmo podendo utilizá-la sem alterações, evita-se o desperdício de tempo no projeto, concentrando-se as atividades em especificações funcionais, dimensionamentos, cálculos, verificações e edição de desenhos.

A agilização deste processo de recuperação de informações é feita através da utilização de um Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.) que organiza as características de projeto, tais como: forma externa, dimensões, material e características de fabricação tais como máquinas, dispositivos necessários a fabricação, ferramentas para usinagem e outras, conjunta ou separadamente, dependendo da sua aplicação específica.

Através da utilização de um S.C.C. a empresa pode obter uma racionalização dos seus produtos em diversos aspectos, tais como diminuição da variedade de componentes.

2.2. Origem e Evolução da Tecnologia de Grupo

Neste tópico pretende-se abordar a evolução histórica da T.G. no sentido de uma melhor contextualização desse sistema de fabricação.

Em 1925 R.E. Flanders apresentou um trabalho na “American Society of Mechanical” (ASM), realizado nas indústrias de máquinas-ferramentas “Jones e Lamson”, cujos resultados foram: a padronização de produtos, departamentalização em função dos produtos e minimização de transporte. Na figura 2.2 vê-se o *layout* de eixos e fusos do referido trabalho, onde se constata um agrupamento de máquinas distinto do *layout* funcional, revelando um sinal de busca de um melhor sistema de produção [15].

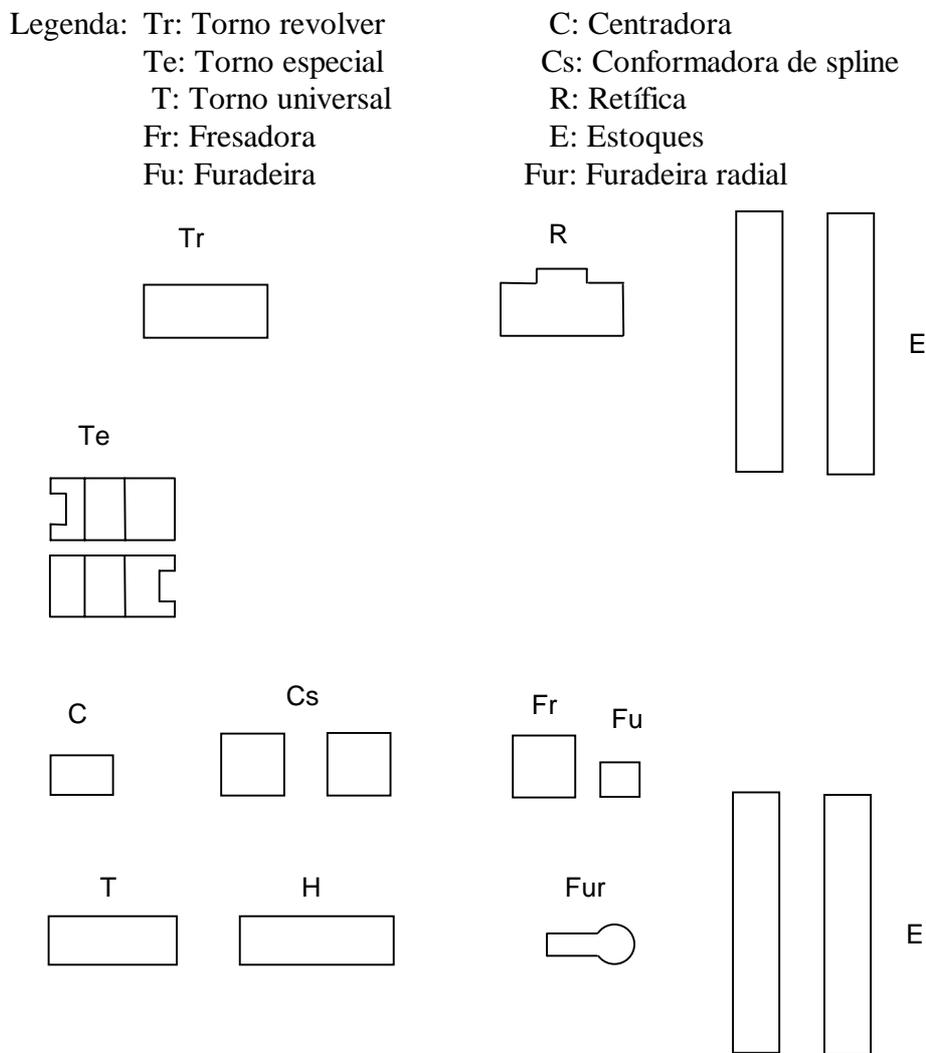


Figura 2.2. - *Layout* de eixos e fusos no trabalho de Flanders [15]

Mais tarde, em 1938, J.C.Kerr apresenta no “Institute of Production Engineers” (IPE) o trabalho sobre planejamento de uma fábrica, sugerindo seções de grupos de máquinas-ferramenta. Nestes grupos definem-se certos trabalhos padronizados para agrupamentos de máquinas arranjadas de forma seqüencial, obtendo-se os seguintes resultados [15]:

- Melhoria no fluxo de produção;
- Um produto por seção;
- Redução do número de máquinas, possibilitando a manipulação de carga dessas máquinas.

Alguns anos depois, em 1949, A. Korling realiza para a firma Scania-Vabis S/C um trabalho denominado “Group production and its influence on productivity “ (Produção em grupo e sua influência na produtividade), descrevendo a reorganização da fábrica, usando “produção em grupo”:

“O princípio da produção em grupo é uma adaptação da linha de produção, trabalhando com lote de fabricação.... isto implica em radical descentralização em pequenas unidades independentes ou grupos de produção. Cada unidade compreende um grupo de máquina, bem como os esforços para completar a fabricação das peças“ [15].

Já nessa época é notório o esforço em encontrar uma técnica ou filosofia de fabricação que aliasse as vantagens da linha de produção ao trabalho com lotes de fabricação, visando a uma melhoria de produtividade, embora ainda não estivesse bem claro como seria tal sistema.

O russo Mitrofanov em 1959 lança o livro “ The Scientific Principles of Group Tecnology “ (Os princípios científicos da Tecnologia de Grupo), enunciando o conceito de “componente composto” que é uma peça imaginária apresentando todos os detalhes existentes nas peças que compõem uma mesma família [5].

O trabalho de Mitrofanov impulsionou o desenvolvimento desse sistema de produção, já que os resultados obtidos pelo russo eram animadores.

Durante a década de 60, os conceitos de T.G. se difundiram pelo Japão e Europa, principalmente na Alemanha Ocidental e Inglaterra. Nesse período, o conceito evoluiu e se modificou, permitindo que uma família de peças fosse produzida em mais de uma máquina. Este grupo de máquinas capaz de processar todos os componentes de uma família passou a ser denominado de Célula de Fabricação. Por sua vez, o arranjo físico particular dessas máquinas passou a ser denominado de Arranjo Físico Celular [43].

H. Opitz, em 1960 desenvolveu um sistema de codificação de peças para o tratamento estatístico de componentes, visando à verificação de carregamento de máquinas. O sistema, pela sua potencialidade, veio a ser empregado como um dos métodos de formação de famílias em T.G. [43]. Este sistema será alvo de estudo no Capítulo 3 deste trabalho.

J.L. Burbidge, em 1962, publica o método de Análise de Fluxo de Produção, empregando nele as informações dos roteiros de fabricação, sendo o mesmo utilizado para formação de famílias na T.G.. Dessa maneira, mais uma ferramenta foi oferecida para o desenvolvimento da T.G. e, devido à sua grande importância, será tratada oportunamente neste trabalho [9].

Na tabela 2.1. é mostrado um quadro-resumo com a evolução histórica da T.G.

A N O	Acontecimento
1925	R.E.Flanders apresenta um trabalho na ASM, tendo como resultado: a padronização de produtos, uma departamentalização em função dos produtos e minimização de transporte.
1938	J.C.Kerr apresenta no IPE um trabalho sobre planejamento de uma fábrica, sugerindo seções de grupos de máquinas-ferramenta.
1949	A. Korling realiza um trabalho de produção em grupo e sua influência na produtividade, na firma Scania-Vabis S/C.
1959	Mitrofanov lança o livro "The Scientific Principles of Group Technology", no qual aparece o conceito de "componente composto".
1960	H.Opitz, desenvolve um sistema de codificação de peças para o tratamento estatístico de componentes.
1962	J.L. Burbidge, publica o método de Análise de Fluxo de Produção (PFA).

Tabela 2.1. - Resumo da evolução histórica da T.G.

Outros trabalhos foram efetuados, principalmente na antiga União Soviética, onde ocorreu um grande avanço. Em 1965 cerca de oitocentas empresas utilizavam a T.G. e já existia vasta bibliografia sobre o assunto. A partir desses resultados, universidades e empresas nos diversos países da Europa criaram centros de pesquisas especializados em T.G., como pode ser visto na tabela 2.2., onde são mostrados os países e centros de pesquisas que mais se destacam nessa área [1].

País	Centro de Pesquisa
Inglaterra	Manchester Institute of Science and Technology
Turim	Group Technology Centre
Tchecoslováquia	VUOSO e VUSTE
Alemanha Oriental	Karl Marx Technical University; Aachen Technical University e a Fábrica Zeiss;
Polônia	IOPM Industrial Institute
Iugoslávia	IAMA Institute
Holanda	TNO Institute
França	Organizações de consultoria SAT, PTE e COPIC
Suíça	Consultoria PGM
Estados Unidos	Massachusetts Institute of Technology e a Consultoria Brisch-Birn

Tabela 2.2. - Países que mais se destacaram nas pesquisas especializadas em T.G. [1]

Muitas empresas tiveram participação importante no desenvolvimento da T.G., sendo que os resultados obtidos em algumas delas são apresentados, neste trabalho, no tópico sobre aplicações da T.G. (item 2.4).

2.3. Métodos de Formação de Famílias de Peças

A definição correta das famílias de peças é uma etapa fundamental para o processo de implantação da T.G. em qualquer empresa, pelo fato de que todos os trabalhos posteriores estarão baseados nesta definição.

No agrupamento das peças em famílias, que é a base da T.G., o número de peças e a frequência de fabricação deverão ser levados em consideração, pois quanto maior a similaridade de requisitos e frequência de lotes, melhor será a formação de famílias, auxiliando assim a formação de células de manufatura ou grupos de máquinas [13] [41] [42] [44].

A seguir são apresentados, de forma resumida, os métodos para formação de famílias de peças. Suas respectivas vantagens e desvantagens são apresentadas posteriormente à exposição de todos os métodos.

2.3.1. Método Ocular ou Visual

É o mais primitivo e intuitivo dos métodos. Este método é muito simples, e consiste de uma inspeção visual das peças fabricadas, agrupando-as em famílias de peças semelhantes através do processo ou pela semelhança geométrica [32].

2.3.2. Análise do Fluxo da Produção (A.F.P.)

Esta metodologia desenvolvida por Burbidge, utiliza-se da premissa de que a maioria das peças e das máquinas ferramentas em qualquer indústria já pertencem a famílias e grupos definidos, necessitando apenas de um trabalho que os identifique e os organize [38].

Uma premissa básica para sua utilização é que deve existir na indústria um banco de dados capaz de especificar todo o roteiro de produção de uma peça, mostrando todas as máquinas, ou centros produtivos, onde ela sofrerá uma operação. Também deve existir um sistema único de identificação dessa operação e desses centros produtivos.

Basicamente a metodologia consiste de quatro etapas, as quais são sucessivamente aplicadas. A seguir apresenta-se, sucintamente, essas etapas:

Etapa 1: Análise do Fluxo da Fábrica

Consiste em detectar e analisar através de redes os principais fluxos de materiais da indústria, dentro de um macro contexto.

Deve-se obter um fluxo interdepartamental o mais simples possível.

Etapa 2: Análise dos Grupos

Análise matricial do fluxo de materiais dentro de cada departamento.

Essa análise resulta na formação dos grupos com suas respectivas famílias de peças.

Etapa 3 : Análise das linhas

Analisa através de redes, os fluxos internos em cada grupo já detectado. Essa análise deve resultar no melhor arranjo físico possível para cada grupo.

Etapa 4 : Análise do Ferramental

A última etapa da A.F.P. é feita pesquisando as peças em cada máquina do grupo e determinando a melhor seqüência de carga a fim de minimizar os tempos de preparação. O carregamento é feito de maneira a se usinar primeiro a peça que requer o ferramental mais complexo.

A figura 2.3. ilustra as 4 etapas dessa metodologia.

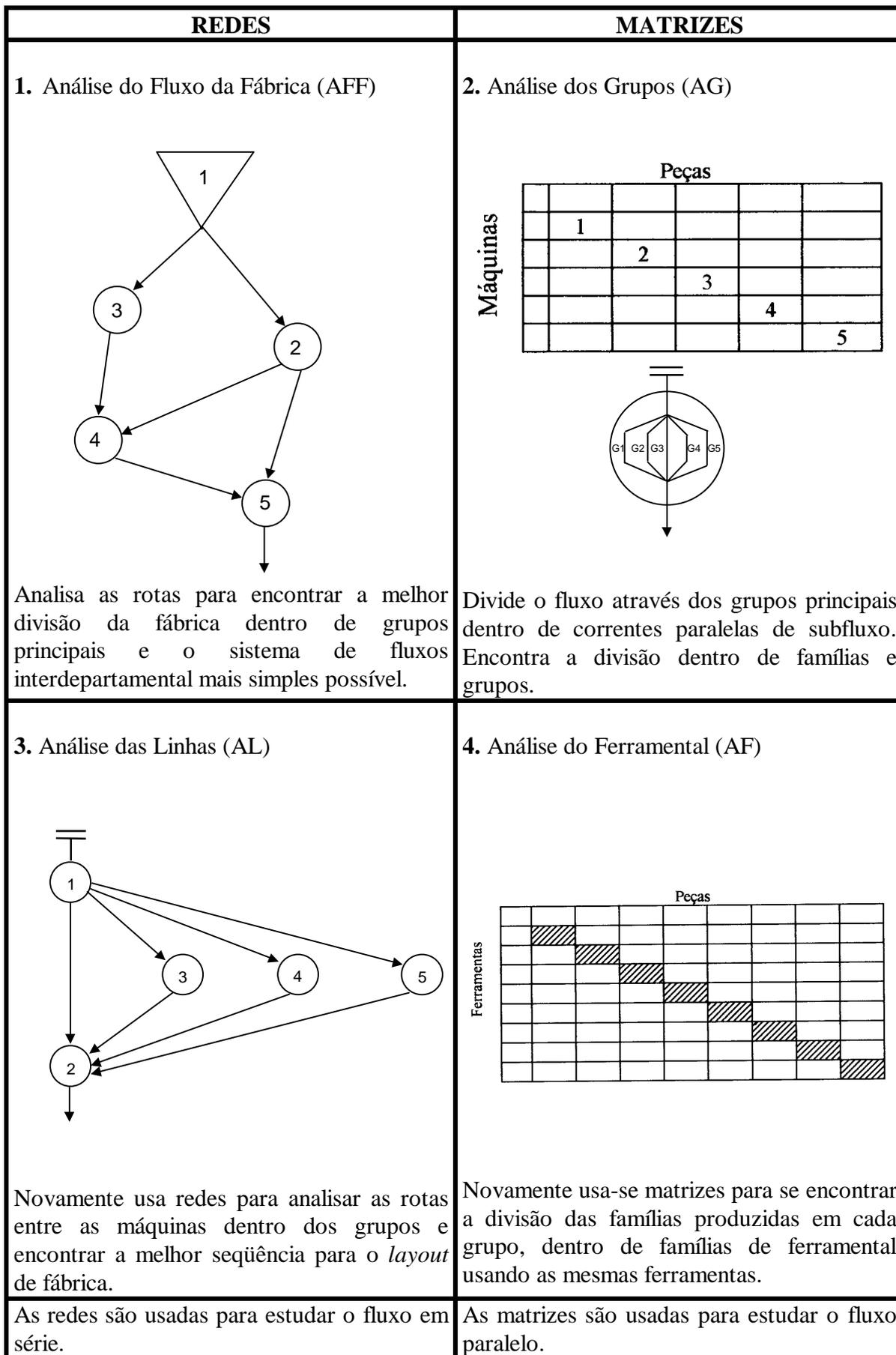


Figura 2.3. - Etapas da análise do fluxo da produção [1]

2.3.3. Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.)

Este método consiste em classificar e codificar as peças, através de um sistema alfanumérico, composto de dígitos, que definirão características geométricas e de processos de fabricação, possibilitando o agrupamento de peças similares nos códigos, e formando assim, as famílias de peças. O S.C.C. (Sistema de Classificação e Codificação) utiliza os desenhos das peças para a obtenção das informações básicas e informações de processo de fabricação da empresa. Busca a integração dos aspectos de projeto, planejamento de processo e manufatura [17].

Esse método será tratado com maior profundidade no Capítulo 3, uma vez que será a base para esta dissertação.

2.3.4. Métodos Baseados em Algoritmos

Esses métodos baseiam-se em técnicas de agrupamento, onde são empregadas variáveis como atributos pertinentes à classificação de qualquer tipo de elemento, que essencialmente executa uma ordenação.

O usuário do método tem que definir a unidade dos dados, as variáveis a serem empregadas, o critério de agrupamento, uma medida de similaridade conveniente, e a implementação do algoritmo que executa as tarefas citadas numa linguagem computacional conveniente. Pode-se citar como exemplos as técnicas de Rank Order Clustering (R.O.C.), Direct Clustering Algorithm (D.C.A.), e Asking and Subramaniam's Approach (A.S.A.) [38].

A tabela 2.3. ilustra os métodos mais comumente encontrados, suas características principais, vantagens e desvantagens.

Métodos	Características Principais	Vantagens	Desvantagens
Ocular ou Visual	<p>.Este método consta de uma inspeção visual dos componentes fabricados, agrupando-se as similares, tais como: eixos, polias, suportes, etc.</p>	<p>.Facilidade de identificação das peças baseada em sua aplicação funcional, como por exemplo, corpos de válvula.</p>	<p>.Bases subjetivas. .É executado somente por especialistas em processos de fabricação. .Utilizado em indústrias com pequena diversificação de peças, ou seja, indústrias de pequeno porte. .Ineficiente quando se tem peças não geometricamente similares..</p>
Análise do Fluxo de Produção (A.F.P.)	<p>.Método baseado em roteiros de fabricação, onde são encontradas as informações sobre ferramentas de corte, dispositivos de fixação, máquinas, seqüência de operações e especificações de engenharia. .Existem quatro fases de implantação: 1ª Análise do fluxo da fábrica. 2ª Análise dos grupos. 3ª Análise das linhas. 4ª Análise do ferramental.</p>	<p>.Possibilidade de implantação imediata. .Possibilita melhoria e padronização de fluxo. .Serve de banco de dados tecnológicos. .Simples para utilização, manuseio e interpretação dos usuários. .Não existe altos custos para implantação. Apenas roteiros de fabricação e listas de equipamentos confiáveis.</p>	<p>.Necessidade de alta definição dos dados da folha de processo e carta de fluxo. .Dificuldades na organização manual dos dados de produção. .Dificuldade de atualização dos agrupamentos quando se introduzem novas peças no sistema. .Limitado na geração da tecnologia de projeto. .Não favorece a integração entre o projeto e a fabricação. .Difícil aplicação e atualização para empresas com grande número de peças.</p>
Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.)	<p>.Este sistema visa agrupar os objetos semelhantes conforme as suas características de projeto e/ou fabricação para obter economia de tempo e dinheiro.</p>	<p>.Precisão que fornece para a formação de famílias de peças. .Potenciais de economia devido a pesquisa e recuperação de projetos, eliminando a proliferação de peças. .Padronização e recorrência de elementos de forma, famílias de peças e produtos. .Agrupar similaridades de forma e processo. .Possibilitar padronização e recorrência de processos de fabricação.</p>	<p>.Altos custos para implementação, tanto para os desenvolvidos internamente como para comprados de fornecedores. .Complexidade. .Grande número de dígitos. .Necessidade de desenvolver códigos para cada indústria. Difícil utilização de códigos universais. .Necessidade de treinamento de operadores.</p>
Baseados em Algoritmos	<p>.Esses métodos baseiam-se em técnicas de agrupamento, onde são empregadas variáveis como atributos pertinentes à classificação de qualquer tipo de elemento, que essencialmente executa uma ordenação.</p>	<p>.Rapidez de aplicação. .Baixo custo</p>	<p>.Inadequados para tratar com número elevado de peças e máquinas. .Apresentam soluções heurísticas.</p>

Tabela 2.3. - Resumo dos métodos para formação de famílias de peças

2.4. Áreas de Aplicação de Tecnologia de Grupo (T.G.) na Indústria

Através do estabelecimento de estratégias que simplifiquem e padronizem os produtos e os meios de manufatura pela aplicação de T.G., os benefícios refletir-se-ão na aplicação nas várias atividades industriais [46], particularmente quando se utilizam os S.C.C. para formação das famílias:

- **Projeto (Engenharia de Produtos);**

A proliferação de desenhos é uma característica comum no segmento industrial. Cerca de 20% das novas peças produzidas requerem novos desenhos. Dos restantes, 40% poderiam ser produzidas com os desenhos já existentes e 40% poderiam ser produzidas fazendo-se pequenas modificações em desenhos também já existentes [18] [20].

Com a aplicação de T.G., usando-se os S.C.C., as mesmas serão classificadas e codificadas e evita-se a proliferação de desenhos e de peças, uma vez que a recuperação de desenhos é facilitada [27] [37].

- **Manufatura**

No planeamento de processos

O planeamento de processo produtivo pode ser entendido como sendo o planeamento das operações e do roteiro de manufatura necessários para se produzir uma determinada peça [4] [46].

Teoricamente, peças com geometrias idênticas ou similares, produzidas da mesma matéria-prima e na mesma indústria, deveriam ter processos idênticos ou similares. Entretanto, isso nem sempre ocorre.

Essa inconsistência geralmente é resultante do planeamento de processos desenvolvidos por diferentes processistas, planejamentos feitos em épocas diferentes e planejamentos desenvolvidos sob diferentes disponibilidades de capacidades, de matéria-prima e de domínio tecnológico.

A aplicação de T.G. através de S.C.C., poderá servir de base para a implantação de um sistema de Planeamento do Processo Auxiliado por Computador - C.A.P.P. (Computer Aided Process Planning), proporcionando uma maior capacidade de recuperação, geração e padronização dos processos produtivos [5].

Na preparação de máquinas

A T.G. aplicada na preparação de máquinas pode ser muito útil no desenvolvimento de ferramentas a serem usadas na produção de famílias de peças. Pode-se também evitar o projeto de ferramentas e dispositivos de forma repetitiva [38].

Em máquinas de comando numérico

A T.G. poderá proporcionar que os programas de comando numérico sejam elaborados mais rapidamente. Torna-se possível aplicar o conceito de famílias em programas, ou seja, programas específicos para serem usados com determinadas famílias de peças, trabalhando-se com programas parametrizados.

Na área de compras

Utilizando-se um sistema de codificação, pode-se armazenar várias informações sobre peças compradas. Isso pode ser muito útil quando quer-se formar “lotes de compras”, ou seja, grupos de peças pertencentes ao mesmo fabricante ou revendedor, tendo-se como vantagens a padronização, rapidez e economia de escala.

Na área de orçamentos

As estimativas de custos para uma nova peça ou projeto são bastante facilitadas quando utiliza-se um sistema de codificação. Pode tornar-se viável o desenvolvimento de custos padronizados para cada família de peças.

Administração

Na parte administrativa, a T.G. permite um fluxo adequado de trabalho e o estabelecimento de centros de custos, originando uma carga eficiente de homem e máquina. Permite também a cooperação mais efetiva entre as áreas, resultando em maior produtividade.

O trabalho de supervisão é facilitado, pois há conhecimento imediato do estado do trabalho da célula. Insumos e custos indiretos são reduzidos com a otimização da mão-de-obra e recursos.

2.5. Benefícios Econômicos

Conforme Canciglieri [12], os benefícios econômicos que podem ser obtidos com a implantação da T.G. incluem um projeto mais efetivo, menores estoques, simplificação do planejamento, controle, seqüenciamento e carregamento da produção, redução do tempo de preparação de ferramental, bem como do inventário em processo e tempo total de produção, otimização do uso das máquinas, etc.

Entretanto, como o custo de manutenção do sistema de T.G. é considerável, faz-se necessário um período de tempo para que haja retorno do investimento feito, como pode ser visto na figura 2.4.

Figura 2.4. - Exemplo de economia de custos, gastos e período de tempo para a implantação da T.G. [12]

A aplicação de T.G. sobre o ambiente produtivo pode proporcionar grandes vantagens, conforme o que foi descrito no presente capítulo. No caso específico dos S.C.C., a redução do tempo de desenvolvimento e lançamento de novos produtos utilizando-se componentes padronizados é um dos principais benefícios.

Como neste trabalho será proposto um S.C.C. que visa atingir estes ganhos, no capítulo seguinte serão detalhados os fundamentos sobre os S.C.C., os principais S.C.C. existentes e suas características.

CAPÍTULO 3: Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.)

Em função dos objetivos do trabalho, serão detalhados neste capítulo, os principais Sistemas de Classificação e Codificação (S.C.C.) disponíveis.

Numa indústria, os produtos a serem fabricados, muitas vezes, têm formas semelhantes e utilizam as mesmas máquinas e os mesmos processos. A função do projeto, é especificar as características de uma peça que terá uma determinada função dentro de um produto. Essas características são, em geral, as seguintes: dimensões externas, dimensões internas, acabamento de todas as superfícies, tolerâncias de forma e de posição e outras que sejam necessárias. A função da manufatura, é produzir conforme as especificações do projeto. Para tanto, a manufatura define os métodos, escolhendo máquinas, ferramentas e dispositivos necessários para realizar a tarefa.

Neste contexto, os S.C.C. têm a função de viabilizar a integração dos aspectos de projeto, planejamento de processo e manufatura. São, portanto, um conjunto de regras organizadas segundo uma lógica bem definida que determina uma série de características para um conjunto de peças, baseada na sua similaridade.

Esses sistemas visam agrupar as peças semelhantes conforme as suas características para obter economia de tempo e dinheiro na sua fabricação e/ou no seu projeto. Para a fabricação, essa economia é feita através da diminuição dos tempos de preparação das máquinas, tempo de troca de dispositivos, na diminuição do material em processo no chão de fábrica, diminuição de material refugado e na utilização dos mesmos dispositivos e ferramentas por vários produtos.

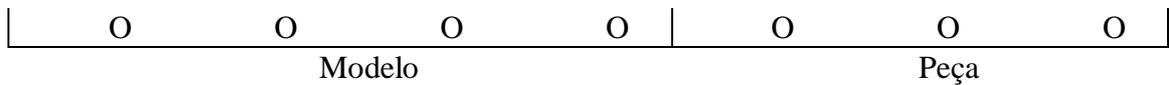
Desse modo, um S.C.C. possui um papel destacado em T.G., não só pela sua aplicação na formação de famílias, como também pelas vantagens que ele pode proporcionar quando aplicado em outros setores, conforme visto no item 2.7. deste trabalho.

3.1. Definição de S.C.C.

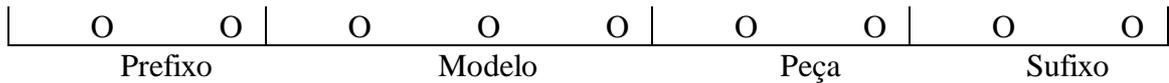
Segundo Ham [20] o S.C.C. é definido como sendo “um meio efetivo de ordenar peças codificadas, formando famílias baseadas em parâmetros especiais do sistema, indiferente da ordem ou uso de peças”.

No passado, o sistema de codificação/identificação tinha a função de identificar uma peça ou produto em uma empresa, tendo sido muito empregados sistemas oriundos dos quatro tipos básicos [5] [8], que são:

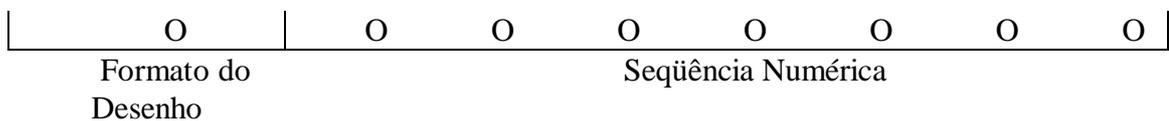
- Constituído de duas partes, sendo que a primeira indica o modelo do equipamento e a segunda uma peça específica do mesmo;



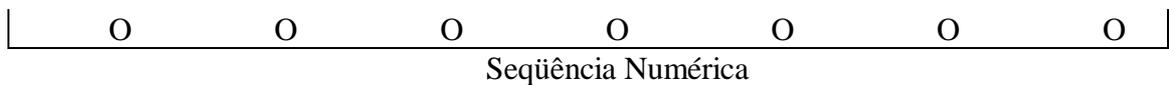
- Composto de prefixos, modelo do equipamento, peça específica e de sufixo, podendo ser empregados números e/ou letras;



- Este sistema leva em conta o formato do papel (letra) e uma seqüência numérica;



- Consiste apenas de uma seqüência numérica.



Os códigos são representados por símbolos (letras e/ou números), os quais, decifrados, comunicam informações específicas de peças ou produto. Dessa maneira, podemos classificar os sistemas de codificação, de acordo com o tipo de caracter empregado [18]:

- Código numérico = 10 valores (0-9);
- Alfa caracter = 20 letras;
- Hexadecimal = 16 caracteres (0-9 e A-F).

Na tabela 3.1 pode-se ver o número de combinações possíveis dos códigos numéricos, alfa e alfa numérico.

Número de Caracteres	Número Possível de Combinação		
	Numérico	Alfa	Alfa Numérico
1	10	26	36
2	10 ²	26 ²	36 ²
3	10 ³	26 ³	36 ³
4	10 ⁴	26 ⁴	36 ⁴
5	10 ⁵	26 ⁵	36 ⁵
6	10 ⁶	26 ⁶	36 ⁶
7	10 ⁷	26 ⁷	36 ⁷
8	10 ⁸	26 ⁸	36 ⁸

Tabela 3.1 - Número de combinações possíveis em função do tipo de código [5]

A classificação e codificação de um item qualquer, baseada nos princípios da T.G., tem um grande potencial de aplicação em todas as fases de um processo produtivo, podendo ser utilizada em atividades como projeto, fabricação, compras, etc, e desempenha importante papel na implantação de qualquer sistema integrado de manufatura.

A classificação pode ser definida quando um item pode ser categorizado sob diversos enfoques como forma, valor, processo produtivo, etc.

Já a codificação é definida quando um item pode ser representado, através de códigos (uma seqüência de caracteres numéricos, alfabéticos, uma combinação dos anteriores ou ainda outros símbolos gráficos) que podem ser do tipo **numérico** (apenas números), **alfabético** (apenas letras) ou **alfanumérico** (combinação de letras e números).

Com o aparecimento da T.G., juntamente com a possibilidade de usar o computador, não só em projeto como em produção, passou-se a dar maior importância e consideração aos sistemas de classificação e codificação. Assim surgiram diferentes tipos de sistemas de classificação e codificação desenvolvidos e utilizados no mundo [14]. Conforme Ham [20], alguns exemplos destes sistemas estão expostos na tabela 3.2., onde são mostradas a denominação do sistema, o país e a organização de origem.

SISTEMA	ORIGEM
OPITZ	Aachen Tech.Univ. (W. Germany)
OPITZ's SHEET METAL	Aachen Tech.Univ. (W. Germany)
STUTTGART	Univ. of Stuttgart (W. Germany)
PITTLER	Pittler Mach. Toll Co. (W. Germany)
GILDEMEISTER	Gildemeister Co. (W. Germany)
ZAFO	(W. Germany)
SPIES	(W. Germany)
PUSCHMAN	(W. Germany)
DDR	DDR Standard (E. Germany)
WALTER	(E. Germany)
AUERSWALD	(E. Germany)
MITROFANOV	(USSR)
LITMO	Leningrad Inst. for Pre & Optics (USSR)
NIITMASH	(USSR)
VPTI	(USSR)
GUREVICH	(USSR)
VUOSO	Prague M/T Res. Inst. (Czechoslovakia)
VUSTE	Res. Inst. Eng. Tech. & Econ. (Czechoslovakia)
MALEK	(Czechoslovakia)
IAMA	IAMA (Yugoslavia)
PERA	Prod. Eng. Res. Assoc. (U.K.)
SALFORD	(U.K.)
PGM	PGM, Ltd. (Sweden)
KC-1	(Japan)
KC-2	(Japan)
KK-1	(Japan)
KK-2	(Japan)
KK-3	(Japan)
SHEET METAL SYSTEM	(Japan)
CASTING SYSTEM	(Japan)
HITACHI	Hitachi Co. (Japan)
TOYODA	Toyoda, Ltd. (Japan)
TOSHIBA	Toshiba Machine Co., Ltd. (Japan)
BRISCH	Brisch-Birn, Inc. (U.K. e U.S.A.)
MICLASS	TNO (Holland e U.S.A.)
CODE	Mfg. Data Systems, Inc. (U.S.A.)
PARTS ANALOG	Lovelace, Lawrence & Co., Inc. (U.S.A.)
ALLIS CHALMERS	Allis Chalmers (U.S.A.)
SAGT	Purdue Univ. (U.S.A.)
BUCCS	Boeing Co., (U.S.A.)
ASSEMBLY PART CODE	Univ. of Massachusetts (U.S.A.)
HOLE CODE	Purdue University (U.S.A.)
DTH/DCLASS	Brigham Young Univ. (U.S.A.)
CINCLASS	Cincinnati Milacron Co. (U.S.A.)

Tabela 3.2. - Exemplos selecionados de S.C.C. [20]

3.2. Estrutura do Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.)

Existem três (3) tipos básicos de estruturas de S.C.C. com aplicação nas indústrias. O primeiro tipo de estrutura é denominado de **Monocódigo** ou **Hierárquico**, o segundo tipo de **Policódigo**, e o terceiro tipo de **Códigos Mistos** ou **Multicódigo** [2] [29] [31]. Esses tipos serão descritos a seguir.

3.2.1. Monocódigo (estrutura hierárquica)

O código monocódigo é conhecido também como código hierárquico por ter uma estrutura tipo árvore. É tal que, cada caracter depende da informação do código anterior. Assim, nenhum caracter pode ser interpretado isoladamente. A figura 3.1, mostra a estrutura de um S.C.C. do tipo monocódigo.

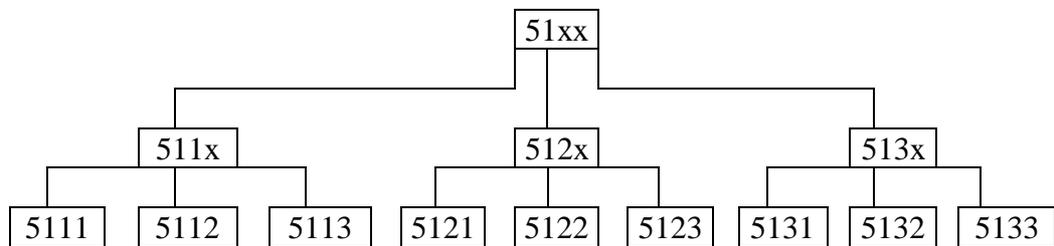


Figura 3.1 - Estrutura do tipo Monocódigo [21]

3.2.2. Policódigo (estrutura fixa)

Na estrutura tipo policódigo os dígitos da cadeia de caracteres são estruturados de forma que as informações contidas em cada dígito sejam independentes dos demais dígitos da cadeia. Esse tipo de estrutura não é tão compacto quanto a estrutura hierárquica (monocódigo), mas oferece uma versatilidade maior, sendo mais adaptável as aplicações das atividades de produção. A tabela 3.3. mostra a estrutura tipo policódigo de S.C.C.

Características		
Forma Externa	Forma Interna	Furos
Cilíndrica	Cilíndrica	Axial
Cônica	Cônica	Radial
Esférica	Esférica	Inclinado

Tabela 3.3. - Estrutura do tipo policódigo [21]

3.2.3. Códigos Mistos ou Multicódigo (estrutura combinada)

Os Códigos Mistos também são chamados de Códigos Híbridos.

Na prática a maior parte dos Sistemas de Classificação e Codificação são códigos mistos ou multicódigos, isto é, são a combinação dos princípios de um monocódigo e de um policódigo simultaneamente, procurando utilizar os aspectos positivos de ambos.

Os princípios da montagem do código são:

Policódigos: Informação freqüentemente acessadas e com pequeno número de opções.

Monocódigos: Informações pouco acessadas e com grande número de opções.

Exemplos: O sistema de Opitz, KK1, KK3. [2]

A tabela 3.4., mostra as vantagens e desvantagens dos 3 tipos de estruturas.

Tipos de estruturas	Vantagens	Desvantagens
Monocódigo ou Hierárquico	<ul style="list-style-type: none">. Trata-se de uma estrutura muito compacta por trazer uma grande quantidade de informações em uma cadeia com poucos dígitos.. É um código muito eficiente para a recuperação de dados baseados na forma geométrica, tamanho/dimensões, etc.. Acumula um grande número de informações em poucos dígitos.. Exerce função relevante no auxílio ao projeto.	<ul style="list-style-type: none">. Difícil construção e interpretação.. Difícil utilização.
Policódigo	<ul style="list-style-type: none">. Fáceis de serem desenvolvidos construídos e interpretados.. Adaptável para a produção, através de classificação de máquinas, ferramentas, operações, etc.. Oferece uma versatilidade maior em relação ao monocódigo.	<ul style="list-style-type: none">. Esse tipo de estrutura não é tão compacta quanto a estrutura do monocódigo.. Possuem uma capacidade de armazenar informações bem menor que os monocódigos.. É comum observar-se a saturação de alguns dígitos, o que provoca enormes trabalhos de implementação do código.
Códigos Mistos ou Multicódigo	<ul style="list-style-type: none">. Geração de código mais eficiente e abrangente, devido a associação dessas estruturas permitindo conciliar a adaptabilidade do policódigo com a compatibilidade do monocódigo.	<ul style="list-style-type: none">. Possibilidade de classificação por critérios subjetivos.

Tabela 3.4. - Vantagens e desvantagens dos 3 tipos de estruturas

A utilização do código na formação de famílias, requer uma estratégia que depende do sistema de produção onde o S.C.C. será aplicado. Um estudo deve ser feito na procura das características a serem consideradas para a classificação das peças.

Por exemplo, se a codificação e a classificação forem orientadas para o projeto, as peças com formas semelhantes serão agrupadas; se forem orientadas pela utilização de máquinas, peças com roteiro de fabricação semelhantes serão agrupadas. e assim por diante.

Na maioria dos casos, cada sistema emprega uma combinação dessas características. O importante é que o sistema se adapte para satisfazer as necessidades específicas da indústria.

Um bom S.C.C. é baseado na manutenção de um balanceamento entre a quantidade de informação necessária e o número de dígitos exigidos para o processamento dessa informação. Dessa forma, um S.C.C. bem projetado deve satisfazer vários requisitos básicos, proporcionando e facilitando a implantação da T.G. e sua aplicação em diversas áreas da empresa.

Um S.C.C. voltado para aplicações da T.G., pode trazer como potenciais benefícios em [20]:

- Padronização do projeto de produto;
- Estimativa acurada do custo desde o projeto até a produção;
- Formação de famílias de peças e células de máquinas;
- Racionalização no projeto, ferramental e planejamento do processo;
- Melhoria da programação CN, e uso efetivo de máquinas e centros de usinagem;
- Recuperação efetiva de desenhos e processos;
- Estatísticas de peças seguras e confiáveis;
- Racionalização e redução do custo de projeto;
- Padronização do projeto, ferramental e planejamento do processo.

Todavia se o S.C.C. não for bem estruturado, de acordo com as necessidades da empresa, ele poderá tornar-se um problema, não obtendo os resultados esperados, uma vez que os códigos utilizados não representam com fidelidade às caracterizações desejadas. Um exemplo dessa situação será abordado no capítulo 4, onde o S.C.C. utilizado pela empresa estudada não apresenta boa estrutura e não tem grande significado sobre a peça/produto/item codificado.

3.3. Vantagens da Aplicação de Tecnologia de Grupo Utilizando-se S.C.C.

As vantagens da aplicação de Tecnologia de Grupo (T.G.) utilizando-se um Sistema de Classificação e Codificação (S.S.C.), são vistas em várias áreas das indústrias:

- **Engenharia de Produtos**

Na engenharia de produtos é fundamental o emprego de um S.C.C. na padronização e redução do tempo de projeto. Além do sistema oferecer um método sistemático e eficiente no armazenamento de informações, pode também formar uma base de dados computacional para recuperação de dados de projeto como: desenho, especificações, dados geométricos, materiais, etc [18] [20].

A economia resultante de um sistema de recuperação de dados de projetos e de uma racionalização de projetos é imediatamente alcançada [26].

Obtém-se informação completa e precisa na formação de famílias através de códigos.

Partindo-se da formação de famílias de peças é possível desenvolver um arquivo de peças compostas que assistirá ao projeto e desenvolvimento de componentes compostos, identificando-se assim as peças para compra, fabricação ou montagem.

A racionalização do projeto resultante da aplicação da T.G., reverte em significativa economia de tempo e custo de projeto, especialmente de projetos de novas peças.

- **Planejamento e Controle de Produção**

Para que haja uma simplificação do planejamento e controle de produção é necessário um S.C.C. bem projetado que permitirá uma recuperação rápida e confiável dos processos de fabricação [47].

Processos padronizados para as famílias de peças levam a um projeto efetivo de ferramental de grupo para os conjuntos de famílias, para programação C.N.C. da família de peças.

Arquivos de famílias de peças proporcionam a informação básica requerida para o planejamento computadorizado do processo.

O controle da produção pode ser simplificado e efetivamente executado dentro de um ambiente com T.G.

- **Fabricação**

Um S.C.C. pode permitir a formação de células de máquinas para a fabricação de peças, reduzindo assim o tempo de processamento da peça, o tempo de preparação da máquina (*setup*), transporte e tempo de espera entre processos, e finalmente o custo de ferramental [21] [47].

Pode proporcionar melhorias do *layout* da fábrica, com a utilização racional do espaço, adotando-se as células definidas pelos agrupamentos de peças e máquinas.

- **Compras**

Conforme Min e Shin [40] na área de compras temos as seguintes vantagens:

a) Redução de custo de compra através do volume;

Pela identificação dos materiais comprados utilizados para a mesma função, a T.G. proporciona ao comprador, a possibilidade de comprar poucos itens diferentes a volumes maiores. Posteriormente, o comprador pode levar vantagem no volume ou descontos de embarque.

b) *Lead time* mais rápido

Pela computadorização dos sistemas de códigos, os compradores podem identificar rapidamente os materiais ou necessidades. Assim, o comprador pode acelerar o processo de pedidos, reduzindo o tempo de ciclo do pedido.

c) Melhor influência na negociação

Em muitas ocasiões, o comprador compra repetidamente itens similares. A partir do sistema de classificação e codificação em T.G., pode-se criar a base para análise de valores: o comprador pode não somente descobrir itens mais baratos que outros fornecedores, mas também estimular as margens de lucros reais do fornecedor. Estas informações podem ser usadas como um valioso instrumento de negócios para os fornecedores, quando a compra de itens similares acontece.

d) Estimativa de custo precisa

A T.G. fornece ao comprador uma oportunidade para estimar a gama de preços futuros durante os períodos inflacionários pelo estabelecimento de um dado base de custos padrões para certas famílias de materiais e peças, servindo uma função similar [25].

e) Reação mais rápida para mudanças de projetos

Especialmente para itens de alta tecnologia, o nível de mudanças atualmente muito freqüente, força as indústrias a alterarem especificações técnicas de projetos de produtos tão rapidamente quanto necessário. Neste caso, o S.C.C. baseado em T.G., será de grande utilidade, porque ele pode ajudar o comprador a identificar rapidamente os mais recentes materiais ou partes que compõem os mais novos projetos e especificações.

f) Melhor comunicação entre compradores e fornecedores

Itens indesejáveis e errados podem ser entregues ao comprador, se houver problemas de comunicação entre ele e seus fornecedores. Muito frequentemente erros dessa natureza nos vários processos de pedidos e procedimentos são as principais causas na dificuldade de comunicação. Esses erros podem ser reduzidos e eventualmente eliminados pelo uso do S.C.C.

3.4. Possíveis Desvantagens da Tecnologia de Grupo Utilizando-se S.C.C.

Apesar de todos os benefícios que um S.C.C. pode trazer, e que foram citados até o presente momento, existem algumas considerações sobre as desvantagens desse tipo de sistema [19]:

- Os S.C.C. disponíveis podem não satisfazer às várias necessidades de todos os aspectos das operações da empresa. Dessa forma, pode ser necessário complementar um presente sistema com códigos adicionais ou desenvolver um novo sistema de codificação.
- Uma grande despesa e quantidade de tempo podem estar envolvidos na instalação e manutenção do sistema de classificação e codificação.
- Pode-se necessitar de pessoal adicional para operar e manter um sistema de classificação e codificação.
- O custo para rearranjar os desenhos e os arquivos para se ajustar ao novo sistema de classificação e codificação pode ser alto e consumir bastante tempo.
- Quando são feitas mudanças no projeto, pode ser necessário mudar os códigos existentes. Isto poderia causar dificuldades por causar inadvertidamente, mudanças em outras atividades relacionadas com o código.
- Quando faltar um suporte firme da alta administração poderá ser difícil a implementação do sistema de classificação.
- Para uma implementação bem sucedida do sistema de classificação e codificação, é essencial uma cooperação plena de todos os departamentos e pessoas envolvidas. Entretanto, nem sempre é fácil conseguir essa cooperação.

3.5. Importância do Sistema

As diversas áreas da empresa que compõem o setor produtivo podem sofrer grandes mudanças para se adequarem a uma nova realidade que se impõe, quando se aplicam os S.C.C. A área de projetos e fabricação passa por um processo de evolução, através da introdução de sistemas CAD/CAM, onde a criatividade dos projetistas e processistas foi ampliada e o trabalho repetitivo foi levado à máquina, possibilitando maior eficiência desses setores [21] [33].

Analisando os sistemas CAD/CAM, verifica-se que os mesmos trabalham com arquivos de peças, os quais são gerados e armazenados. Quando do projeto de novas peças, os mesmos são acessados para verificação se existe peça semelhante. Este procedimento evita a duplicação que causaria desperdício de recursos.

Desta forma, constata-se a necessidade da existência de um sistema de codificação e classificação, que permita a geração dos arquivos de peças e a fácil recuperação de informações, tanto para o projeto de novos produtos como para modificações de engenharia sobre produtos já existentes.

A utilização dos S.C.C. é de grande importância devido à possibilidade de implementação através do computador, pois propicia maior rapidez no processamento, grande capacidade de armazenamento e facilidade de recuperação de informações.

3.6. Requisitos Fundamentais para a Implantação

A escolha e/ou desenvolvimento de um sistema de codificação e classificação é extremamente importante, devendo proceder-se a uma análise profunda de seu campo de atuação, para que possa atingir seus objetivos. Quando o número de itens é pequeno, a recuperação de informações sobre ele é relativamente fácil. Mas quando esse número se torna grande, o problema tenderá a se agravar, pois a recuperação de informações é extremamente difícil. Isto contribui para duplicações de desenhos, ambigüidade na identificação de itens, elaboração de novos processos de fabricação, com conseqüente perda de recursos.

Convém alertar, quando da utilização de equipamentos de processamento de dados, para o tipo de código a empregar: numérico, alfabético ou alfanumérico. O código alfanumérico é de difícil utilização em computador, provocando aumento do custo do sistema. Por isso, os sistemas numéricos são mais recomendados, devido à maior facilidade de utilização do computador [5].

A introdução de um sistema de codificação e classificação requer grande esforço para superar divergências e resistências entre departamentos, pessoal e cultura na empresa, sem o que não será possível obter os benefícios advindos de sua adoção.

3.7. Princípios Básicos para Classificação

Classificação é a representação do agrupamento de qualquer tipo de dado dentro de uma lógica e regras bem estabelecidas.

Projetar uma classificação, para qualquer tipo de dados, requer um estudo das características destes mesmos dados, para eleger aquelas que permitam uma vida útil efetiva da classificação, isto é, permitam que os novos itens sejam classificados pelo sistema, durante um longo período de tempo, (25 anos), antes de esgotar sua capacidade, e que gere classes de dados de tamanho controlável [21].

Para garantir que os objetivos acima sejam alcançados, deve-se atentar para os seguintes princípios. O S.C.C. deve ser [21]:

- **Adaptável ao Processamento com Computador:** Um S.C.C. pode ser funcional sem o uso de um computador. Porém, é frequentemente desejável operar o sistema de forma informatizada. Assim, ele deve ser adaptável ao processamento computadorizado.
- **Mutuamente Exclusivo:** O sistema deve ter a capacidade de agrupar itens semelhantes.
- **Adaptável às Futuras Mudanças:** O sistema deve ser adaptável às futuras expansões e mudanças tecnológicas.
- **Abrangente:** O sistema deve abranger todos os itens existentes na produção e/ou comprados, e ser capaz de aceitar a introdução de novos itens.
- **Específico Para as Necessidades do Usuário:** O sistema deve ser desenvolvido de forma a se adequar ao usuário e não o usuário a ele.
- **Aplicável em Toda a Empresa:** O sistema deve ser aplicável a todos os departamentos da empresa, incluindo o projeto, planejamento e controle de produção, fabricação e administração.
- **Baseado em Características Permanentes:** O sistema deve ser baseado em características visíveis, permanentes, e facilmente identificáveis.

A elaboração de um sistema de classificação requer que sejam efetivadas as seguintes etapas de trabalho:

- Captação de todos os dados relativos aos atributos escolhidos;
- Definição da abrangência e uso da classificação;
- Analisar uma amostra dos dados para estabelecer sua composição e possíveis variações;

- Definição de faixas ou intervalos dos atributos escolhidos;
- Elaborar o sistema de classificação de acordo com a análise feita nos itens anteriores.

3.8. Princípios Básicos para Codificação

A **codificação** dentro do processo de racionalização da produção, tem um papel organizador da informação que é necessário tanto para a planificação da produção, como para a formação do *layout* da planta. Também é usada para obtenção de outros parâmetros econômicos, como a definição do custo.

A maioria das pessoas tem em mente que um sistema de códigos serve apenas para restringir e/ou impossibilitar a disseminação de determinados conhecimentos e/ou informações através de uma linguagem criptografada.

No contexto industrial, o código é um conjunto de símbolos arranjados de forma lógica, que carrega em si mesmo um determinado significado. O sistema de codificação implementa um sistema de classificação, refletindo o seu conteúdo e significado, ampliando e disseminando as informações e conhecimentos implícitos no sistema de classificação. Em geral, os sistemas de códigos para aplicação industrial têm uma seqüência curta de dígitos, letras, ou ambos, com uma alta capacidade de informações armazenadas, para facilitar a sua aplicação, manuseio e memorização.

Segundo Hyde [24], um sistema de códigos para aplicação industrial é um conjunto de símbolos com determinados arranjos e significados implícitos, que após serem interpretados, comunicam dados, informações ou conhecimentos específicos.

A elaboração de um sistema de codificação requer a observância de princípios que materializem e facilitem a interpretação da lógica e das regras contidas no sistema de classificação que representará. Assim, os seguintes princípios devem ser aplicados [24]:

- Implementar cadeias numéricas sempre que possível;
- Combinações alfanuméricas são aceitáveis apenas quando a cadeia alfabética também tem um número fixo de caracteres;
- A cadeia de caracteres que contém as informações nos códigos não deve ter número excessivo de dígitos, pois isto vai facilitar a memorização e diminuir a incidência de erros;
- Manter a cadeia de características com um tamanho e padrão fixos.

3.9. Funções do Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.)

Como visto anteriormente, os sistemas usuais de codificação são muitos diversificados. Muitas vezes são introduzidos sem uma análise profunda de seu campo de atuação. Ou às vezes, não resta à empresa outra opção a não ser empregá-lo, quando da fabricação de equipamentos sob licença.

Os sistemas de codificação assim determinados, tem a sua utilização dentro de certos limites, que estão relacionados com a quantidade de produtos e o número de itens dos mesmos, isto é, não são adequados para trabalhar com número pequeno de itens e de produtos. Quando o número de itens tende a crescer, o problema tenderá a se agravar, pois a recuperação de informações é extremamente difícil, o que contribui para duplicações de desenhos, ambigüidade na identificação de itens, elaboração de novos processos de fabricação e perda de recursos.

Dessa forma segundo Gallagher [15], as seguintes funções são desempenhadas pelos S.C.C.:

- Identificação permanente do item;
- Permitir informações de projeto, fabricação, vendas e outras;
- Ter compatibilidade com o processamento dos dados;
- Identificar as peças individualmente;
- Ter facilidade de entendimento e administração;
- Evitar a duplicação de itens.

3.10. Alguns Sistemas de Classificação e Codificação (S.C.C.)

Neste item do trabalho serão descritos alguns S.C.C., bem como exemplos de peças codificadas. Os S.C.C. serão estudados, verificando-se a viabilidade de sua utilização, com alguma adaptação, para o uso numa empresa. Outros sistemas já foram citados na introdução deste capítulo e poderão ser encontrados com mais detalhes nas referências bibliográficas.

3.10.1. Sistema OPITZ (Alemanha Ocidental)

O Sistema Opitz foi desenvolvido na Universidade de Aachen na Alemanha Ocidental, pelo Prof. Dr. H. Opitz em convênio com a Associação de Máquinas-Ferramenta Alemã. A idéia inicial era o levantamento estatístico de componentes, mas ganhou posteriormente a aplicação no setor de projetos e na T.G. [3] [15].

O sistema Opitz utiliza-se da seguinte seqüência dos dígitos:

12345 6789 ABCD

Sua estrutura básica é ilustrada na Figura 3.2. É composta por 9 dígitos, onde os cinco primeiros dígitos (12345), enfocam as características geométricas e atributos de projeto e são denominados “código de forma”. Os próximos quatro dígitos (6789), constituem o “código complementar”, que enfocam algumas características do processo de fabricação (dimensões, matéria prima, precisão, etc).

O sistema é complementado por uma seqüência de quatro dígitos extras (ABCD), que são denominados de “código secundário”, e que identificam o tipo e seqüência de operações de produção. Devem ser projetados pelo próprio usuário, conforme suas necessidades.

Um exemplo de peça codificada é demonstrada na Figura 3.3..

Os dígitos que compõem o código de forma, podem ser sumarizados da seguinte forma:

1º Dígito: Especifica se o componente é rotacional ou não;

2º Dígito: Fornece dados sobre a forma externa principal e os elementos de forma para os componentes rotacionais e os desvios de forma para os não-rotacionais;

3º Dígito: Fornece dados sobre a forma interna e seus elementos e os furos principais;

4º Dígito: Está relacionado com as operações de usinagem planas do componente;

5º Dígito: Especifica as formas auxiliares, engrenagens e operações de conformação.

Quanto aos dígitos do código complementar, tem-se:

6º Dígito: Fornece as dimensões do componente;

7º Dígito: Especifica o material do componente;

8º Dígito: Fornece informações sobre a forma inicial do material;

9º Dígito: Especifica a acuracidade do componente.

Figura 3.2 - Estrutura do sistema Opitz [15]

Figura 3.3 - Peça 01176-1302 codificada pelo sistema Opitz [15]

3.10.2. Sistema MICLASS (Holanda)

O sistema Miclass foi desenvolvido pela TNO, Netherlands Organization for Applied Scientific Research (Organização de Pesquisa Científica Aplicada Holandesa) com o intuito de padronizar e automatizar a atividade de projeto. A figura 3.4 demonstra a estrutura do sistema Miclass [21]. As funções abrangidas pelo sistema são:

- Recuperação de desenhos;
- Formação de famílias de peças;
- Análise de investimento em máquinas-ferramenta;
- Padronização de desenhos;
- Padronização da rotina de processos de fabricação.

O seu nome é a abreviação de Metal Institute Classification System. O sistema é composto por uma cadeia numérica de até trinta (30) dígitos, sendo os doze (12) primeiros padrão. Esses dígitos representam os seguintes atributos:

- Dimensões Primárias;
- Dimensões Suplementares;
- Forma Básica;
- Tolerâncias e Acabamentos;
- Elementos de Forma;
- Material;
- Intervalo de Dimensões;
- Localização dos Elementos de Fora.

Os demais dígitos representam atributos complementares tais como:

- Numero de diâmetros;
- Número de diâmetros Internos;
- Número de dentes de engrenagem;
- Ranhuras;
- Chavetas;
- Roscas;
- Engrenagens.

A figura 3.5 ilustra uma peça codificada pelo sistema Miclass.

1 ... 4	5 ... 8	9 ... 10	11 12	13 14	15 16	17 18	19 ... 30
Forma Básica							
Dimensões Primárias							
Tolerâncias de Acabamento							
Material							
Tamanho do Lote							
Dimensões Secundárias							
Operações Gerais de Manufatura							
Informações Complementares de Projeto e Processo							

Figura 3.4 - Estrutura do sistema Miclass [21]

DESENHO	TOLERÂNCIAS	MATERIAL
Título:	Fração: +/- 1/64 Decimal: +/- 0.003	CC15
Bucha		¹²⁵ ✓ (²⁵ ✓) Todos exceto quando indicado
Número do Desenho:		
7		

Figura 3.5 - Peça codificada pelo sistema Miclass [21]

3.10.3. Sistema CODE (USA)

O sistema CODE foi desenvolvido para redução de variedades de componentes no setor de projetos, pela empresa Manufacturing Data Systems, Inc. (MDSI), de Ann Arbor, Michigan [48]. A figura 3.6 mostra o sistema Code. O sistema é composto por oito dígitos de forma hierárquica informando apenas as características de forma sem contemplar a acuracidade e material, conforme demonstrado abaixo:

1º Dígito: Forma básica de peça dentro do grupo;

2º Dígito: Forma externa (diâmetros);

3º Dígito: Forma interna;

4º Dígito: Furos;

5º Dígito: Rasgos;

6º Dígito: Rasgo profundo;

7º Dígito: Maior diâmetro externo;

8º Dígito: Comprimento.

Os dígitos 2º a 8º são dependentes do 1º dígito; observe-se que o 1º define a forma básica da peça.

Este sistema classifica peças rotacionais e não rotacionais, codificando-as através de números hexadecimais. Amplia assim, a quantidade de informações contidas numa cadeia com número fixo de dígitos. O sistema também classifica dimensões ligadas diretamente a um intervalo de dimensões. Uma distinta vantagem do sistema é a incorporação da função de banco de dados ao *software* elaborado pelo fabricante, permitindo facilidade de recuperação de dados relativos ao planejamento de processos e dados de projeto através do sistema. A figura 3.7 ilustra uma peça codificada por esse sistema.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Perfil Concêntrico	Diâmetro Externo ou Secção	Furo de Centro	Outros Furos	Ranhuradas, Roscas	Rasgos	Dimensões ----- Diâmetro Interno Comprimento	
2	Perfil Concêntrico	Perfis Específicos como Dentes e Ranhuradas		Furo de Centro	Forma de Perfil	Número de Dentes ou Ranhuradas	Dimensões ----- Diâmetro Interno Comprimento	
3	Barra ou Tubo	Ângulo	Direção do Fim	Tipo do Fim	Secção Típica	Dimensões ----- Diâmetro Ext. Largura Comprimento		
4	Barras Trefiladas	Número de Curvas	Outras Curvas	Ângulos ou Arcos	Saliências	Dimensões ----- Espessura Largura Comprimento		
5	Planos	Número de Lados	Tipos de Furo		Saliências, Ranhuradas e Furos	Dimensões ----- Espessura Largura Comprimento		

Figura 3.6 - Estrutura do sistema Code [48]

Figura 3.7 - Peça 13188D75 codificada pelo sistema Code [48]

3.10.4. Sistema BRISCH (USA)

O sistema Brisch [8] não é um sistema específico para classificação de peças, mas para todas as atividades empresariais. É formado de duas partes: a primeira composta de quatro a seis dígitos informando características que definem uma categoria de itens, como materiais, peças, negócios, montagens e outras.

A segunda parte é composta geralmente de três dígitos informando características específicas para identificação. A figura 3.8 representa esquematicamente o sistema Brisch. É um sistema monocódigo, onde há dez classes. O primeiro dígito define a classe e os outros ampliam as informações referente à mesma. O monocódigo não é ideal para a produção, pois somente formas e/ou funções são classificadas.

Dessa maneira surgiram os policódigos, que fornecem informações detalhadas sobre a forma, o método de produção e tamanho dos componentes, possibilitando uma racionalização de projeto e produção. Um exemplo de codificação é ilustrado na figura 3.9.

Figura 3.8 - Estrutura do sistema Brisch [8]

Número de Código						Sobrenome ou nome da Família	Nome de Batismo	
3	3	2	6	3	-	2	04	
componente						o 4º componente desse tipo		
metálico, cilíndrico, vários diâmetros						comprimento até e inclusive 20,00		
linha de centro reta, máxima dimensão numa extremidade, sem rosca, com furo central passante								
furo central cilíndrico liso com vários diâmetros, máxima, diâmetro externo até 40,00								
curto, dois diâmetros externos somente, diâmetro mínimo interno entre extremidades								

Figura 3.9 - Peça 33263-204 codificada pelo sistema Brisch [8]

Na tabela 3.5 é mostrada de forma resumida, a caracterização dos S.C.C. apresentados.

Sistema	Características
OPTIZ [15]	<ul style="list-style-type: none"> . Um dos primeiros sistemas desenvolvidos. . Bastante usado na Europa, principalmente na Alemanha. . Possui varias publicações a respeito de sua implantação. . Pode ser aplicado para peças usinadas, peças não usinadas e compradas. . Pode ser sumarizado em 10 quadros (folhas). . Estrutura/comprimento: Consiste de 9 dígitos divididos em 2 partes. Os 5 dígitos iniciais tem estrutura de código misto e focaliza a geometria/dimensão e outras características do projeto da peça. Os 4 dígitos complementares incluem informações relevantes para a manufatura, como matéria-prima, tolerâncias, etc. . O acesso no sistema é gratuito.
MICLASS [21]	<ul style="list-style-type: none"> . Desenvolvido na Holanda e vendido por um grupo de consultoria dos E.U.A. . Projetado e vendido como parte de um amplo programa de implantação de T.G., englobando CAD, CAPP, Scheduling, etc. . A segunda geração do Miclass é chamada de Multiclass.
CODE [48]	<ul style="list-style-type: none"> . Vendida pela Manufacturing Data Systems, INC. (U.S.A.). . Adaptação do Brisch Birn, contendo mais informações adicionais como uso do produto, nome, etc. . Estrutura/Comprimento: Comprimento de 8 dígitos, com estrutura de código misto. Utiliza caracteres alfanuméricos. . Suporte Computacional: Codificação não computadorizada. <i>Software</i> para recuperar e manipular dados já codificados.
BRISCH [8]	<ul style="list-style-type: none"> . Desenvolvido na Grã-Bretanha a quase 40 anos e vendido pela Brisch Birn & Partners INC. (U.K. e U.S.A.). . Muito usado na Europa, principalmente na Grã-Bretanha. . Pode codificar todo tipo de objeto da indústria (matéria-prima, componentes, ferramentas, máquinas, etc.). . Adaptado à empresa pelo fabricante. . Estrutura/Comprimento: Possui comprimento variável e 2 partes. Um código primário (4 a 6 dígitos) com dados de projeto e estrutura de monocódigo. Um código secundário, variável no comprimento, com dados para manufatura.

Tabela 3.5. Resumo das principais características dos S.C.C. apresentados.

3.11. Outros Sistemas de Classificação e Codificação

A bibliografia fornecida no final deste trabalho fornece informações sobre vários outros S.C.C. Dentre eles, pode-se citar o S.C.C. de Mitrofanov, Sulzer, Zimmermann [15], KK3, etc.

Alguns deles fazem parte de pacotes de CAD/CAM e podem ser implantados com o auxílio de firmas de consultoria, proprietárias desses pacotes. Muitos tentam abranger aspectos geométricos e de processos, podendo ser aplicados às duas áreas principais, que são projeto e produção.

No capítulo seguinte deste trabalho será apresentado o S.C.C. em desenvolvimento da empresa, suas fases de implantação e a estrutura utilizada.

CAPÍTULO 4 - Desenvolvimento e Implantação do Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.)

De acordo com o que foi descrito no capítulo anterior, observa-se que os estudos e desenvolvimentos que tratam dos S.C.C. contemplam características geométricas e/a de fabricação em uma mesma cadeia de códigos.

Em boa parte dos sistemas analisados (Optiz, KK3, Vuoso, Code, Miclass, entre outros) estão presentes as características geométricas, tais como: elementos de forma da extremidade da peça (roscas, recartilhas, ranhuras, estrias), elementos de forma externa (superfícies cilíndricas, cônicas, curvas, planas), elementos de forma interna (superfícies cilíndricas, cônicas, curvas, planas, saliências, cavidades, furos, gravações), dimensões externas e internas (comprimentos, larguras, profundidades, diâmetros externos, diâmetros internos), usados na forma de intervalos entre dimensões ou como o próprio valor da dimensão.

Do mesmo modo, em boa parte desses sistemas, são encontrados características de processo de fabricação tais como tolerâncias dimensionais, de forma e posição, tratamentos térmicos e de superfícies, forma do *blank*, tipo do material, acabamento superficial.

Neste capítulo, será apresentado o S.C.C. existente na empresa estudada, a adaptação desenvolvida, bem como sua proposta de implantação.

Antes de iniciar este estudo, para efeito de melhor entendimento do texto, será usada a seguinte notação:

a) sempre que o texto se referir ao S.C.C. existente na empresa, sobre o qual este trabalho propõe modificações para implementação, este sistema será chamado de “sistema atual” ou “sistema existente”.

b) sempre que o texto se referir à proposta elaborada pelo autor com base nas análises feitas, o sistema será chamado de “sistema proposto”.

4.1. Apresentação da Empresa

A empresa cujo S.C.C. foi estudado e adaptado, é fabricante de tornos convencionais e C.N.C., centros de torneamento e usinagem e injetoras de plástico. Além disso, possui uma fundição de peças em ferro cinzento e nodular, que atende tanto ao consumo interno, como ao mercado externo. A empresa também atua no setor de serviços, efetuando trabalhos de usinagem e restauração de máquinas. Em 1995, lançou no mercado um sistema rotativo para broqueamento e calibração de furos de alta precisão, com seus padrões de tolerância de ordem micrométrica.

A empresa foi constituída em abril de 1938, e a fabricação do primeiro torno se deu em 1941. A partir de 1944 começou o processo de exportação destes tornos. Hoje esta presente em 54 países distribuídos por todos os continentes, alcançando o expressivo número de 100.000 máquinas instaladas no país e de 20.000 unidades em trabalho no exterior, representando também a exportação de mão-de-obra, qualidade e tecnologia brasileira.

4.2. Histórico do S.C.C. na Empresa

Em 1975 iniciaram-se as primeiras pesquisas em busca de um sistema de codificação adequado para a empresa. Àquela época foram feitos vários estudos sobre os tipos de S.C.C. existentes.

Em maio de 1976 foi apresentado um sistema de codificação baseado no sistema Brisch [7], através do primeiro Manual de Codificação da empresa. Este Manual constituía parte integrante do sistema de codificação de materiais e equipamentos da empresa e tinha como objetivo da época, dotar os setores da empresa dos recursos necessários para a codificação dos itens de estoque, equipamentos adicionais, obras e bens patrimoniais, movimentados ou passíveis de aquisição pela empresa.

Este trabalho de codificação visava “*dotar os órgãos da empresa, dos recursos necessários para itens de estoque, equipamentos adicionais, obras e bens patrimoniais, movimentados ou passíveis de aquisição pela empresa*” (Manual de Codificação da empresa).

Este manual, denominado SCR-2, compreendia a separação dos itens em categorias (agrupamentos maiores) e grupos (agrupamentos menores), e foi elaborado pelos funcionários do Setor de Normalização Técnica (S.N.T.) - que pertencia ao departamento de engenharia.

Cada categoria ou agrupamento maior era codificado com dois dígitos (duas posições) e cada grupo era codificado com um dígito (uma posição), conforme figura 4.1.

X X	X
	Grupo (NG)
	Categoria (NC)

Figura 4.1. - Codificação da categoria e grupo

O manual era estruturado da seguinte forma:

- **Prefácio;**

No prefácio estava exposta a finalidade do manual, a apresentação da estrutura e composição e algumas regras básicas do S.C.C.

- **Lista de classificação em ordem alfabética;**

Nesta lista os itens estavam relacionados sob terminologia técnica e/ou comercial, nomes usuais e termos locais, com a indicação do correspondente número de grupo (NG), para facilitar a codificação ao usuário, caso a descrição fosse conhecida.

- **Lista de classificação em ordem de categorias e de grupos.**

Nesta lista eram relacionados os materiais por agrupamentos de categoria (NC) e grupos (NG), a qual era composta de 24 partes:

- Parte 1 - Materiais e produtos para construção mecânica.
- Parte 2 - Materiais e produtos para fundição, solda, elétricos e hidráulicos.
- Parte 3 - Tubulações flexíveis, cabos elétricos e material para solda.
- Parte 4- Combustíveis, lubrificantes, tintas e compostos químicos.
- Parte 5- Materiais e produtos para construção civil.
- Parte 6- Materiais e artigos para escritório.
- Parte 7- Vestuário, Alimentos e materiais e artigos de uso doméstico.
- Parte 8- Abrasivos e ferramentas de corte para máquina.
- Parte 9- Ferramentas manuais de uso industrial.
- Parte 10- Componentes e acessórios elétricos/eletrônicos.
- Parte 11- Componentes e acessórios hidráulicos/pneumáticos.
- Parte 12- Componentes e acessórios mecânicos.
- Parte 13- Componentes e acessórios mecânicos específicos.
- Parte 14- Instrumental de medição e de laboratório.
- Parte 15- Gabaritos e máquinas para trabalhar metal.
- Parte 16- Equipamento para transporte.
- Parte 17- Fornos e equipamentos para fundição.
- Parte 18- Equipamentos fotográficos e tipográficos.
- Parte 19- Equipamento para iluminação e distribuição de energia elétrica.
- Parte 20- Mobiliário.
- Parte 21- Máquinas de escritório e equipamento de comunicação.
- Parte 22- Equipamento de uso médico, sanitário, recreativo e serviços gerais.
- Parte 23- Veículos.
- Parte 24- Terrenos e obras

Em princípio todo e qualquer item/componente de equipamentos, comum a duas ou mais categorias (itens de múltiplas aplicações), deveriam ser incluídos em categorias e grupos gerais (grupos de estoque permanente). Isto ocorria independente de suas características físicas e/ou aplicação, obedecidas as observações constantes das categorias e grupos envolvidos, conforme exemplo:

Descrição do item	Categoria/Grupo
Rolamentos, esferas	54.2
Engrenagens	55.4
Correias	55.2
Porcas	53.3
Lâmpadas	40.7
Joelhos, hidráulicos	48.3
Fusíveis	41.2

No caso de itens “projetados especificamente” para uso em/com determinados tipos de equipamentos, ou quando não havia conhecimento de outras aplicações, sua inclusão em grupos gerais deveriam obedecer às seguintes normas:

- Inclusão em grupos gerais dos itens de aplicação específica em equipamentos adicionais, atestados como de “manutenção permanente” (estoque de manutenção) independentemente da forma de reposição.
- Inclusão em grupos gerais dos itens de aplicação específica em conjuntos agregados e/ou produtos quando atestados como “comerciais”, independentemente de ser de estoque permanente ou uso eventual.

A partir deste manual iniciou-se o trabalho de detalhamento no qual constatou-se que a codificação seria composta de um código de oito dígitos (figura 4.2). Os cinco primeiros dígitos possuíam uma estrutura de monocódigo, na qual era determinada a família de itens e os três dígitos restantes de forma única, descreviam a entidade em si (com um número de peça).

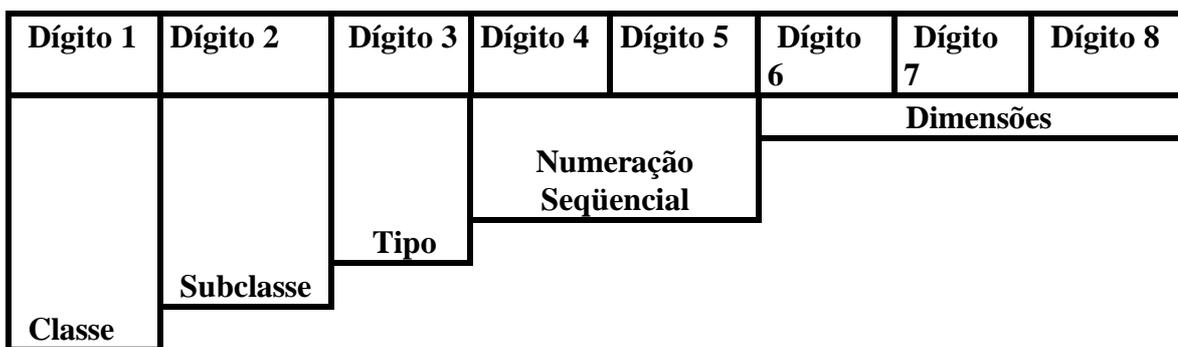


Figura 4.2. - Estrutura da codificação

Até 1983, o SCC foi subutilizado, em função das dificuldades que apresentava. Pode-se destacar: dificuldade de manuseio por parte dos usuários, dificuldade de interpretar as informações do manual, necessidade de dedicar muito tempo à leitura e entendimento do manual para sua correta utilização e a não priorização por parte da administração para esta atividade.

Em função destas dificuldades, e visando superá-las, em 1983 foi elaborado o segundo manual de codificação, que era estruturado da seguinte forma:

- **Objetivo**

O objetivo já havia sido mudado em relação ao exposto no manual de 1976, passando a ser a redução de custos da empresa, evitando a diversificação inútil de componentes e a proliferação de itens de projeto.

- **Informações sobre classificação**

Após a codificação verificou-se que os itens também poderiam ser classificados, sendo que a estrutura da classificação era composta por itens divididos em grupos, separando-os através de suas similaridades e/ou diferenças, baseando-se em algum parâmetro predeterminado.

Um item poderia ser classificado sob diversos enfoques: Item Unificado, Padronizado, Tipificado e itens com Classificação Incompleta.

- **Índice Alfabético**

Este índice era uma lista contendo a descrição de famílias de itens com seus devidos códigos, compostos de até cinco dígitos.

- **Índices das Classes e Subclasses**

Estes índices eram compostos por todas as classes e subclasses existentes na estrutura do S.C.C.

- **Índices Visuais**

Estes índices eram compostos por algumas famílias que já estavam definidas nesta época, que possuíam as seguintes classes:

- 01- Aço para construção mecânica
- 03- Ferro fundido
- 04- Cobre e ligas de cobre
- 06- Plásticos e Borrachas
- 07- Materiais não metálicos
- 08- Tubos flexíveis para fluídos, eletricidade e cabos elétricos
- 09- Combustíveis e lubrificantes
- 10- Materiais para fundição
- 11- Produtos químicos
- 12- Tintas e adesivos
- 18- Vestuário e correlatos
- 41- Materiais para fiação
- 48- Componentes p/ conexão de circuitos hidráulicos, pneumáticos e de lubrificação
- 53- Elementos de fixação
- 54- Rolamentos
- 55- Elementos de transmissão
- 56- Elementos de manipulação

- 60- Peças redondas características sem dentes
- 61- Peças redondas curtas sem dentes
- 62- Peças redondas compridas sem dentes
- 63- Peças redondas características com dentes
- 64- Engrenagens cilíndricas simples e helicoidais
- 65- Peças chatas
- 67- Peças com forma complexa

Usando-se como base o manual de 1983, até 1986 o S.N.T. já havia codificado cerca de 130 mil itens de um total (na época) de 220 mil itens, incluindo-se matéria-prima, itens comprados, itens usinados/fabricados, etc.

Estes 130 mil itens possuíam a seguinte classificação:

Unificados:	8.200 itens
Padronizados:	44.800 itens
Tipificados:	72.600 itens
Classificação Incompleta:	4.400 itens

Esta classificação dos itens em unificados/padronizados/tipificados/classificação incompleta, será detalhada no item 4.3.2.1.2 deste capítulo, quando será mostrado o sistema atual.

O principal grupo de usuários do S.C.C. tem sido desde 1983 (e continua a ser) o setor de engenharia de projeto, porém com menor frequência. Os departamentos de métodos nunca usaram o S.C.C. em aplicações de T.G. para determinar as famílias de peças para fabricação celular, e qualquer uso do SCC para outras finalidades de fabricação não é conhecido. Até este período, embora tenham sido feitas modificações no código original, o S.C.C. não era utilizado em todo seu potencial.

Após 1986, devido às alterações sistemáticas impostas à política econômica brasileira, todas as indústrias sofreram influências e promoveram mudanças administrativas, inclusive a empresa em questão.

A empresa, como produtora de bem de capital, foi uma das primeira a sofrer os efeitos de mudanças no mercado. Com isso, teve que recorrer a empréstimos bancários, redução da jornada de trabalho com proporcional redução do salário, fechamento de duas unidades de negócios, (a fábrica de Santo André (SP) e de Joinville (SC)), redução do quadro de funcionários, de 3200 para 2100, e necessidade de reformular e racionalizar-se no menor espaço de tempo possível tendo a convicção da sua própria necessidade de sobrevivência. Com isto vários setores deixaram de existir, principalmente os relacionados a pesquisa e desenvolvimento, e alguns departamentos foram reestruturados conforme a necessidade, destacando-se o departamento de engenharia de produtos, que era responsável pelo S.C.C. e composto pelos seguintes setores:

- Setor de Elétrica
- Setor de Tornos Convencionais
- Setor de Tornos a CNC
- Setor de Injetoras
- Setor de Fresadoras

- Setor de Normalização Técnica (S.N.T.)

Estes setores foram reagrupados dentro das engenharias de fábricas de cada unidade de negócios que produzem produtos finais, ficando deste modo:

- Engenharia de Fábrica de Tornos Convencionais e C.N.C.;
- Engenharia de Fábrica de Injetoras de Plástico
- Engenharia de Fábrica de Centros de Usinagem e de Torneamento

O S.N.T., que era encarregado de dar o pleno suporte para a engenharia, elaborando normas técnicas, unificações, codificações de itens, etc., enfim, dar as ferramentas necessárias para os projetistas reduzirem o tempo de concepção dos novos produtos, passou a integrar o departamento de suprimentos como sendo o Setor de Suporte Técnico de Compras (S.S.T.C.). Este setor, além das tarefas que eram inerentes à engenharia de produto, veio a acumular outras tarefas ligadas ao departamento de suprimentos, tais como: desenvolvimento, avaliação e qualificação de itens/fornecedores, criação e manutenção de itens comprados, padronização de especificações técnicas de itens comprados, etc.

Assim, novamente a utilização do S.C.C., por questões de prioridades internas, foi temporariamente paralisada.

O S.N.T. era composto, em 1986, por 9 funcionários e após replanejamento ficou com apenas 1 funcionário e 1 estagiário. Atualmente, está constituído por 2 funcionários e 2 estagiários, mas mesmo assim ficando numa situação muito difícil, não podendo continuar o projeto do SCC e conscientizar os usuários do sistema quanto à importância de utilizar regularmente o mesmo.

As prioridades do setor são:

- Analisar itens a implantar e emitir pedidos de compras, acionados por Autorização de Compra (A.C.);
- Analisar A.C. emitidas, as quais requerem alterações nos cadastros de implantação de itens e emissão de pedidos;
- Analisar, criar e alterar no sistema, os itens comprados;
- Elaborar normas técnicas para o projeto ISO 9001;
- Aquisição e controle de normas nacionais e internacionais utilizadas na empresa;
- Criar novos itens comprados e codificá-los.

O processo de codificação era realizado através das cópias dos novos desenhos que eram criados pela engenharia de produto. Atualmente devido ao acúmulo de tarefas, nem isto é realizado.

Em função das necessidades atuais de retomar a aplicação do S.C.C., visando principalmente a redução do número de itens de projeto, este trabalho apresenta, a partir do próximo item, um estudo que visa :

- Readequar o S.C.C. para eliminar os problemas apresentados, que dificultam sua plena utilização, introduzindo modificações e melhorias no sistema;
- Estabelecer um planejamento de atividades para garantir que todos os setores da empresa possam utilizá-lo de maneira integrada;
- Implementar o SCC através de auxílio computacional, tornando o seu uso facilmente acessível aos diferentes setores.

Este trabalho de retomada do uso e implementação efetiva de um S.C.C. modificado e mais adaptado às necessidades atuais da empresa, foi apoiado pela administração, e deverá ser liderado pelo S.S.T.C.

O objetivo principal desta retomada é evitar a proliferação do número de itens de projeto, uma vez que, com a crescente velocidade de lançamento de novos produtos, este problema tende a se agravar.

4.2.1. Estudo para Readequação do S.C.C.

Para verificar as dificuldades de utilização do S.C.C. atual, foi realizado um trabalho de avaliação do número de itens existentes na empresa que estão codificados.

Segundo levantamento realizado neste trabalho, constatou-se que atualmente existem 518.240 itens cadastrados (Janeiro/98). Deste total, 285.876 itens estão codificados, observando a seguinte classificação:

Unificados:	8.676 itens
Padronizados:	51.900 itens
Tipificados:	216.200 itens
Classificação Incompleta:	9.100 itens

Conforme exposto, verifica-se que 55,2 % dos itens estão codificados, mesmo que de maneira incompleta. Para utilizar plenamente o S.C.C., pretende-se aumentar o número de itens unificados e aumentar o percentual de itens codificados ao máximo. Isto deverá ser conseguido, se as seguintes metas forem alcançadas:

- Demonstrar aos usuários as reais necessidades da utilização do S.C.C. e planejar sua implementação e utilização pelos demais setores da empresa;
- Tornar o sistema mais rápido através do uso do computador, ou seja, desenvolver um sistema computadorizado, eliminando os antigos manuais de codificação;
- Fazer alterações/melhorias no sistema atual, conforme será detalhado no tópico 4.3.2.3.

Atualmente, a atividade de codificação fica restrita ao S.S.T.C., porém pretende-se envolver nesta tarefa, principalmente os setores das engenharias de produtos.

Ainda nesta etapa de levantamento de dados, foi realizado neste trabalho, um levantamento dos itens pertencentes a estrutura de um determinado modelo de produto final, visando observar a proporção entre itens comprados e fabricados internamente, e determinar os itens que mais se repetem na estrutura dos produtos. Constatou-se que existem 1202 tipos de itens, sendo 551 fabricados internamente e 651 comprados.

Na tabela 4.1. são apresentados os tipos de itens comprados que mais se repetem nas estruturas de produto final.

Descrição	Tipos de itens	Porcentagem
Parafuso (*)	94	14,4
Identificação p/ borne	40	6,2
Arruela (*)	28	4,3
Pino (*)	24	3,7
Porca (*)	23	3,5
Cabo elétrico	21	3,2
Conector	18	2,7
Rolamento	13	2,0
Bucha de fixação (*)	11	1,7
Anel elástico (*)	9	1,4
Mola (*)	8	1,3
Diversos	362	55,6
Total de tipos de itens comprados	651	100

(*): Itens que pertencem a família dos elementos de fixação.

Tabela 4.1. - Tipos de itens comprados

Com base nos dados apresentados, foi definido que , em função das possibilidades e necessidades do S.S.T.C., deve-se priorizar a análise dos itens comprados (correspondem a 54,2% do total), e dentre estes itens, a família dos elementos de fixação(correspondem a 30,3% do total de comprados: parafusos, arruelas, pinos, porcas, buchas de fixação, anéis elásticos e molas).

No âmbito da empresa, é função de um determinado setor tratar qualquer tipo de casos e/ou uso de itens, que se apresentem de forma repetitiva. Portanto, definiu-se que o campo de ação do S.S.T.C. será, inicialmente, a classificação e codificação de itens comprados, que mais se repetem e que pertencem aos produtos finais da empresa.

Também o setor diretamente envolvido neste trabalho, é responsável pela criação/alteração de itens comprados e tem como objetivo escolher itens que sejam agregados ao produto final e que sejam utilizados em grandes quantidades.

Portanto, o desenvolvimento do sistema e a implementação se dará primeiramente nos itens comprados e que pertencem à família dos elementos de fixação, que serão

implantados no sistema computadorizado. Para efeito de testar o sistema de classificação e codificação computadorizado, os itens codificados serão:

- 1º - Parafusos (com/sem cabeça)
- 2º - Arruelas
- 3º - Pinos
- 4º - Porcas

Os demais itens não serão objeto de estudo deste trabalho.

O S.C.C., a princípio, será aplicado apenas nos elementos de fixação. Porém, permite uma ampliação, classificando diversos tipos de itens utilizados na empresa, como: matéria-prima (barras de aço, ferro, bronze, latão), materiais elétricos (contator, relé, painel), instrumentos de medição (paquímetro, micrômetro), produtos químicos (solvente, diluente) ferramentas (abrasivas, monocortantes, rotativas, manuais).

O sistema está preparado para os demais itens utilizados na empresa, tanto como comprados (itens auxiliares de produção como: dispositivos, instrumentos de inspeção, ferramentas, etc.) como os fabricados internamente (engrenagens, barramentos, cabeçotes, etc.). Com isto, todos os itens da empresa poderão ser classificados e codificados.

Devido às altas velocidades de lançamento de novos produtos e à reestruturação da linha de produtos a empresa deseja gradativamente retomar o processo de utilização do S.C.C. Esta retomada visa:

- Com o auxílio do S.C.C., identificar e eliminar itens redundantes de projeto, para os produtos em linha de produção;
- Para a criação de novos produtos, utilizar o S.C.C. visando aproveitar componentes/itens já existentes na empresa, evitando a proliferação desnecessária;

Este procedimento facilitará tanto a introdução de novos produtos, quanto a retirada de produtos antigos do mercado.

Para possibilitar a utilização plena do S.C.C. computadorizado, este trabalho apresenta, a partir do item seguinte, uma proposta de procedimento para sua implantação, composta das seguintes fases :

- a) Análise da situação atual de utilização do S.C.C.;
- b) Planejamento das atividades a serem realizadas para sua implementação efetiva, que considera:
 - estudo do sistema atual;
 - levantamento das deficiências do sistema;
 - definição dos pontos a serem atendidos /melhorados;
 - execução das melhorias.

4.3. Procedimento para Implantação do S.C.C.

4.3.1. Análise da Situação Atual

Conforme já citado, devido ao aumento da diversificação de itens, em função do aumento da velocidade de lançamentos de novos produtos, que está ligado diretamente com a criação de novos itens, tanto comprados como fabricados, a plena utilização do S.C.C. precisa ser conseguida.

Este trabalho pretende dar continuidade ao desenvolvimento de um projeto ideal do S.C.C., como sendo a solução para os problemas dentro das unidades de negócios da empresa, visando atingir os seguintes objetivos :

- **Eliminação de itens equivalentes;**

A empresa conta atualmente com 518.240 itens cadastrados, dos quais em torno de 15% pertencem aos 45 modelos de produtos finais ativos. Os demais são utilizados como itens de reposição no campo ou na própria manutenção da empresa.

A proliferação de itens é o grande problema da empresa, na área de projetos. Não apenas um produto final gera centenas de itens únicos (cada produto final é composto em média de 1750 itens) mas, uma vez criados, os itens que possuem desenhos podem ficar no arquivo por um tempo indefinido, para o caso do cliente desejar uma peça de substituição.

- **Racionalização e padronização de itens;**

Com a racionalização e padronização de itens busca-se a redução necessária de variedades de produtos, com a mínima variedade de itens, evitando assim a diversificação inútil.

- **Redução de custos.**

Com a diminuição de itens equivalentes, consegue-se diminuir o estoque, aumentar a produção de cada item, diminuindo o tempo de preparação da máquina a ser utilizada para a fabricação.

O problema a ser focado é a padronização de itens comprados, para evitar a sua diversificação através das engenharias, quando da sua criação. Isto porque existem muitos itens codificados que dificilmente ainda estão em estoques e muito menos aplicados em produtos finais ativos, ao mesmo tempo em que os itens novos que estão sendo criados, não estão sendo mais codificados conforme visto no item 4.1.1. deste capítulo.

Como o processo de codificação de novos itens foi interrompido em 1996, e o S.S.T.C. cria, em média, 150 novos itens por mês, estima-se que o montante de novos itens sem codificação pode chegar a 3600.

Verifica-se também que este problema não é localizado, ou seja, vários setores precisam de ferramentas para padronização de itens, principalmente as engenharias de projeto.

As melhorias/alterações, que serão propostas e detalhadas ainda neste capítulo deverão possibilitar a oportunidade de implementá-lo integralmente, utilizando-se o computador a fim de agilizar o processo de codificação e interligar os vários setores da empresa que precisam da padronização de itens.

4.3.2. Planejamento das Atividades a Serem Realizadas para Implementação

O planejamento das atividades a serem realizadas para a implementação, deverá seguir as etapas, já citadas, de: estudo do sistema atual; levantamento das deficiências do sistema atual; definição dos pontos a serem atendidos/melhorados; execução das melhorias e finalmente a implementação do S.C.C. Estas etapas serão mais detalhadas a seguir.

4.3.2.1. Estudo do Sistema Atual

Nesta primeira etapa será detalhado o S.C.C. existente na empresa, a fim de conhecer sua estrutura, visando criar uma base para levantamento de suas deficiências.

4.3.2.1.1. Estrutura da Codificação

Na figura 4.3. é demonstrada a estrutura da cadeia numérica de codificação, na qual os itens são codificados utilizando-se caracteres alfanuméricos . A estrutura do sistema atual é composta por 8 dígitos.

Dígito 1	Dígito 2	Dígito 3	Dígito 4	Dígito 5	Dígito 6	Dígito 7	Dígito 8
Classe	Subclasse	Tipo	Numeração Sequencial		Dimensões		

Figura 4.3. - Estrutura da Cadeia Numérica de Codificação

Na estrutura atual, o dígito 1 designa as classes correspondentes.

A cada classe corresponde uma gama de itens , que são classificados conforme a tabela 4.2., que apresenta o conteúdo do dígito um (1), correspondente as classes contempladas pelo sistema .

Opção 0	Matéria prima, Materiais com dimensões indefinida, Combustíveis e Lubrificantes (aços e ferro fundido, cobre e ligas de cobre, plásticos e borrachas, tubos flexíveis para fluídos , para eletricidade e cabos elétricos, gases, óleos, graxas, etc.).
Opção 1	Materiais e Produtos para Fundição, Tintas e Produtos Químicos (refratários, componentes para modelos, solventes, diluentes, etc.).
Opção 2	Reservado
Opção 3	Ferramentas (abrasivas, acessórios, monocortantes, rotativas, manuais, motorizadas, etc.).
Opção 4	Materiais Elétricos, Eletrônicos, Hidráulicos e Pneumáticos (motores de CC e CA, capacitores, potenciômetros, retificadores, bombas, válvulas, etc.).
Opção 5	Componentes Mecânicos Comuns (itens comprados como: parafusos, arruelas, porcas, rolamentos, correias, etc.).
Opção 6	Componentes Mecânicos Fabricados (itens fabricados internamente: eixo árvore, fusos, engrenagens, cames, etc.)
Opção 7	Componentes de Dispositivos, Dispositivos e Instrumentos de Medição (grampos, calços, apoios, paquímetros, micrômetros, etc.)
Opção 8	Máquinas e Equipamentos para Transporte, Manutenção, Segurança e Iluminação (talhas, pontes rolantes, lâmpadas, etc.).
Opção 9	Mobiliário, Máquinas de Escritório, Equipamento de Segurança (computadores, móveis, sinalizadores, etc.)

Tabela 4.2 - Descrição das Classes

Como observado na opção 2, a descrição “Reservado” é uma opção para uso futuro, deixando assim alguns campos livres no início do sistema, para futura expansão.

O dígito 2 designa as subclasses correspondentes às classes do dígito 1. Como o código é hierarquizado, para cada opção de classe dada pelo dígito 1, correspondem 10 opções de subclasses.

A cada classe corresponde uma gama de subclasses, conforme detalhado nas tabelas 4.3 a 4.11.

A tabela 4.3 mostra o conteúdo do dígito dois (2), correspondente à classe 0: matéria-prima, materiais com dimensões indefinida, combustíveis e lubrificantes.

0	Matéria-prima, Materiais com Dimensões Indefinida, Combustíveis e Lubrificantes
Opção 1	Aços para Construção Mecânica
Opção 2	Aços de Alta Liga
Opção 3	Ferro Fundido
Opção 4	Cobre e Ligas de Cobre
Opção 5	Outros não Ferrosos e Eletrodos (alumínio, estanho, chumbo zinco, etc.)
Opção 6	Acrílicos e Borrachas
Opção 7	Outros Materiais não Metálicos e Isolantes, e Materiais para Vedação (vidro, papel, feltro, isolantes térmicos, etc.)
Opção 8	Tubos Flexíveis para Fluídos, para Eletricidade e Cabos Elétricos
Opção 9	Combustíveis e Lubrificantes

Tabela 4.3 - Classe de matéria-prima, materiais com dimensões indefinida, combustíveis e lubrificantes

A tabela 4.4. mostra-se o conteúdo do dígito dois (2), correspondente à classe 1: materiais e produtos para fundição, tintas e produtos químicos.

1	Materiais e Produtos para Fundição, Tintas e Produtos Químicos
Opção 0	Materiais para Fundição
Opção 1	Produtos Químicos
Opção 2	Tintas e Adesivos
Opção 3	Materiais e Artigos para Transporte e Embalagem
Opção 4	Madeira e Elementos de Fixação
Opção 5	Materiais para Construção Civil
Opção 6	Produtos Diversos para a Construção Civil
Opção 7	Equipamentos para Condicionamento, Refrigeração, Calefação e Uso Sanitário
Opção 8	Vestuário e Correlatos
Opção 9	Materiais e Artigos de Escritório

Tabela 4.4 - Classe de materiais e produtos para fundição, tintas e produtos químicos

A tabela 4.5 mostra o conteúdo do dígito dois (2), correspondente à classe 3: ferramentas.

3	Ferramentas
Opção 0	Abrasivos e Materiais Correlatos
Opção 1	Acessórios de Ferramentas e de Porta-Ferramentas
Opção 2	Ferramentas Monocortantes
Opção 3	Ferramentas Rotativas com Avanço Axial
Opção 4	Ferramentas Rotativas com Avanço Radial ou Axial
Opção 5	Ferramentas Várias
Opção 6	Porta-Ferramentas e Ponto Rotativo
Opção 7	Acessórios de Ferramentas Específicos de Máquinas
Opção 8	Ferramentas Manuais
Opção 9	Ferramentas Manuais Motorizadas

Tabela 4.5 - Classe de ferramentas

A tabela 4.6 mostra o conteúdo do dígito dois (2), correspondente à classe 4: materiais elétricos, eletrônicos, hidráulicos e pneumáticos.

4	Materiais Elétricos, Eletrônicos, Hidráulicos e Pneumáticos
Opção 0	Máquinas Elétricas
Opção 1	Materiais para Fiação
Opção 2	Materiais para Comando, Sinalização, Iluminação nas Máquinas
Opção 3	Materiais para Painéis Elétricos
Opção 4	Acionamentos
Opção 5	Resistores e Resistências
Opção 6	Componentes Eletrônicos
Opção 7	Componentes para Circuitos Hidráulicos, de Lubrificação e de Refrigeração
Opção 8	Componentes para a Conexão de Circuitos Hidráulicos, Pneumáticos e de Lubrificação
Opção 9	Componentes para Circuitos Pneumáticos

Tabela 4.6 - Classe de materiais elétricos, eletrônicos, hidráulicos e pneumáticos

A tabela 4.7 mostra o conteúdo do dígito dois (2), correspondente à classe 5: componentes mecânicos comuns (comprados).

5	Componentes Mecânicos Comuns
Opção 0	Reservado
Opção 1	Reservado
Opção 2	Retentores e Similares
Opção 3	Elementos de Fixação
Opção 4	Rolamentos
Opção 5	Elementos de Transmissão
Opção 6	Elementos de Manipulação
Opção 7	Reservado
Opção 8	Reservado
Opção 9	Vários

Tabela 4.7 - Classe de componentes mecânicos comuns

A tabela 4.8 mostra o conteúdo do dígito dois (2), correspondente à classe 6: componentes mecânicos fabricados.

6	Componentes Mecânicos Fabricados
Opção 0	Peças Rotacionais Características sem Dentes
Opção 1	Peças Rotacionais com $L/D \leq 2$ sem Dentes
Opção 2	Peças Rotacionais com $L/D > 2$
Opção 3	Peças Redondas Características com Dentes
Opção 4	Engrenagens Cilíndricas Simples e Helicoidais
Opção 5	Peças Prismáticas (guias, réguas, tampas, castanhas, etc.)
Opção 6	Peças Prismáticas (cremalheiras chatas ou redondas, etc.)
Opção 7	Peças com Forma Complexa (carcaças, suportes, etc.)
Opção 8	Peças com Forma Complexa (garfos, cames e alavancas atuadoras)
Opção 9	Chaparia e Tubos

Tabela 4.8 - Classes de componentes mecânicos fabricados

A tabela 4.9 mostra o conteúdo do dígito dois (2), correspondente à classe 7: componentes de dispositivos, dispositivos, instrumentos de medição e gabaritos.

7	Componentes de Dispositivos, Dispositivos, Instrumentos de Medição e Gabaritos
Opção 0	Reservado
Opção 1	Componentes de Dispositivos
Opção 2	Reservado
Opção 3	Dispositivos
Opção 4	Dispositivos
Opção 5	Acessórios para Máquinas Ferramentas
Opção 6	Reservado
Opção 7	Instrumentos de Medição para Medidas e Comparações de Dimensões Lineares
Opção 8	Instrumentos de Medição para Medidas de Efeitos Físicos, excetuando Elétrico, Eletrônico e Químicos
Opção 9	Sensores e Máquinas de Medição

Tabela 4.9 - Classe de componentes de dispositivos, dispositivos, instrumentos de medição e gabaritos.

A tabela 4.10 mostra o conteúdo do dígito dois (2), correspondente à classe 8: máquinas, equipamentos para transportes, manutenção, fundição, iluminação e instalações elétricas, CPD e comunicações.

8	Máquinas, Equipamentos para Transportes, Manutenção, Fundição, Iluminação e Instalações Elétricas, CPD e Comunicações
Opção 0	Máquinas para Trabalhar Metal com Remoção de Cavacos
Opção 1	Máquinas para Trabalhar Metal sem Remoção de Cavacos
Opção 2	Equipamentos para Movimentação de Materiais e Peças
Opção 3	Veículos
Opção 4	Equipamentos para Manutenção de Veículos
Opção 5	Equipamentos Auxiliares de Produção
Opção 6	Equipamentos e Acessórios para Fundição
Opção 7	Equipamentos e Acessórios para Instalações Elétricas de Baixa e Alta Tensão
Opção 8	Equipamentos Eletrônicos para Processamento de Dados
Opção 9	Equipamentos para Comunicação

Tabela 4.10 - Classe de máquinas, equipamentos para transportes, manutenção, fundição, iluminação e instalações elétricas, CPD e comunicações.

A tabela 4.11 mostra o conteúdo do dígito dois (2), correspondente à classe 9: mobiliário, máquinas de escritório, equipamento de segurança, comercial, fotográfico, médico, para cozinha, para recreação, terrenos e construções.

9	Mobiliário, Máquinas de Escritório, Equipamento de Segurança, Comercial, Fotográfico, Médico, para Cozinha, para Recreação, Terrenos e Construções
Opção 0	Mobiliário e Máquinas de Escritório
Opção 1	Equipamentos para Segurança, Sinalização e Alarme
Opção 2	Equipamentos Diversos de Uso Comercial e Serviços Gerais
Opção 3	Equipamentos e Acessórios para Fotografia e Tipografia
Opção 4	Equipamento de Uso Médico e Hospitalar
Opção 5	Equipamento para Refeitório Copa e Cozinha
Opção 6	Equipamento para Recreação
Opção 7	Reservado
Opção 8	Terrenos e Benfeitorias
Opção 9	Construção e Benfeitorias

Tabela 4.11 - Classe de mobiliário, máquinas de escritório, equipamento de segurança, comercial, fotográfico, médico, para cozinha, para recreação, terrenos e construções.

O dígito 3 corresponde aos tipos aos quais as subclasses estão relacionadas, conforme detalhado nas tabelas 4.12, a 4.16.

Para a especificação dos dígitos seguintes, uma vez que o S.C.C. é hierarquizado, a possibilidade de opções cresce em progressão geométrica. Assim, não será possível, apresentar todas as possibilidades do dígito 3, correspondente à definição do tipo. O mesmo raciocínio é válido para os dígitos posteriores. Desse modo, a partir do dígito 3, o S.C.C. será detalhado com base na classe dos componentes mecânicos comuns, e na subclasse dos elementos de fixação, uma vez que existe interesse da empresa, conforme visto anteriormente, em reduzir o número de itens que pertencem a esta classe e subclasse.

A tabela 4.12 mostra o conteúdo do dígito três (3), correspondente à subclasse 2: retentores e similares.

2	Retentores e Similares
Opção 0	Reservado
Opção 1	Anéis de Vedação e Retentores Rotativos
Opção 2	Retentores para Movimento Linear
Opção 3	Reservado
Opção 4	Reservado
Opção 5	Reservado
Opção 6	Reservado
Opção 7	Reservado
Opção 8	Limpadores de Cavacos
Opção 9	Extrudados de Borracha

Tabela 4.12 - Subclasse de retentores e similares

A tabela 4.13 mostra o conteúdo do dígito três (3), correspondente à subclasse 3: elementos de fixação.

3	Elementos de Fixação
Opção 1	Parafuso com Cabeça
Opção 2	Parafuso sem Cabeça
Opção 3	Porca
Opção 4	Arruela
Opção 5	Pino
Opção 6	Chaveta
Opção 7	Anel Elástico
Opção 8	Elementos de Fixação Diversos
Opção 9	Mola

Tabela 4.13 - Subclasse de elementos de fixação

A tabela 4.14 mostra o conteúdo do dígito três (3), correspondente à subclasse 4: rolamentos.

4	Rolamentos
Opção 0	Rol. de Esferas Radiais
Opção 1	Reservado
Opção 2	Rol. de Roletes Abaulados
Opção 3	Rol. de Roletes Cônicos, 1 Coroa de Roletes
Opção 4	Rol. de Roletes Cônicos, 2 ou mais Coroas de Roletes
Opção 5	Reservado
Opção 6	Reservado
Opção 7	Reservado
Opção 8	Reservado
Opção 9	Reservado

Tabela 4.14 - Subclasse de rolamentos

A tabela 4.15 mostra o conteúdo do dígito três (3), correspondente à subclasse 5: elementos de transmissão.

5	Elementos de Transmissão
Opção 0	Reservado
Opção 1	Acoplamentos
Opção 2	Correias
Opção 3	Correntes
Opção 4	Reservado
Opção 5	Elementos para Embreagens
Opção 6	Embreagens
Opção 7	Freios
Opção 8	Reservado

Tabela 4.15 - Subclasse de elementos de transmissão

A tabela 4.16 mostra o conteúdo do dígito três (3), correspondente à subclasse 6: elementos de manipulação.

6	Elementos de Manipulação
Opção 0	Reservado
Opção 1	Manípulos
Opção 2	Volantes
Opção 3	Alavancas
Opção 4	Reservado
Opção 5	Reservado
Opção 6	Reservado
Opção 7	Reservado
Opção 8	Fechaduras e Dobradiças
Opção 9	Reservado

Tabela 4.16 - Subclasse de elementos de manipulação

Os dígitos 4 e 5 designam a “numeração seqüencial”, correspondentes aos tipos da cadeia de codificação, conforme detalhado nas tabelas 4.17 a 4.25

A tabela 4.17 mostra o conteúdo dos dígitos quatro (4) e cinco (5), correspondentes ao tipo 1: parafuso com cabeça.

1	Parafuso com Cabeça
Opção 01	Cabeça cilíndrica
Opção 02	Cabeça sextavada
Opção 03	Cabeça sextavado interno
Opção 04	Cabeça quadrada c/ ponta de espiga
Opção 05	Cabeça cilíndrica c/ fenda - oxidado preto
Opção 06	Cabeça cilíndrica c/ fenda - bicromatizado
Opção 07	Cabeça abaulada c/ sextavado interno
Opção 08	Cabeça quadrada c/ colarinho
Opção 09	Olhal de suspensão
Opção 10	Cabeça cônica e fenda
Opção 11	Cabeça sextavada bicromatizado
Opção 31	Parafuso sem fim

Tabela 4.17 - Tipo parafuso com cabeça

A tabela 4.18 mostra o conteúdo dos dígitos quatro (4) e cinco (5), correspondente ao tipo 2: parafuso sem cabeça.

2	Parafuso sem Cabeça
Opção 01	Sextavado interno e ponta chata
Opção 02	Sextavado interno e ponta cônica 90 graus
Opção 03	Sextavado interno e ponta de espiga
Opção 04	Reservado
Opção 05	Prisioneiro
Opção 06	Cabeça cilíndrica c/ fenda - bicromatizado
Opção 20	Parafuso de regulagem de réguas

Tabela 4.18 - Tipo parafuso sem cabeça

A tabela 4.19 mostra o conteúdo dos dígitos quatro (4) e cinco (5), correspondente ao tipo 3: porca.

3	Porca
Opção 01	Sextavada média
Opção 02	Sextavada alta
Opção 03	Sextavada média bicromatizada
Opção 04	Porca SKF
Opção 05	Porca T
Opção 06	Porca cega
Opção 07	Porca castelo
Opção 08	Sextavada p/ instalações elétricas
Opção 10	Porca p/ fixação de porca de fusos de esferas
Opção 15	Porca de encosto

Tabela 4.19 - Tipo porca

A tabela 4.20 mostra o conteúdo dos dígitos quatro (4) e cinco (5), correspondente ao tipo 4: arruela.

4	Arruela
Opção 01	Arruela plana
Opção 02	Arruela plana bicromatizada
Opção 03	Arruela de segurança SKF
Opção 04	Arruela reforçada
Opção 05	Arruela de pressão
Opção 08	Arruela plana termoplástica
Opção 09	Arruela de pressão bicromatizada

Tabela 4.20 - Tipo arruela.

A tabela 4.21 mostra o conteúdo dos dígitos quatro (4) e cinco (5), correspondente ao tipo 5: pino.

5	Pino
Opção 01	Pino rebite
Opção 02	Pino cilíndrico temperado
Opção 03	Pino elástico pesado
Opção 04	Pino cônico
Opção 05	Pino cônico com rosca interna para extração
Opção 06	Pino cônico com rosca externa para extração
Opção 07	Contrapino
Opção 08	Rebite tipo U
Opção 09	Pino cilíndrico temperado com rosca interna p/ extração
Opção 21	Pino de levantamento

Tabela 4.21 - Tipo pino

A tabela 4.22 mostra o conteúdo dos dígitos quatro (4) e cinco (5), correspondente ao tipo 6: chaveta.

6	Chaveta
Opção 01	Chaveta

Tabela 4.22 - Tipo chaveta

A tabela 4.23 mostra o conteúdo dos dígitos quatro (4) e cinco (5), correspondente ao tipo 7: anel elástico.

7	Anel Elástico
Opção 01	Anel elástico externo
Opção 02	Anel de retenção para eixos
Opção 03	Anel de retenção para eixos
Opção 04	Anel elástico interno

Tabela 4.23 - Tipo anel elástico

A tabela 4.24 mostra o conteúdo dos dígitos quatro (4) e cinco (5), correspondente ao tipo 8: elementos de fixação diversos.

8	Elementos de Fixação Diversos
Opção 10	Pastilha de latão
Opção 21	Bucha de fixação (para pontas de eixos)
Opção 22	Bucha de fixação (para componentes diversos)
Opção 23	Bucha de fixação (para componentes diversos)
Opção 81	Mancal da alavanca

Tabela 4.24 - Tipo elementos de fixação diversos

A tabela 4.25 mostra o conteúdo dos dígitos quatro (4) e cinco (5), correspondente ao tipo 9: mola.

9	Mola
Opção 10	Mola prato
Opção 21	Mola para diais

Tabela 4.25 - Tipo mola

Os dígitos 6, 7 e 8 designam as dimensões correspondentes aos elementos definidos pela numeração sequencial da cadeia de codificação.

Conforme já citado quando o dígito 3 foi detalhado, não será possível apresentar todas as opções de codificação para os dígitos 6,7 e 8. Desse modo, serão usados como exemplos, a classe 5 (componentes mecânicos comuns), a subclasse 3 (elementos de fixação), com os tipos e numeração sequencial conforme se segue: 1-01 (parafuso com cabeça cilíndrica), 2-01 (parafuso sem cabeça com sextavado interno e ponta chata), 3-01 (porca sextavada média), 4-02 (arruela plana bicromatizada) e 5-03 (pino elástico pesado).

Portanto, a partir do tipo “parafuso com cabeça”, o dígito 6 está detalhado na tabela 4.26, o dígito 7 nas tabelas 4.27 a 4.35 e o dígito 8 na tabela 4.36.

:

A tabela 4.26 mostra o conteúdo do dígito seis (6), correspondente a numeração sequencial 01: comprimento da rosca do parafuso com cabeça cilíndrica.

01	Comprimento da rosca do parafuso com cabeça cilíndrica
Opção 1	Comprimento até 19mm
Opção 2	Comprimento maior que 19, até 29mm
Opção 3	Comprimento maior que 29, até 39mm
Opção 4	Comprimento maior que 39, até 49mm
Opção 5	Comprimento maior que 49, até 59mm
Opção 6	Comprimento maior que 59, até 69mm
Opção 7	Comprimento maior que 69, até 89mm
Opção 8	Comprimento maior que 89, até 129mm
Opção 9	Comprimento maior que 129, até 200mm

Tabela 4.26 - Faixas de comprimentos de roscas do parafuso com cabeça cilíndrica

A tabela 4.27 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas até 19mm para parafusos com cabeça cilíndrica.

1	Comprimento de roscas até 19mm para parafusos com cabeça cilíndrica
Opção 0	Comprimento de 10mm
Opção 2	Comprimento de 12mm
Opção 5	Comprimento de 15mm
Opção 6	Comprimento de 16mm

Tabela 4.27 - Dimensões de comprimentos de roscas até 19mm para parafusos com cabeça cilíndrica

A tabela 4.28 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores de 19, até 29mm para parafusos com cabeça cilíndrica.

2	Comprimento de roscas maiores que 19, até 29mm para parafusos com cabeça cilíndrica
Opção 0	Comprimento de 20mm
Opção 5	Comprimento de 25mm

Tabela 4.28 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 19, até 29mm para parafusos com cabeça cilíndrica

A tabela 4.29 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 29, até 39mm para parafusos com cabeça cilíndrica.

3	Comprimento de roscas maiores que 29, até 39mm para parafusos com cabeça cilíndrica
Opção 0	Comprimento de 30mm
Opção 5	Comprimento de 35mm

Tabela 4.29 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 29, até 39mm para parafusos com cabeça cilíndrica

A tabela 4.30 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 39, até 49mm para parafusos com cabeça cilíndrica.

4	Comprimento de roscas maiores que 39, até 49mm para parafusos com cabeça cilíndrica
Opção 0	Comprimento de 40mm
Opção 5	Comprimento de 45mm

Tabela 4.30 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 39, até 49mm para parafusos com cabeça cilíndrica

A tabela 4.31 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 49, até 59mm para parafusos com cabeça cilíndrica.

5	Comprimento de roscas maiores que 49, até 59mm para parafusos com cabeça cilíndrica
Opção 0	Comprimento de 50mm
Opção 5	Comprimento de 55mm

Tabela 4.31 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 49, até 59mm para parafusos com cabeça cilíndrica

A tabela 4.32 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 59, até 69mm para parafusos com cabeça cilíndrica.

6	Comprimento de roscas maiores que 59, até 69mm para parafusos com cabeça cilíndrica
Opção 0	Comprimento de 60mm
Opção 5	Comprimento de 65mm

Tabela 4.32 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 59, até 69mm para parafusos com cabeça cilíndrica

A tabela 4.33 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 69, até 89mm para parafusos com cabeça cilíndrica.

7	Comprimento de roscas maiores que 69, até 89mm para parafusos com cabeça cilíndrica
Opção 0	Comprimento de 70mm
Opção 1	Comprimento de 80mm

Tabela 4.33 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 69, até 89mm para parafusos com cabeça cilíndrica

A tabela 4.34 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 89, até 129mm para parafusos com cabeça cilíndrica.

8	Comprimento de roscas maiores que 89, até 129mm para parafusos com cabeça cilíndrica
Opção 0	Comprimento de 90mm
Opção 1	Comprimento de 100mm
Opção 2	Comprimento de 120mm

Tabela 4.34 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 89, até 129mm para parafusos com cabeça cilíndrica

A tabela 4.35 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 129, até 200mm para parafusos com cabeça cilíndrica.

9	Comprimento de roscas maiores que 129, até 200mm para parafusos com cabeça cilíndrica
Opção 0	Comprimento de 140mm
Opção 1	Comprimento de 160mm
Opção 2	Comprimento de 180mm
Opção 3	Comprimento de 200mm

Tabela 4.35 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 129, até 200mm para parafusos com cabeça cilíndrica

A tabela 4.36 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente às dimensões das roscas para parafusos com cabeça cilíndrica.

	Dimensões das roscas para parafusos com cabeça cilíndrica
Opção 0	rosca M4x0,7
Opção 1	rosca M5x0,8
Opção 2	rosca M6x1
Opção 3	rosca M8x1,25
Opção 4	rosca M10x1,5
Opção 5	rosca M12x1,75
Opção 6	rosca M16x2
Opção 7	rosca M20x2,5
Opção 8	rosca M24x3
Opção 9	rosca M30x3,5

Tabela 4.36. - Dimensões das roscas para parafusos com cabeça cilíndrica

Para o tipo e numeração seqüencial 2-01, correspondente aos parafusos sem cabeça com sextavado interno e ponta chata, o dígito 6, está detalhado na tabela 4.37, o dígito 7 nas tabelas 4.38 a 4.44, e o dígito 8 na tabela 4.45:

A tabela 4.37 mostra o conteúdo do dígito seis (6), correspondente ao comprimento da rosca de parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

2	Comprimento da rosca de parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata
Opção 0	Comprimento até 9mm
Opção 1	Comprimento maior que 9, até 19mm
Opção 2	Comprimento maior que 19, até 29mm
Opção 3	Comprimento maior que 29, até 39mm
Opção 4	Comprimento maior que 39, até 49mm
Opção 5	Comprimento maior que 49, até 59mm
Opção 8	Comprimento maior que 59, até 89mm

Tabela 4.37 - Faixas de dimensões de comprimentos de roscas de parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata

A tabela 4.38 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas até 9mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

0	Comprimento de rosca até 9mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.
Opção 5	Comprimento de 5mm
Opção 6	Comprimento de 6mm
Opção 8	Comprimento de 8mm

Tabela 4.38 - Dimensões de comprimentos de roscas até 9mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

A tabela 4.39 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 9, até 19mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

1	Comprimento de roscas maiores que 9, até 19mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.
Opção 0	Comprimento de 10mm
Opção 2	Comprimento de 12mm
Opção 6	Comprimento de 16mm

Tabela 4.39 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 9, até 19mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

A tabela 4.40 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 19, até 29mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

2	Comprimento de roscas maiores que 19, até 29mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.
Opção 0	Comprimento de 20mm
Opção 5	Comprimento de 25mm

Tabela 4.40 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 19, até 29mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

A tabela 4.41 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 29, até 39mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

3	Comprimento de roscas maiores que 29, até 39mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.
Opção 0	Comprimento de 30mm
Opção 5	Comprimento de 35mm

Tabela 4.41 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 29, até 39mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

A tabela 4.42 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 39, até 49mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata..

4	Comprimento de roscas maiores que 39, até 49mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.
Opção 0	Comprimento de 40mm
Opção 5	Comprimento de 45mm

Tabela 4.42 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 39, até 49mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

A tabela 4.43 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 49, até 59mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

5	Comprimento de roscas maiores que 49, até 59mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.
Opção 0	Comprimento de 50mm

Tabela 4.43 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 49, até 59mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

A tabela 4.44 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente ao comprimento de roscas maiores que 59, até 89mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

8	Comprimento de roscas maiores que 59, até 89mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.
Opção 0	Comprimento de 80mm

Tabela 4.44 - Dimensões de comprimentos de roscas maiores que 59, até 89mm para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

A tabela 4.45 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente às dimensões de roscas para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

	Dimensões de rosca para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.
Opção 0	rosca M4x0,7
Opção 1	rosca M5x0,8
Opção 2	rosca M6x1
Opção 3	rosca M8x1,25
Opção 4	rosca M10x1,5
Opção 5	rosca M12x1,75
Opção 6	rosca M16x2
Opção 7	rosca M20x2,5
Opção 8	rosca M24x3
Opção 9	rosca M30x3,5

Tabela 4.45. - Dimensões de roscas para parafusos sem cabeça, com sextavado interno e ponta chata.

Para as porcas com especificação 3-01 (porca sextavada média), o dígito 6, está detalhado na tabela 4.46, o dígito 7 na tabela 4.47 e o dígito 8 nas tabelas 4.48 a 4.53.

A tabela 4.46 mostra o conteúdo do dígito seis (6), correspondente a dimensão da rosca das porcas sextavadas médias.

3	Comprimento da rosca das porcas sextavadas médias
Opção 0	rosca até M52x5,00

Tabela 4.46 - Dimensões de comprimentos de roscas das porcas sextavadas médias

A tabela 4.47 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente a dimensões de roscas das porcas sextavadas médias com diâmetro de até 52mm.

0	Comprimento da rosca das porcas sextavadas médias com diâmetro de até 52mm
Opção 0	rosca até M8x1,25
Opção 1	rosca até M16x2,00
Opção 2	rosca até M24x3,00
Opção 3	rosca até M36x4,00
Opção 4	rosca até M42x4,50
Opção 5	rosca até M52x5,00

Tabela 4.47 - Dimensões de roscas de diâmetro até 52mm para porcas sextavadas médias

A tabela 4.48 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente a dimensões de roscas até M8x1,25, das porcas sextavadas médias.

0	Comprimento da roscas das porcas sextavadas médias até M8x1,25
Opção 4	rosca de M4x0,70
Opção 5	rosca de M5x0,80
Opção 6	rosca de M6x1,00
Opção 8	rosca de M8x1,25

Tabela 4.48 - Dimensões de roscas até M8x1,25 para porcas sextavadas médias.

A tabela 4.49 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente a dimensões de roscas até M16x2,00, das porcas sextavadas médias.

1	Comprimento da rosca das porcas sextavadas médias até M16x2,00
Opção 0	rosca de M10x1,50
Opção 2	rosca de M12x1,75
Opção 6	rosca de M16x2,00

Tabela 4.49 - Dimensões de roscas até M16x2,00 para porcas sextavadas médias.

A tabela 4.50 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente a dimensões de roscas até M24x3,00, das porcas sextavadas médias.

2	Comprimento da rosca das porcas sextavadas médias até M24x3,00
Opção 0	rosca de M20x2,50
Opção 4	rosca de M24x3,00

Tabela 4.50 - Dimensões de roscas até M24x3,00 para porcas sextavadas médias.

A tabela 4.51 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente a dimensões de roscas até M36x4,00, das porcas sextavadas médias.

3	Comprimento da rosca das porcas sextavadas médias até M36x4,00
Opção 0	rosca de M30x3,50
Opção 6	rosca de M36x4,00

Tabela 4.51 - Dimensões de roscas até M36x4,00 para porcas sextavadas médias.

A tabela 4.52 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente a dimensões de roscas até M42x4,50, das porcas sextavadas médias.

4	Comprimento da rosca das porcas sextavadas médias até M42x4,50
Opção 2	rosca de M42x4,50

Tabela 4.52 - Dimensões de roscas até M42x4,50 para porcas sextavadas médias.

A tabela 4.53 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente a dimensões de roscas até M52x5,00, das porcas sextavadas médias.

5	Comprimento da rosca das porcas sextavadas médias até M52x5,00
Opção 2	rosca de M52x5,00

Tabela 4.53 - Dimensões de roscas até M52x5,00 para porcas sextavadas médias.

Para as arruelas especificadas por 4-02 (arruela plana bicromatizada), o dígito 6, está detalhado na tabela 4.54, o dígito 7 na tabela 4.55 e o dígito 8 nas tabelas 4.56 a 4.58.

A tabela 4.54 mostra o conteúdo do dígito seis (6), correspondente às arruelas planas bicromatizadas para parafusos métricos com dimensões da rosca até M20.

4	Dimensões das roscas dos parafusos métricos
Opção 0	Arruela para parafuso métrico até M20

Tabela 4.54 - Dimensões das roscas dos parafusos métricos até M20, para as arruelas planas bicromatizadas

A tabela 4.55 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente a divisão das arruelas planas bicromatizadas para parafusos métricos até M20.

0	Dimensões das roscas dos parafusos métricos até M20
Opção 0	Arruela para parafuso métrico até M8
Opção 1	Arruela para parafuso métrico até M16
Opção 2	Arruela para parafuso métrico até M20

Tabela 4.55- Dimensões das roscas dos parafusos métricos até M20, para as arruelas planas bicromatizadas

A tabela 4.56 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente a dimensões das arruelas planas bicromatizadas para parafusos métricos até M8.

0	Dimensões das roscas dos parafusos métricos até M8
Opção 2	Arruela para parafuso métrico M 2
Opção 3	Arruela para parafuso métrico M 3
Opção 4	Arruela para parafuso métrico M 4
Opção 5	Arruela para parafuso métrico M 5
Opção 6	Arruela para parafuso métrico M 6
Opção 8	Arruela para parafuso métrico M 8

Tabela 4.56- Dimensões das roscas dos parafusos métricos até M8, para as arruelas planas bicromatizadas

A tabela 4.57 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente a dimensões das arruelas planas bicromatizadas para parafusos métricos de M10, até M16.

1	Dimensões das roscas dos parafusos métricos de M10, até M16
Opção 0	Arruela para parafuso métrico M10
Opção 2	Arruela para parafuso métrico M12
Opção 6	Arruela para parafuso métrico M16

Tabela 4.57- Dimensões das roscas dos parafusos métricos de M10, até M16 para as arruelas planas bicromatizadas

A tabela 4.58 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente a dimensões das arruelas planas bicromatizadas para parafusos métricos até M20.

2	Dimensões das roscas dos parafusos métricos até M20
Opção 0	Arruela para parafuso métrico M20

Tabela 4.58- Dimensões das roscas dos parafusos métricos até M20, para as arruelas planas bicromatizadas

Para os pinos especificados por 5-03 (pinos elásticos pesados), o dígito 6, está detalhado na tabela 4.59, o dígito 7 na tabela 4.60 e o dígito 8 na tabela 4.61:

A tabela 4.59 mostra o conteúdo do dígito seis (6), correspondente ao diâmetro dos pinos elásticos pesados.

5	Diâmetro dos pinos elásticos pesados
Opção 2	Diâmetro de 2mm
Opção 3	Diâmetro de 3mm
Opção 4	Diâmetro de 4mm
Opção 6	Diâmetro de 6mm

Tabela 4.59 - Dimensões do diâmetro dos pinos elásticos pesados

A tabela 4.60 mostra o conteúdo do dígito sete (7), correspondente às faixas de dimensões de comprimento dos pinos elásticos pesados.

	Comprimento dos pinos elásticos pesados
Opção 0	Comprimento até 9mm
Opção 1	Comprimento maior que 9, até 19mm
Opção 2	Comprimento maior que 19, até 29mm
Opção 3	Comprimento maior que 29, até 39mm
Opção 4	Comprimento maior que 39, até 49mm

Tabela 4.60 - Faixas de dimensões do comprimento dos pinos elásticos pesados

A tabela 4.61 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente ao comprimento dos pinos elásticos pesados, até 9 mm.

0	Comprimento dos pinos elásticos pesados até 9mm
Opção 6	Comprimento de 6mm
Opção 8	Comprimento de 8mm

Tabela 4.61 - Dimensões do comprimento dos pinos elásticos pesados até 9mm

A tabela 4.62 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente ao comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 9, até 19mm.

1	Comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 9, até 19mm
Opção 0	Comprimento de 10mm
Opção 2	Comprimento de 12mm
Opção 4	Comprimento de 14mm
Opção 6	Comprimento de 16mm
Opção 8	Comprimento de 18mm

Tabela 4.62 - Dimensões do comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 9, até 19mm

A tabela 4.63 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente ao comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 19, até 29mm.

2	Comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 19, até 29mm
Opção 0	Comprimento de 20mm
Opção 4	Comprimento de 24mm
Opção 8	Comprimento de 28mm

Tabela 4.63 - Dimensões do comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 19, até 29mm

A tabela 4.64 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente ao comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 29, até 39mm.

3	Comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 29, até 39mm
Opção 2	Comprimento de 32mm
Opção 6	Comprimento de 36mm

Tabela 4.64 - Dimensões do comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 29, até 39mm

A tabela 4.65 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente ao comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 39, até 49mm.

4	Comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 39, até 49mm
Opção 0	Comprimento de 40mm
Opção 5	Comprimento de 45mm

Tabela 4.65 - Dimensões do comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 39, até 49mm

A tabela 4.66 mostra o conteúdo do dígito oito (8), correspondente ao comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 49, até 59mm.

5	Comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 49, até 59mm
Opção 0	Comprimento de 50mm

Tabela 4.66 - Dimensões do comprimento dos pinos elásticos pesados maiores que 49, até 59mm

4.3.2.1.2. Estrutura da Classificação

A classificação permite a divisão dos itens em grupos, separados através de suas similaridades e/ou diferenças, baseando-se em algum parâmetro predeterminado.

Um item pode ser classificado sob diversos enfoques. A classificação utilizada pela empresa usa o critério do número de dígitos codificados por item, para separá-los em categorias. Estas categorias são : itens unificados, itens padronizados , itens tipificados e itens com classificação incompleta.

A figura 4.4 apresenta a classificação dos itens segundo este critério.

1	2	3	4	5	6	7	8
Classificação Incompleta							
Tipificado							
Padronizado							
Unificado							

Figura 4.4. - Estrutura da classificação

São classificados como itens **unificados**, aqueles em que todos os dígitos estão com definição completa, ou seja, correspondem a itens totalmente definidos, classificados com oito dígitos e catalogados em tabelas de unificação.

As tabelas de itens unificados possuem uma gama de dimensões racionalmente escalonadas. Peças ou itens novos a serem criados, devem usar como referência estas tabelas.

São classificados como itens **padronizados**, aqueles que tem os cinco primeiros dígitos completos, ou seja, são itens cujas famílias já estão identificadas com um código de cinco dígitos. Não está definida uma gama de dimensões racionalmente escalonada, mas já existe uma relação ordenada dos itens existentes e suas dimensões principais. Existe um desenho padrão, no qual as cotas são preenchidas à medida que aparece a necessidade de uma nova dimensão.

Normalmente a quantidade de itens é relevante e existe um processo padrão de fabricação e um método de inspeção padrão.

São classificados como itens **tipificados**, aqueles em que somente os três primeiros dígitos estão definidos, ou seja, são itens que não podem ser unificados ou padronizados. No entanto, possuem algumas vantagens, decorrentes da similaridade que apresentam:

- Criar as peças similares com critérios uniformes;
- Apresentar o desenho ao processador e ao operador com representação uniforme;
- Permitir ao processador a criação de um processo “típico”;
- Reproduzir detalhes construtivos de maneira padronizada, evitando a necessidade de novas ferramentas e/ou dispositivos.

Quando apenas os dígitos 1 e 2 estiverem definidos, tem-se os itens classificados como **itens de classificação incompleta**.

O ideal seria que todos os itens utilizados na empresa fossem classificados como “unificados”. Porém, devido a dificuldades para a codificação de alguns itens, (por não existirem desenhos, por falta de especificações técnicas, por inexistência em estoque, entre outros problemas), criam-se as categorias citadas na figura 4.4.

4.3.2.2. Levantamento das Deficiências do Sistema

No item 4.2.2.1 foi apresentada a estrutura do S.C.C. existente. Nesta etapa serão levantados os principais problemas que o sistema atual da empresa apresenta, para posteriormente, estudar e apontar as melhorias que devem ser feitas. Estes problemas serão apresentados na forma de tópicos que serão repetidos nos itens seguintes para facilitar a comparação e analisar as melhorias implementadas.

1. O S.C.C. é inteiramente manual;

A principal deficiência no S.C.C. existente, é a falta de auxílio computacional para a codificação dos itens, pois o sistema é inteiramente manual, e a codificação é realizada usando-se o manual de classificação, criado em 1983.

Com o auxílio do computador pode-se interligar vários setores da empresa e o mais importante é que, após implantação dos dados dos itens codificados, consegue-se tirar vários tipos de listas (lista por ordem de codificação, por família do item, por descrição do item, etc.), que são úteis aos usuários do S.C.C.

Atualmente o sistema manual de codificação é utilizado somente pelo Setor de Suporte Técnico de Compras (S.S.T.C.). O ideal é que todos os setores da empresa, principalmente as Engenharias de Produtos utilizem o S.C.C., principalmente para a consulta, antes da criação de novos itens, visando agilizar o tempo de projeto de novos produtos conforme visto no tópico 3.4, do capítulo 3.

2. O S.C.C. não relaciona a descrição do item com a sua classificação e codificação;

Outra deficiência do sistema atual é que ele não relaciona a descrição do item com a codificação e classificação. Isto seria muito importante, pois as descrições aparecem em diversas listas e sempre em ordem alfabética, facilitando a busca de itens duplicados e padronizando a descrição dos itens durante a geração de novos desenhos.

Desse modo, procura-se evitar que o desenhista crie novos itens sem critérios objetivos de descrição funcional. Atualmente a descrição é criada de acordo com cada projetista. Assim, tem-se itens com mesma função, mas com diferentes descrições, como por exemplo: pino roscado, pino, haste, etc, para representar peças semelhantes.

3. Descrição da estrutura da codificação imprópria;

A descrição da estrutura da codificação é imprópria para alguns dígitos, e precisa ser modificada. Estas modificações visam facilitar a utilização e o entendimento do SCC, e estão detalhadas no item 4.3.2.3 deste trabalho.

4. A classificação incompleta do item não proporciona vantagens;

A classificação de um item, como “item com classificação incompleta” deve ser eliminada, pois em termos de codificação, não possui significado algum.

5. O S.C.C. não substitui o Sistema de Identificação (S.I.).

Atualmente nesta empresa existe um S.I., que é constituído de três partes. A primeira parte indica o prefixo, ou seja, uma letra pré determinada, conforme tabela 4.67.

Prefixo	Descrição
A	Itens auxiliares são itens que não estão agregados ao produto final. Como exemplos tem-se: equipamentos de segurança, itens de papelaria, produtos de limpeza, etc.
J	Itens de manutenção são itens utilizados em manutenção de máquinas de produção.
K e L	Ferramentas utilizadas no processo de fabricação interna.
P, Q e R	Itens agregados ao produto final são itens que pertencem a estrutura do produto. Como exemplo tem-se: parafusos, porcas e arruelas.

Tabela 4.67. - Prefixos utilizados no S.I.

A segunda parte é constituída de cinco seqüências, geradas automaticamente pelo sistema UNIX.

A terceira parte é o sufixo, que é constituída de um dígito alfabético que indica a edição vigente do desenho. Assim, a cada modificação no desenho, automaticamente atualiza-se a sua edição, seguindo-se sempre a ordem crescente.

Na figura 4.5. é demonstrada a estrutura do S.I. utilizado na empresa e na figura 4.6 é mostrado um exemplo de aplicação do S.I.

P	0	0	0	0	0	E
	Seqüência numérica					Edição do Desenho
Prefixo						

Figura 4.5. - Estrutura do S.I.

P	1	9	8	0	0	B
	Indica que a seqüência numérica dada automaticamente é 19800					Indica que o desenho original foi modificado e está com a edição "B" como vigente
Indica que o item está agregado ao produto final, conforme tabela 1						

Figura 4.6. - Exemplo de S.I. utilizado na empresa

Com o uso do S.I. pode-se ter uma determinada engrenagem pertencendo a três equipamentos distintos. Portanto, usando-se o S.I., podem ocorrer três identificações distintas. Utilizando-se o S.C.C. tem-se somente um determinado código, já que é o mesmo item que faz parte de três equipamentos diferentes.

A figura 4.7., compara um sistema típico de identificação (SI) ao SCC correspondente, visando apresentar suas deficiências [5].

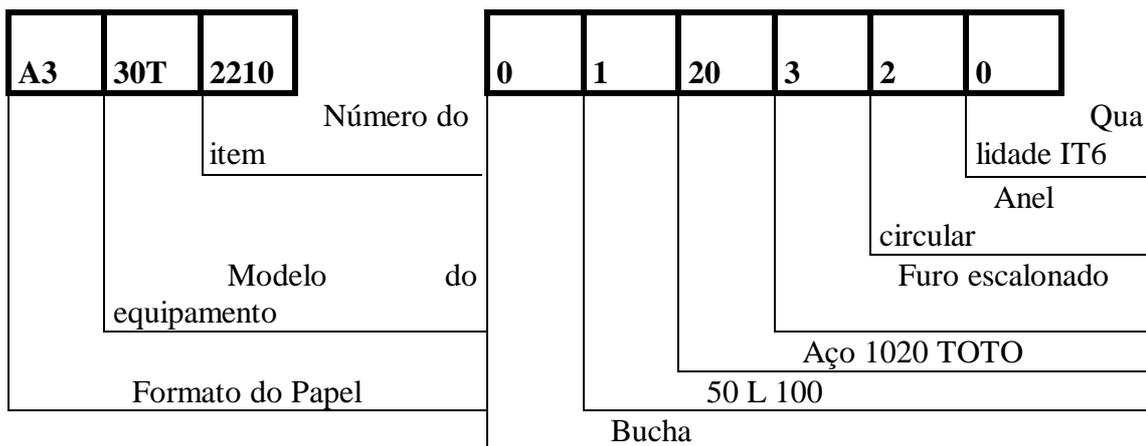


Figura 4.7. - Sistema de Identificação (S.I.) X Sistema de Classificação e Codificação (S.C.C.) [5]

4.3.2.3. Definir os Pontos a Serem Atendidos/Melhorados

Para todos os pontos levantados no item 4.2.2.2., este trabalho propõe modificações que visam que os mesmos sejam atendidos/melhorados, conforme será descrito nos itens seguintes.

1. O S.C.C. é inteiramente manual;

Foi desenvolvido um programa em linguagem DOS, de fácil interação entre o S.C.C. e o usuário, visando facilitar seu uso e aplicação pelos demais setores da empresa, que será apresentado no item 4.3.2.4.

2. O S.C.C. não padroniza a descrição do item;

Este problema também será resolvido através do sistema computadorizado, o qual será visto no item 4.3.2.4.

3. Descrição da estrutura da codificação imprópria;

As principais deficiências da estrutura de codificação do sistema atual são as seguintes.

No caso do 3º dígito, ele não significa o tipo do item, mas refere-se ao grupo de que o item faz parte. Os dígitos 4º e 5º não significam uma determinada numeração seqüencial, mas sim uma divisão do subgrupo dos itens. Os dígitos 6º, 7º e 8º não significam as dimensões dos itens e sim uma determinada numeração seqüencial.

Portanto, as descrições da estrutura de codificação deverão ser substituídas, conforme as descrições propostas na tabela 4.68.

Dígitos	Descrição Atual	Descrição Proposta
3º	Tipo	Grupo
4º e 5º	Numeração Sequencial	Subgrupo
6º, 7º e 8º	Dimensões	Numeração Sequencial

Tabela 4.68. - Alterações das descrições dos dígitos da estrutura de codificação

4. A classificação incompleta do item não tem sentido;

Propõe-se que seja eliminada a categoria “item com classificação incompleta” da estrutura de classificação.

5. O S.C.C. não substitui o Sistema de Identificação (S.I.);

Deve-se eliminar o S.I., codificando todos os itens da empresa com base no S.C.C. Para isto deverá ser elaborado um planejamento de atividades que vise à codificação total dos itens da empresa. Neste trabalho, para efeito de exemplificação, serão codificados os itens que pertencem à família dos elementos de fixação, que foi detalhada no tópico 4.3.1. deste capítulo, como uma família das mais utilizadas.

4.3.2.4. Executar as Melhorias

1. O S.C.C. é inteiramente manual;

Neste tópico será detalhado o sistema computadorizado desenvolvido, proposto neste trabalho, para que o problema “o S.C.C. é inteiramente manual” possa ser solucionado.

A configuração mínima do equipamento necessária para o funcionamento do programa é a seguinte:

Microcomputador: Compatível com os modelos da linha PC (no mínimo 386), monitor VGA e HD, 4 MB RAM, 20 Mbytes de espaço disponível em disco, uma saída serial RS 232 (para conexão da impressora) e 1 drive de 3 1/2” para instalação e atualização do sistema.

Ambiente de trabalho: Sistema operacional DOS 3.1 ou superior, ou Windows 3.1. ou superior.

As interações entre o S.C.C. e o usuário são feitas dentro do sistema DOS.

Na figura 4.8 é apresentada a tela inicial do sistema computadorizado.

18.02.98		Sistema de Classificação e Codificação		17:25:49
Cod	Descricao Completa			Abreviacao
0	01			11
1	02			12
2	03			13
3	04			14
4	05			15
5	06			16
6	07			17
7	08			18
8	09			19
-> 9	10			20 <-
Classe : 0-21				28
Sub-Classe : 0- 22				29
Grupo : 0-23				30
Sub-Grupo : 00- 24				31
Nr. Seq. I : 0-25				32
Nr. Seq. II : 0- 26				33
Nr. Seq. III: 0-27				34
Nivel: 03		Codigo: 35	Descricao: 36	Qtd: 02

Figura 4.8. - Tela inicial para demonstração do sistema computadorizado

Tem-se, na figura 4.8., os seguintes significados das descrições dos campos:

Dos campos 1 ao 10 são apresentadas as descrições completas da estrutura da codificação, ou seja, das classes, subclasses, grupos, subgrupos e numeração seqüencial.

Esta estrutura está modificada em relação á proposta atual, pois apresenta alterações da descrição de alguns dígitos, conforme será detalhado no item 3 deste mesmo tópico (4.4.2.4).

Os campos 11 a 20 são usados para as descrições das abreviações da estrutura de codificação, as quais serão utilizadas para auxiliar a descrição padrão do item durante a codificação.

No campo 21 é apresentada a descrição completa da classe do item que esta sendo codificado, inclusive com a abreviação do campo 11.

No campo 22 é apresentado a descrição completa da subclasse do item que esta sendo codificado, inclusive com a abreviação do campo 12.

No campo 23 é apresentado a descrição completa do grupo do item que esta sendo codificado, inclusive com a abreviação do campo 13.

No campo 24 é apresentado a descrição completa do subgrupo do item que esta sendo codificado, inclusive com a abreviação do campo 14.

Dos campos 25 ao 27, são apresentados as descrições completas da numeração seqüencial do item que esta sendo codificado, inclusive com a abreviações dos campos 15 ao 17.

O campo 28 indica em que nível de codificação se encontra o item . Esta indicação pode variar do nível 1 (classe) ao 7 (número seqüencial III).

No campo 29 é apresentada a codificação do item.

No campo 30 é apresentada a descrição padronizada do item.

No campo 31 é apresentada a quantidade de caracteres que foram utilizados para a descrição do item.

A seguir são apresentadas todas as telas do S.C.C. computadorizado, começando com a tela de demonstração da classe do item, conforme figura 4.9.

Cod	Descricao Completa	Abreviacao
0	MATERIAIS	
1	MATERIAIS E PRODUTOS P/ FUNDICAO	
2	MATERIAIS P/ USO DOMESTICO	
3	FERRAMENTAS	
4	MATERIAIS ELETRICOS, ELET., HIDR. E PNEM	
-> 5	COMPONENTES MECANICOS COMUNS	<-
6	COMPONENTES MECANICOS FABRICADOS	
7	COMP. DE DISP., DISP., INS.MED. E GAB.	
8	MAQUINAS	
9	MOBILIARIO	

Classe	: 5-COMPONENTES MECANICOS COMUNS
Sub-Classe	:
Grupo	:
Sub-Grupo	:
Nr. Seq. I	:
Nr. Seq. II	:
Nr. Seq. III	:

Nivel: 01	Codigo: 5	Descricao:	Qtd: 00
-----------	-----------	------------	---------

Figura 4.9. - Tela de definição da classe

Nesse momento as possibilidades da escolha das dez (10) classes já estão à disposição do codificador, que pode escolher a classe (conforme item 4.3.1.2.1.) à qual o item pertence. Como exemplo, será apresentada a codificação e classificação de um parafuso com cabeça cilíndrica com sextavado interno, com rosca de M4x0,7 e comprimento de 10mm, conforme figura 4.10.

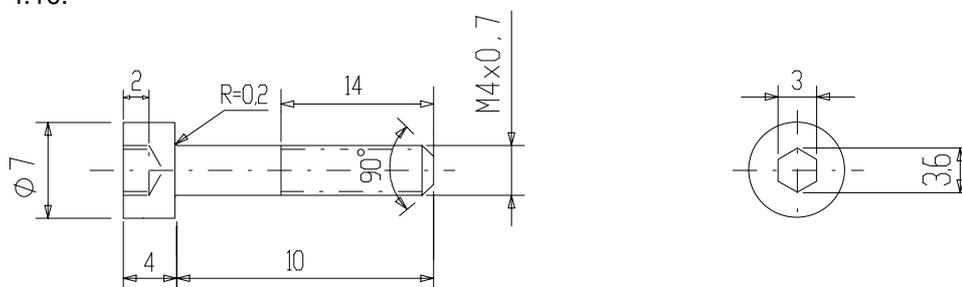


Figura 4.10. - Desenho do parafuso M4x0,7x10mm

Portanto, observando o desenho da peça a ser codificada, verifica-se que se trata de um parafuso de fixação, pertencendo assim à classe de componentes mecânicos comuns, ou seja, código 5, como demonstrado na figura 4.9.

As próximas figuras ilustram as fases de codificação do item. A figura 4.11. define a subclasse à qual o item pertence, que é a dos elementos de fixação (o código 3).

19.02.98		Sistema de Classificação e Codificação		14:41:47
Cod	Descricao Completa	Abreviacao		
0	Reservado			
1	Reservado			
2	Retentores e Similares			
-> 3	ELEMENTOS DE FIXACAO	<-		
4	Rolamentos			
5	Elementos de Transmissao			
6	Elementos de Manipulacao			
7	Reservado			
8	Reservado			
9	Vários			
Classe : 5-COMPONENTES MECANICOS COMUNS				
Sub-Classe : 3-ELEMENTOS DE FIXACAO				
Grupo :				
Sub-Grupo :				
Nr. Seq. I :				
Nr. Seq. II :				
Nr. Seq. III:				
Nivel: 02		Codigo: 53	Descricao:	Qtd: 00

Figura 4.11. - Tela de demonstração da subclasse

Após a definição da subclasse do item, passa-se a definir o grupo. Neste caso, é o dos parafusos com cabeça, ou seja, código 1, conforme figura 4.12.

19.02.98		Sistema de Classificação e Codificação		14:49:59
->	Cod	Descricao Completa	Abreviacao	<-
	1	PARAFUSO COM CABECA		
	2	PARAFUSO SEM CABECA		
	3	PORCA	PORCA	
	4	ARRUELA	ARRUELA	
	5	PINO		
	6	Chaveta		
	7	Anel elástico		
	8	Elementos de fixação diversos		
	9	Mola		
Classe : 5-COMPONENTES MECANICOS COMUNS Sub-Classe : 3-ELEMENTOS DE FIXACAO Grupo : 1-PARAFUSO COM CABECA Sub-Grupo : Nr. Seq. I : Nr. Seq. II : Nr. Seq. III:				
Nivel: 03		Codigo: 531	Descricao:	Qtd: 00

Figura 4.12. - Tela de demonstração do grupo

Agora define-se o subgrupo a que o item pertence, escolhendo a opção com o código 01, ou seja, cabeça cilíndrica, conforme figura 4.13.

19.02.98		Sistema de Classificação e Codificação		14:51:48
	Cod	Descricao Completa	Abreviacao	
->	01	CABECA CILINDRICA	PAR CAB CI/SX	<-
	02	Cabeca sextavada	PAR CAB SEX	
	03	Cabeca sextavada interno	PAR CAB PON/SEX	
	04	Cabeca quadrada c/ponta de espiga	PAR CAB QUA PT/	
	05	Cabeca cilíndrica c/fenda-oxidado preto	PAR CAB CI/FEN	
	06	Cabeca cilíndrica c/fenda-bicromatizado	PAR CAB CI/FEN	
	07	Cabeca abaulada c/sextavado interno	PAR CAB ABAL	
	08	Cabeca quadrada c/colarinho	PAR CAB QUA C/	
	09	Olhal de suspensao	OLHAL DE	
	10	Cabeca cônica de fenda	PAR CAB COM/FEN	
	11	Cabeca sextavada bicromatizada	PAR SEX	
	31	Parafuso sem fim	PAR S/FIM M1	
Classe : 5-COMPONENTES MECANICOS COMUNS				
Sub-Classe : 3-ELEMENTOS DE FIXACAO				
Grupo : 1-PARAFUSO COM CABECA				
Sub-Grupo : 01-CABECA CILINDRICA			PAR CAB CI/SX	
Nr. Seq. I :				
Nr. Seq. II :				
Nr. Seq. III:				
Nivel: 04		Codigo: 53101	Descricao: PAR CAB CI/SX	Qtd: 13

Figura 4.13. - Tela de demonstração do subgrupo

A seguir, passa-se a codificar a numeração seqüencial do item. Esta numeração está relacionada com as dimensões do item, como o comprimento e a rosca.

Neste caso tem-se um comprimento de até 19mm, ou seja, código 1, conforme figura 4.14. Define-se o comprimento de 10mm, ou seja, código 0, conforme figura 4.15. e finalmente a dimensão do diâmetro da rosca, que é de 10mm, gerando, o código 0, conforme figura 4.16.

19.02.98		Sistema de Classificação e Codificação		14:53:11	
Cod	Descricao Completa			Abreviacao	
-> 1	COMPRIMENTO DE ATE 19MM			IN	<-
2	COMPRIMENTO DE ATE 29MM			IN	
3	COMPRIMENTO DE ATE 39MM			IN	
4	COMPRIMENTO DE ATE 49MM			IN	
5	COMPRIMENTO DE ATE 59MM			IN	
6	COMPRIMENTO DE ATE 69MM			IN	
7	COMPRIMENTO DE ATE 89MM			IN	
8	COMPRIMENTO DE ATE 129MM			IN	
9	COMPRIMENTO DE ATE 200MM			IN	
Classe : 5-COMPONENTES MECANICOS COMUNS Sub-Classe : 3-ELEMENTOS DE FIXACAO Grupo : 1-PARAFUSO COM CABECA Sub-Grupo : 01-CABECA CILINDRICA PAR CAB CI/SX Nr. Seq. I : 1-COMPRIMENTO DE ATE 19MM IN Nr. Seq. II : Nr. Seq. III:					
Nivel: 05 Codigo: 531011 Descricao: PAR CAB CI/SX IN				Qtd: 16	

Figura 4.14. - Tela de demonstração da numeração sequencial I

19.02.98		Sistema de Classificação e Codificação		14:54:47	
Cod	Descricao Completa			Abreviacao	
-> 0	COMPRIMENTO DE 10MM				<-
2	COMPRIMENTO DE 12MM				
5	COMPRIMENTO DE 15MM				
6	COMPRIMENTO DE 16MM				
Classe : 5-COMPONENTES MECANICOS COMUNS Sub-Classe : 3-ELEMENTOS DE FIXACAO Grupo : 1-PARAFUSO COM CABECA Sub-Grupo : 01-CABECA CILINDRICA PAR CAB CI/SX Nr. Seq. I : 1-COMPRIMENTO DE ATE 19MM IN Nr. Seq. II : 0-COMPRIMENTO DE 10MM Nr. Seq. III:					
Nivel: 06 Codigo: 5310110 Descricao: PAR CAB CI/SX IN				Qtd: 16	

Figura 4.15. - Tela de demonstração numeração sequencial II

19.02.98		Sistema de Classificação e Codificação		14:58:02	
Cod	Descricao Completa	Abreviacao			
-> 0	ROSCA M 4X0,7	4X 10MM-P64384			<-
1	ROSCA M 5X0,8	5X 10MM-P19796			
2	ROSCA M 6X1	6X 10MM-P19809			
3	ROSCA M 8X1,25	8X 10MM-P32987			
Classe : 5-COMPONENTES MECANICOS COMUNS Sub-Classe : 3-ELEMENTOS DE FIXACAO Grupo : 1-PARAFUSO COM CABECA Sub-Grupo : 01-CABECA CILINDRICA PAR CAB CI/SX Nr. Seq. I : 1-COMPIMENTO DE ATE 19MM IN Nr. Seq. II : 0-COMPIMENTO DE 10MM Nr. Seq. III: 0-ROSCA M 4X0,7 4X 10MM-P64384					
Nivel: 07 Codigo: 53101100 Descricao: PAR CAB CI/SX IN 4X 10MM-P64384 Qtd: 31					

Figura 4.16. - Tela de demonstração da numeração seqüencial III

Portanto, tem-se a codificação completa para o item proposto, tendo na última linha da figura 4.16., além do código do item (5310110D) também a descrição padrão (PAR CAB CI/SEX IN 4X10).

Assim, o sistema computadorizado, além de gerar o código , gera também a descrição do item e o S.I. correspondente.

Embora este trabalho proponha a eliminação do uso do S.I., no momento de implantação do código computadorizado, para facilitar a identificação dos itens pelos usuários do sistema, o S.I. será mantido, pelo menos até que o novo S.C.C. seja completamente assimilado.

2. O S.C.C. não padroniza a descrição do item;

Com o sistema computadorizado, pode-se observar na tela de estrutura inicial do sistema, conforme figura 4.8, que o campo 30 representa a descrição padronizada do item, solucionando o problema “o S.C.C. não padroniza a descrição do item”.

Desse modo, o S.C.C. implementado por computador pode padronizar a descrição dos itens. Esta padronização permitirá que se obtenham listas de itens, visando uma série de benefícios, tais como: estudos posteriores para redução do número de itens, busca e eliminação de itens similares, desenvolvimento de roteiros de fabricação comuns, e geração de novos desenhos de engenharia parametrizados.

Esta padronização deve sempre obedecer a quantidade máxima de 25 caracteres, além dos 7 caracteres que definem, pelo menos temporariamente, o S.I.

O S.C.C. gerado pelo computador utiliza 25 caracteres porque este é o número usado atualmente pela empresa para descrição e identificação dos itens, nos desenhos e na documentação técnica de engenharia.

3. Descrição da estrutura de codificação imprópria;

Para sanar os problemas relativos à modificação necessária da estrutura de codificação, este trabalho propõe a substituição do significado dos dígitos 3 a 8, conforme figura 4.17. Portanto, substituindo as descrições dos dígitos da estrutura de codificação, tem-se a estrutura proposta.

Dígito 1	Dígito 2	Dígito 3	Dígito 4	Dígito 5	Dígito 6	Dígito 7	Dígito 8
Classe	Subclasse	Grupo	Subgrupo		Numeração Sequencial		

Figura 4.17. - Estrutura da codificação proposta

Esta proposta de modificação visa um melhor entendimento do conteúdo e significado de cada dígito, para que o trabalho de codificação pelos usuários fique facilitado, evitando assim o problema “descrição da estrutura de codificação imprópria”.

4. A classificação incompleta do item não tem sentido;

Este trabalho propõe a eliminação dos itens com “classificação incompleta” da estrutura da classificação, pois o objetivo do uso do S.C.C. é codificar completamente todos os itens, e neste caso, não faz sentido classificar um item como “classificação incompleta”. A figura 4.18. apresenta a proposta de estrutura de classificação.

1	2	3	4	5	6	7	8
Tipificado							
Padronizado							
Unificado							

Figura 4.18 - Estrutura da classificação proposta

5. O S.C.C. não substitui o Sistema de Identificação (S.I.);

Conforme visto anteriormente, o S.I. só deverá ser eliminado, quando o S.C.C. estiver em pleno uso, o que significará que todos os itens estarão codificados.

Até então, o próprio S.C.C. computadorizado, prevê a descrição e geração automática do S.I. correspondente a cada item. Este trabalho de eliminação será necessário, já que o sistema UNIX utilizado pela empresa, não trabalha com os dois sistemas de codificação paralelamente.

A tabela 4.69, apresenta um resumo das diferenças das principais características do S.C.C. atual em relação ao S.C.C. proposto.

Tópico	S.C.C. atual	S.C.C. proposto
Característica de uso e aplicação	Codificação manual	Codificação por computador
Padronização da descrição do item	Não padroniza a descrição do item	Padroniza a descrição do item durante a codificação computadorizada
Estrutura da codificação	Sem sentido no dígito 3 a denominação "Tipo", nos dígitos 4 e 5 "numeração seqüencial" e nos dígitos 6, 7 e 8 "dimensões"	Alteradas as denominações da estrutura de codificação do dígito 3 para "grupo", dos dígitos 4 e 5 para "subgrupo" e dos dígitos 6, 7 e 8 para "numeração seqüencial"
Estrutura da classificação	Sem sentido a classificação do "item com classificação incompleta"	Eliminado a classificação "item com classificação incompleta"
Sistema de Identificação (S.I.)	Não substitui o sistema atual de codificação	O sistema proposto pode substituir o S.I., após sua implementação total

Tabela 4.69 - Resumo do S.C.C. atual em relação ao S.C.C. proposto

No próximo capítulo deste trabalho, serão apresentadas aplicações para testes de validação do S.C.C. computadorizado. Serão estudados cinco exemplos de itens para serem codificados e classificados segundo o S.C.C. proposto neste trabalho.

CAPÍTULO 5 - Aplicação e Teste para Implantação do S.C.C.

No capítulo anterior foi mostrada a estrutura de codificação e classificação nos seus detalhes e foram propostas várias alterações no sistema desenvolvido pela empresa, visando facilitar a sua aplicação pelos diversos setores, principalmente as engenharias de projeto.

Nesse capítulo, o S.C.C. modificado será testado para verificar se atende as necessidades definidas neste trabalho.

Para isto, será feita a codificação de algumas peças, a identificação de algumas famílias de peças e a implantação de itens codificados no manual de unificação.

5.1. Escolha das Peças para Teste

A escolha das peças para o teste de aplicação, foi baseada no levantamento realizado no item 4.2.1., do capítulo 4.

Os dados para o levantamento das características utilizadas nos exemplos de aplicação, foram obtidos a partir de um conjunto de desenhos de peças pertencentes a categoria dos “componentes mecânicos comuns”, fornecido pelas engenharias de projetos.

Como o setor de suporte técnico de compras está ligado diretamente à compra de itens , partiu-se inicialmente da categoria dos “componentes mecânicos comuns”, pois nesta categoria, todos os itens são comprados (não há itens fabricados internamente). Nesta categoria existe o maior número de itens (conforme visto na tabela 4.1), o que pode facilitar a sua proliferação .

Desse modo, o exemplo de codificação trabalhará especificamente nesta categoria, analisando cinco exemplos da classe “componentes mecânicos comuns” que pertencem à subclasse “elementos de fixação”.

Após o recebimento dos desenhos, os mesmos foram separados para as devidas codificações e classificações, conforme detalhado a seguir.

Item 1: Características básicas do parafuso escolhido

O parafuso possui as seguintes características básicas: cabeça cilíndrica, sextavado interno; rosca: M6x1 e comprimento de 30mm.

Item 2: Características do parafuso escolhido

O parafuso possui as seguintes características básicas: sem cabeça, sextavado interno, ponta chata; rosca: M10x1,5 e comprimento de 50mm.

Item 3: Características da porca de fixação escolhida

A porca possui as seguintes características básicas: sextavada média e rosca M36x4mm..

Item 4: Características da arruela escolhida

A arruela possui as seguintes características básicas: plana, estampada, para aplicação em parafuso com rosca métrica de M10x1mm..

Item 5: Características do pino elástico escolhido

O pino elástico possui as seguintes características básicas: elástico pesado, diâmetro de 3mm e comprimento de 28mm.

5.2. Codificação das Peças Escolhidas

Os desenhos das peças escolhidas para teste são mostrados nas figuras 5.1., 5.2., 5.3., 5.4. e 5.5.

A figura 5.1 mostra o parafuso com as devidas características mencionadas no item 5.1.

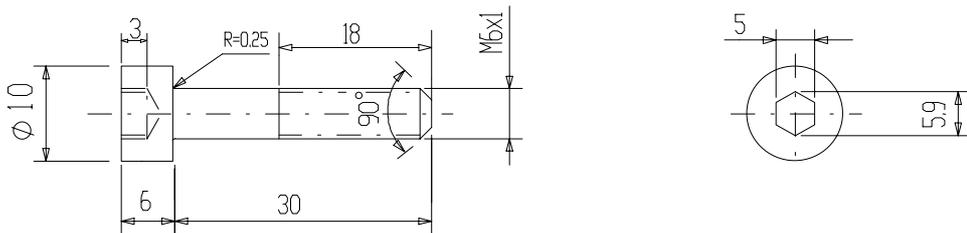


Figura 5.1. - Desenho de um parafuso com cabeça para teste

O código gerado pela codificação do parafuso mostrado na figura 5.1. é o seguinte:

5 3 1 0 1 3 0 2

O significado de cada dígito é:

[5] O 1º. dígito do código representa a classe a qual a peça pertence. No caso do parafuso com cabeça da figura 5.1, o dígito 1 está preenchido com a opção **5** da tabela 4.2, o que significa a classe de **componente mecânico comum**.

[3] O 2º. dígito do código representa a subclasse a qual a peça pertence. No caso do parafuso com cabeça da figura 5.1, o dígito 2 está preenchido com a opção **3** da tabela 4.7, o que significa a subclasse de **elementos de fixação**.

[1] O 3º. dígito do código representa o grupo ao qual a peça pertence. No caso do parafuso com cabeça da figura 5.1, o dígito 3 está preenchido com a opção **1** da tabela 4.13, o que significa o grupo dos parafusos que **possuem cabeça**.

[01] Os dígitos 4 e 5 do código representam os subgrupos aos quais a peça pertence. No caso do parafuso com cabeça da figura 5.1, os dígitos 4 e 5 são preenchidos com as opções 0 e 1 da tabela 4.17, o que significa o subgrupo dos parafusos de **cabeça cilíndrica com sextavado interno**.

[30] Os dígitos 6 e 7 do código representam o comprimento do parafuso. No caso do parafuso com cabeça da figura 5.1, os dígitos 6 e 7 são preenchidos com as opções **3** e **0** das tabelas 4.26 e 4.27, o que significa que o item possui um **comprimento de rosca de 30 mm**.

[2] O 8º. dígito do código representa o tipo de rosca. No caso do parafuso da figura 5.1, o dígito 8 é preenchido com a opção **2** da tabela 4.36, o que significa que o tipo de rosca é **M6x1**.

A figura 5.2 mostra um parafuso sem cabeça com as características mencionadas no item 5.1.

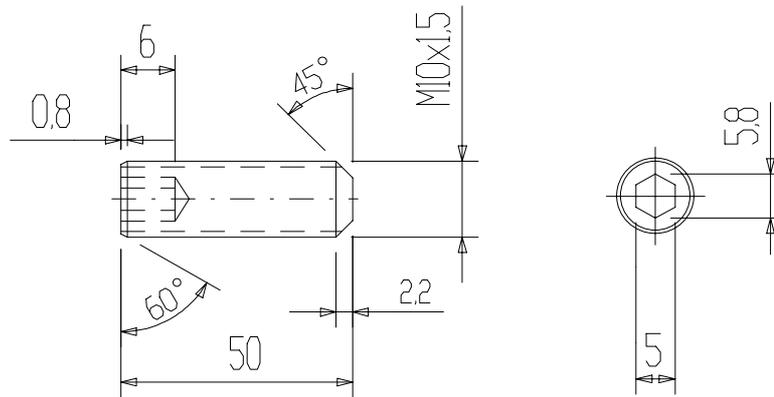


Figura 5.2. - Desenho de um parafuso sem cabeça para teste

O código mostrado na figura 5.2. é o seguinte:

5 3 2 0 1 5 0 4

O significado de cada dígito é:

[5] O dígito 1 do código representa a classe a qual a peça pertence. No caso do parafuso sem cabeça da figura 5.2, o dígito 1 está preenchido com a opção **5** da tabela 4.2, o que significa a classe de **componente mecânico comum**.

[3] O dígito 2 do código representa a subclasse a qual a peça pertence. No caso do parafuso sem cabeça da figura 5.2, o dígito 2 está preenchido com a opção **3** da tabela 4.7, o que significa a subclasse de **elementos de fixação**.

[2] O dígito 3 do código representa o grupo ao qual a peça pertence. No caso do parafuso sem cabeça da figura 5.2, o dígito 3 está preenchido com a opção **1** da tabela 4.13, o que significa o grupo dos parafusos que **não possuem cabeça**.

[01] Os dígitos 4 e 5 do código representam os subgrupos aos quais a peça pertence. No caso do parafuso sem cabeça da figura 5.2, os dígitos 4 e 5 são preenchidos com as opções 0 e 1 da tabela 4.18, o que significa o subgrupo dos parafusos sem cabeça com **sextavado interno e ponta chata**.

[50] Os dígitos 6 e 7 do código representam o comprimento do parafuso. No caso do parafuso sem cabeça da figura 5.2, os dígitos 6 e 7 são preenchidos com as opções **3** e **0** das tabelas 4.26 e 4.31, o que significa que possui um **comprimento de rosca de 50 mm**.

[4] O dígito 8 do código representa o tipo de rosca ao qual a peça pertence. No caso do parafuso sem cabeça da figura 5.2, o dígito 8 é preenchido com a opção **4** da tabela 4.45, o que significa que o tipo de rosca é **M10x1,5**.

A figura 5.3 mostra uma porca de fixação com as características mencionadas no item 5.1. Em linhas gerais é mostrada uma porca sextavada média com rosca M36x4mm.

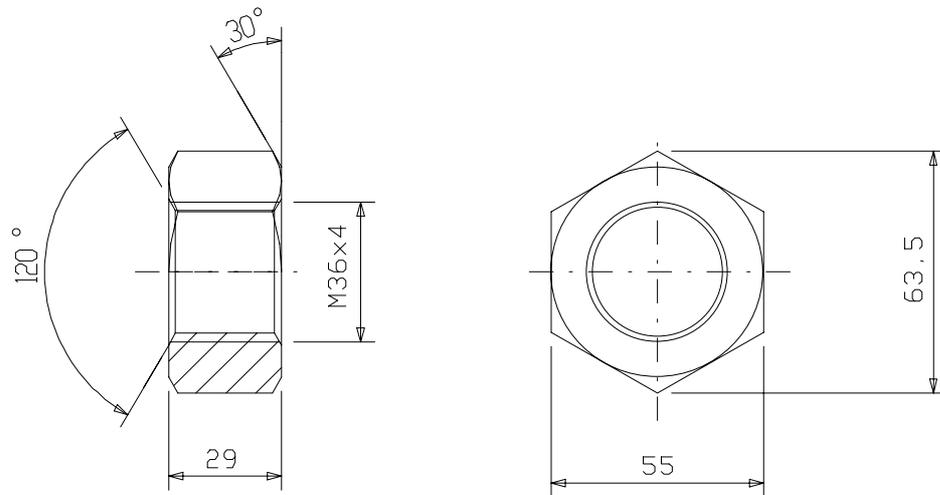


Figura 5.3. - Desenho de uma porca de fixação para teste

O código mostrado na figura 5.3. é o seguinte:

5 3 3 0 1 0 3 6

O significado de cada dígito é:

[5] O dígito 1 do código representa a classe a qual a peça pertence. No caso da porca de fixação da figura 5.3, o dígito 1 está preenchido com a opção **5** da tabela 4.2, o que significa a classe de **componente mecânico comum**.

[3] O dígito 2 do código representa a subclasse a qual a peça pertence. No caso da porca de fixação da figura 5.3, o dígito 2 está preenchido com a opção **3** da tabela 4.7, o que significa a subclasse de **elementos de fixação**.

[3] O dígito 3 do código representa o grupo ao qual a peça pertence. No caso da porca de fixação da figura 5.3, o dígito 3 está preenchido com a opção **3** da tabela 4.13, o que significa o grupo das **porcas de fixação**.

[01] Os dígitos 4 e 5 do código representam os subgrupos aos quais a peça pertence. No caso da porca de fixação da figura 5.3, os dígitos 4 e 5 são preenchidos com a opção **01** da tabela 4.19, o que significa o subgrupo das porcas **sextavada média**.

[036] Os dígitos 6, 7 e 8 do código, representam o diâmetro da rosca. No caso da porca de fixação da figura 5.3, os dígitos 6, 7 e 8 são preenchidos com a opção **036** das tabelas 4.46, 4.47 e 4.51, o que significa que é M36x4mm.

A figura 5.4. mostra uma arruela com as características mencionadas no item 5.1. Em linhas gerais é mostrada uma arruela plana estampada com rosca M10x1mm.

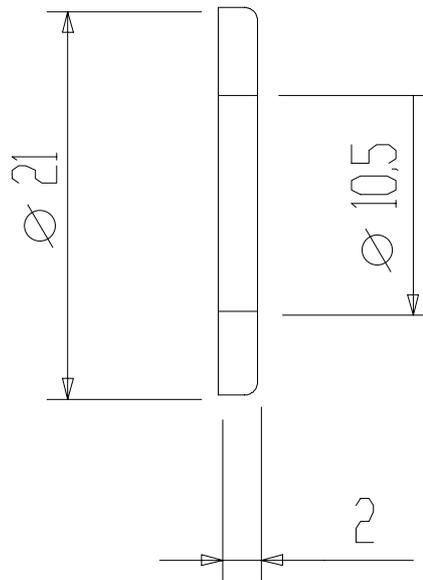


Figura 5.4. - Desenho de uma arruela para teste

O código mostrado na figura 5.4. é o seguinte:

5 3 4 0 2 0 1 0

O significado de cada dígito é:

[5] O dígito 1 do código representa a classe a qual a peça pertence. No caso da arruela da figura 5.4, o dígito 1 está preenchido com a opção **5** da tabela 4.2, o que significa a classe de **componente mecânico comum**.

[3] O dígito 2 do código representa a subclasse a qual a peça pertence. No caso da arruela da figura 5.4, o dígito 2 está preenchido com a opção **3** da tabela 4.7, o que significa a subclasse de **elementos de fixação**.

[4] O dígito 3 do código representa o grupo ao qual a peça pertence. No caso da arruela da figura 5.4, o dígito 3 está preenchido com a opção **4** da tabela 4.13, o que significa o grupo das **arruelas**.

[02] Os dígitos 4 e 5 do código representam os subgrupos aos quais a peça pertence. No caso da arruela da figura 5.4, os dígitos 4 e 5 são preenchidos com a opção **02** da tabela 4.20, o que significa o subgrupo das arruelas **planas bicromatizadas**.

[010] Os dígitos 6, 7 e 8 do código, representam a dimensão principal da arruela. No caso da arruela da figura 5.4, os dígitos 6, 7 e 8 são preenchidos com a opção **010** das tabelas 4.54, 4.55 e 4.57, o que significa que serão utilizadas **para parafuso métrico M10x1**.

A figura 5.5 mostra um pino elástico com as características mencionadas no item 5.1. Em linhas gerais é mostrado um pino elástico pesado com diâmetro de 3mm e comprimento de 28mm.

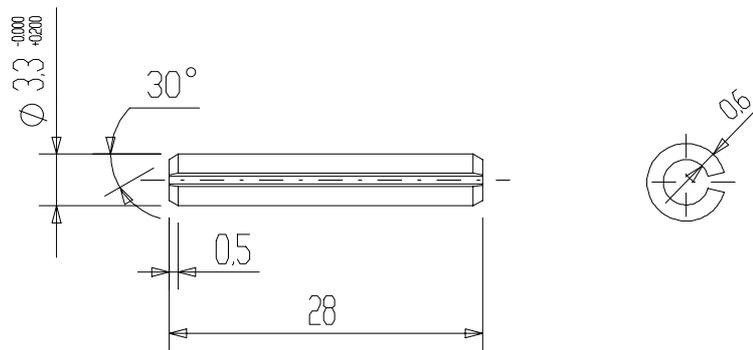


Figura 5.5 - Desenho de um pino elástico para teste

O código mostrado na figura 5.5. é o seguinte:

5 3 5 0 3 3 2 8

O significado de cada dígito é:

[5] O dígito 1 do código representa a classe a qual a peça pertence. No caso do pino elástico da figura 5.5, o dígito 1 está preenchido com a opção **5** da tabela 4.2, o que significa a classe de **componente mecânico comum**.

[3] O dígito 2 do código representa a subclasse a qual a peça pertence. No caso do pino elástico da figura 5.5, o dígito 2 está preenchido com a opção **3** da tabela 4.7, o que significa a subclasse de **elementos de fixação**.

[5] O dígito 3 do código representa o grupo ao qual a peça pertence. No caso do pino elástico da figura 5.5, o dígito 3 está preenchido com a opção **5** da tabela 4.13, o que significa o grupo dos **pinos**.

[03] Os dígitos 4 e 5 do código representam os subgrupos aos quais a peça pertence. No caso do pino elástico da figura 5.5, os dígitos 4 e 5 são preenchidos com a opção **03** da tabela 4.18, o que significa o subgrupo dos **pinos elásticos pesados**.

[3] O dígito 6 do código representa o diâmetro nominal do pino. No caso do pino elástico da figura 4.59, o dígito 6 é preenchido com a opção **3** da tabela 4.59, o que significa que o diâmetro nominal é **3mm**.

[28] Os dígitos 7 e 8 do código representam o comprimento do pino. No caso do pino elástico da figura 5.5, os dígitos 7 e 8 são preenchidos com a opção **28** da tabela 4.60 e 4.63, o que significa que possui um **comprimento de total de 28 mm**.

5.3. Classificação das Peças Escolhidas

A classificação, como já visto anteriormente, depende do número de dígitos usados para codificar o item. Portanto, para que fosse possível visualizar melhor a aplicação do S.C.C. proposto, os cinco itens escolhidos foram codificados e classificados com todos os dígitos preenchidos. Desse modo, todos os itens codificados no tópico 5.3. são classificados como **unificados**, conforme já visto no tópico 4.2.2.3.1.

5.4. Formação das Famílias das Peças

Segundo o S.C.C. proposto, os cinco primeiros dígitos representam o “código de família” das peças.

Assim, a formação das famílias de peças ocorre quando o “código de família”, que determina as suas características fica definido. Toda peça que tiver os primeiros cinco (5) dígitos comuns na cadeia de codificação, pertencerão à mesma família de peças.

O parafuso com cabeça da figura 5.1. pertence à **família 5 3 1 0 1**, que apresenta as seguintes características: classe dos componentes mecânicos comuns (5); subclasse dos elementos de fixação (3); grupo dos parafusos com cabeça (1); subgrupo dos parafusos de cabeça cilíndrica com sextavado interno (01).

O parafuso sem cabeça da figura 5.2. pertence à **família 5 3 2 0 1**, que representa as seguintes características: classe dos componentes mecânicos comuns (5); subclasse dos elementos de fixação (3); grupo dos parafusos sem cabeça (2); subgrupo dos parafusos sem cabeça com sextavado interno e ponta chata (01).

A porca de fixação da figura 5.3. pertence à **família 5 3 3 0 1**, que representa as seguintes características: classe dos componentes mecânicos comuns (5); subclasse dos elementos de fixação (3); grupo das porcas de fixação (3); subgrupo das porcas sextavadas médias (01).

A arruela da figura 5.4. pertence à **família 5 3 4 0 2**, que representa as seguintes características: classe dos componentes mecânicos comuns (5); subclasse dos elementos de fixação (3); grupo das arruelas (4); subgrupo das arruelas planas bicromatizadas (02).

O pino elástico da figura 5.5. pertence à **família 5 3 5 0 3**, que representa as seguintes características: classe dos componentes mecânicos comuns (5); subclasse dos elementos de fixação (3); grupo dos pinos (5); subgrupo dos pinos elásticos pesados (03).

Para exemplificar a formação de famílias, foram codificados vários itens, pertencentes à subclasse dos elementos de fixação, usando o S.C.C. computadorizado.

O apêndice 1 fornece a lista de peças codificadas, que pertencem à família **5 3 1 0 1**, ou seja, dos parafusos de cabeça cilíndrica com sextavado interno.

O apêndice 2 fornece a lista de peças que pertencem à família **5 3 2 0 1**, ou seja, dos parafusos sem cabeça com sextavado interno e ponta chata.

O apêndice 3 fornece a lista de peças que pertencem à família **5 3 3 0 1**, ou seja, das porcas sextavadas médias.

O apêndice 4 fornece a lista de peças que pertencem à família **5 3 4 0 2**, ou seja, das arruelas planas bicromatizadas.

O apêndice 5 fornece a lista de peças que pertencem à família **5 3 5 0 3**, ou seja, dos pinos elásticos pesados.

Evidentemente, por tratar-se de um exemplo de aplicação do S.C.C. proposto, não foram codificados todos os itens pertencentes à subclasse predeterminada.

O S.C.C. proposto não é capaz, no estágio atual de desenvolvimento, de definir automaticamente as peças que pertencem às mesmas famílias. Esta tarefa depende da interpretação do usuário do sistema.

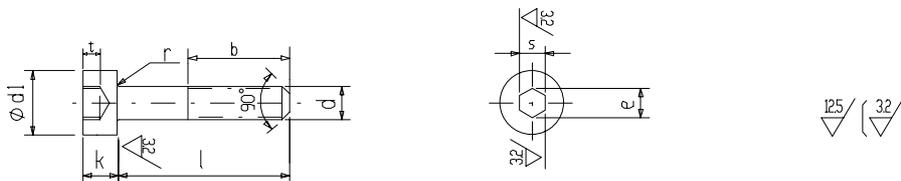
5.5. Implantação dos itens codificados no Manual de Unificação

Como todos os itens escolhidos para aplicação do sistema são classificados como Unificados, pode-se apresentar a tabela de unificação destes itens.

A definição de uma tabela de unificação permite que se trabalhe dentro de especificações e faixas predeterminadas, o que impede a criação de novos itens, que não esteja prevista nesta tabela.

A figura 5.6 mostra a “tabela de unificação” com as especificações técnicas, onde se enquadra o parafuso de cabeça cilíndrica com sextavado interno (53101302).

PARAFUSO COM CABEÇA CILÍNDRICA - 5 3 1 0 1



b	l
1	≤ 125
2	>125 ≤ 200

l	TOLER.
≤ 50	+0.250
> 50 < 80	+0.500
> 80 < 120	+0.700
> 120 < 250	+0.800

CLASSIF. APF:
53 101

BITOLAS NÃO PREFERENCIAIS

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d	M4x0.7	M5x0.8	M6x1	M8x1.25	M10x1.5	M12x1.75	M16x2	M20x2.5	M24x3	M30x3.5
b	1	14	16	18	22	26	30	38	46	54
b	2	-	-	24	28	32	36	44	52	60
d1	7	8.5	10	13	16	18	24	30	36	45
r	0.2		0.25	0.4		0.6		0.8		1
e ≈	3.6	4.7	5.9	7	9.4	11.7	16.3	19.8	22.1	25.6
k	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30
s nom	3	4	5	6	8	10	14	17	19	22
t min	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15.5
l	CHAVE									
10	10	P64384	P19796	P19809	P32987	---	---	---	---	---
12	12	---	P19797	P19810	P24133	---	---	---	---	---
16	16	Q04870	P19798	P19811	P19826	P24135	---	---	---	---
20	20	Q24464	P19800	P19813	P19828	P19841	P19854	---	---	---
25	25	R08945	P19802	P19815	P19830	P19842	P19855	---	---	---
30	30	Q17013	P19803	P19816	P19831	P19843	P19856	P25283	---	---
35	35	---	P29563	P19817	P19832	P19844	P19857	---	---	---
40	40	---	P19804	P19818	P19833	P19845	P19858	P24138	Q24475	---
45	45	---	---	P19819	P19834	P19846	P19859	P51956	Q24476	---
50	50	---	---	P19820	P19835	P19847	P19860	P25281	P25275	Q62101
60	60	---	---	P19822	P19837	P19849	P19862	P19880	P24140	P25280
70	70	---	---	P24132	P19838	P19850	P19863	P19881	P99359	P25340
71	80	---	---	P26475	P19839	P19851	P19864	P19882	P32745	Q24041
80	90	---	---	---	P28122	P19852	P19865	P51645	Q24426	P97482
81	100	---	---	---	P19840	P24134	P19866	Q09073	P24141	P50778
82	120	---	---	---	---	Q17198	P19868	P83019	P94062	P50779
90	140	---	---	---	---	---	---	P19883	P99703	Q17057
91	160	---	---	---	---	---	R38824	P37747	P32861	Q57083
92	180	---	---	---	---	---	---	---	Q81257	P23438
93	200	---	---	---	---	---	---	---	Q85355	Q09093

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS :

Ex. de Denominação: PAR CAB CI/SX IN 6X 30MM

Material: Aço com classe de resistência 12.9

Dureza: De 39 a 44 HRC

Acabamento: Oxidado Preto

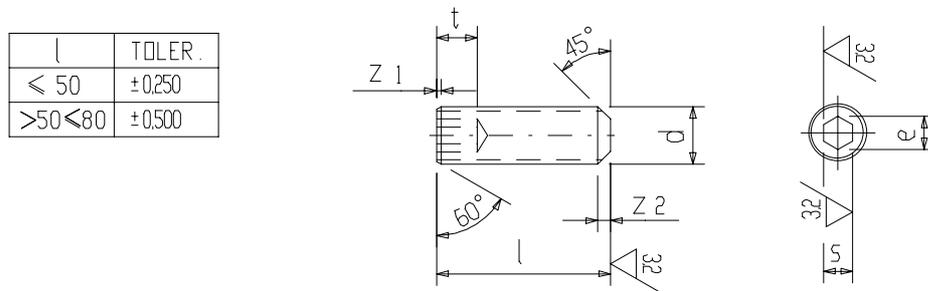
Rosca: Métrica Grossa ISO 6g

Origem: DIN 912/DEZ 1983 e ABNT NBR 10112/NOV 1987

Figura 5.6. - Unificação da família 53101

A figura 5.7. apresenta as especificações técnicas e codificação do parafuso sem cabeça (53201504).

PARAFUSO SEM CABEÇA COM SEXTAVADO INTERNO E PONTA CHATA - 5 3 2 0 1



CLASSIF. APF:
53 201

125 / (32)

BITOLAS NÃO PREFERENCIAIS

	0	1	2	3	4	5	6
d	M4x07	M5x0,8	M6x1	M8x1,25	M10x1,5	M12x1,75	M16x2
s nom.	2	2.5	3	4	5	6	8
e ≈	2.3	2.9	3.5	4.7	5.8	7	9,4
t	2.5	3	3.5	5	6	8	10
Z 1	0.35	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.1
Z 2	1	1.2	1.5	1.8	2.2	2.5	3
l	CHAVE						
04	5	Q77522	----	----	----	----	----
06	6	Q04607	P47810	P19379	----	----	----
08	8	P34148	P30547	P19380	P19385	----	----
10	10	Q04606	P32842	P19381	P19386	P19393	----
12	12	----	Q04871	P19382	P19387	P19394	P19400
16	16	----	----	P19383	P19388	P19395	P19401
20	20	----	P34174	P25361	P19389	P19396	P19402
25	25	----	----	Q24450	P37595	P19397	Q61658
30	30	----	----	----	P19390	P25339	P25342
35	35	----	----	Q17113	P26646	----	P24121
40	40	----	----	----	P19391	P25268	P65097
45	45	----	----	----	P25337	----	Q17115
50	50	----	----	----	----	Q24353	P92994
60	60	----	----	----	----	----	----
70	70	----	----	----	----	----	----
80	80	----	----	----	----	----	P25276

Nota: Será admitido com recartilhado no chanfro de 90°.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS :

Ex. de Denominação: PAR S/C S/I PT/CH 10X50MM

Material: Aço com classe de resistência 45H

Dureza: De 45 a 53 HRC

Acabamento: Oxidado Preto

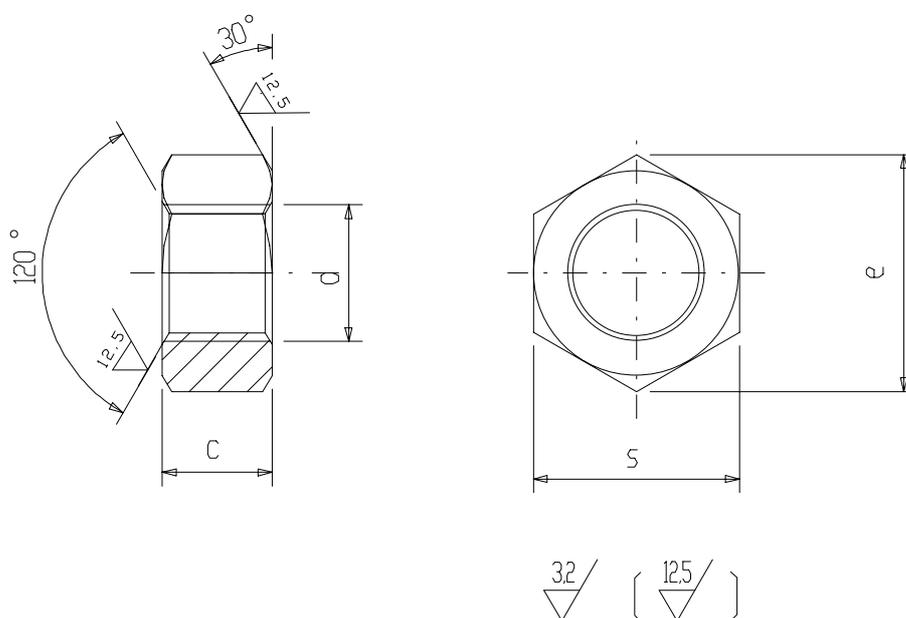
Rosca: Métrica Grossa ISO 6g

Origem: DIN 913/DEZ 1980e ABNT NBR 11203/MAR 1990

Figura 5.7. - Unificação da família 53201

A figura 5.8. apresenta as especificações técnicas e codificação da porca (53301036).

PORCA DE FIXAÇÃO SEXTAVADA MÉDIA - 5 3 3 0 1



CLASSIF. APF:
53 301

	d	s	e ≈	C	CHAVE
Ø04	M4x0,7	7	7.74	3.2	P48678
Ø05	M5x0,8	8	9.2	4	P20117
Ø06	M6x1	10	11.5	5	P20118
Ø08	M8x1,25	13	15	6.5	P20119
Ø10	M10x1,5	17	19.6	8	P20120
Ø12	M12x1,75	19	21.9	10	P20121
Ø16	M16x2	24	27.7	13	P20123
Ø20	M20x2,5	30	34.6	16	P25372
Ø24	24x3	36	41.6	19	P25087
Ø30	M30x3,5	46	53.1	24	P26520
Ø36	M36x4	55	63.5	29	P32759
Ø42	M42x4,5	65	75	32	P32785
Ø52	M52x5	80	92.4	40	P32786

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS :

Ex. de Denominação: PORCA SEXT MEDIA M36X4,00

Material: SAE 1020

Acabamento: Oxidado Preto

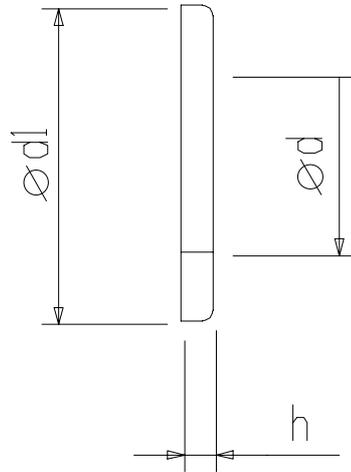
Rosca: Métrica Grossa ISO 6H

Origem: DIN 934/ABR 1968 e ABNT NBR 8852/JAN 1988

Figura 5.8. - Unificação da família 53301

A figura 5.9. apresenta as especificações técnicas e codificação da arruela (53402010).

ARRUELA PLANA BICROMATIZADA - 5 3 4 0 2



CLASSIF. APF:
53 402 _ _ _

	PARA PARAFUSO METRICO	\varnothing NOMINAL	d	d ₁	h	CHAVE
002	M2	2	2.2	5	0.3	Q60423
003	M3	3	3.2	7	0.5	P69701
004	M4	4	4.3	9	0.8	P69702
005	M5	5	5.3	10	1	P69703
006	M6	6	6.4	12.5	1.6	P69704
008	M8	8	8.4	17		P89123
010	M10	10	10.5	21	2	Q60424
012	M12	12	13	24	2.5	Q60425
016	M16	16	17	30	3	Q60426
020	M20	20	21	37		Q60427

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS :

Ex. de Denominação: ARRUELA PL BICR P/PAR M10

Material: SAE 1020

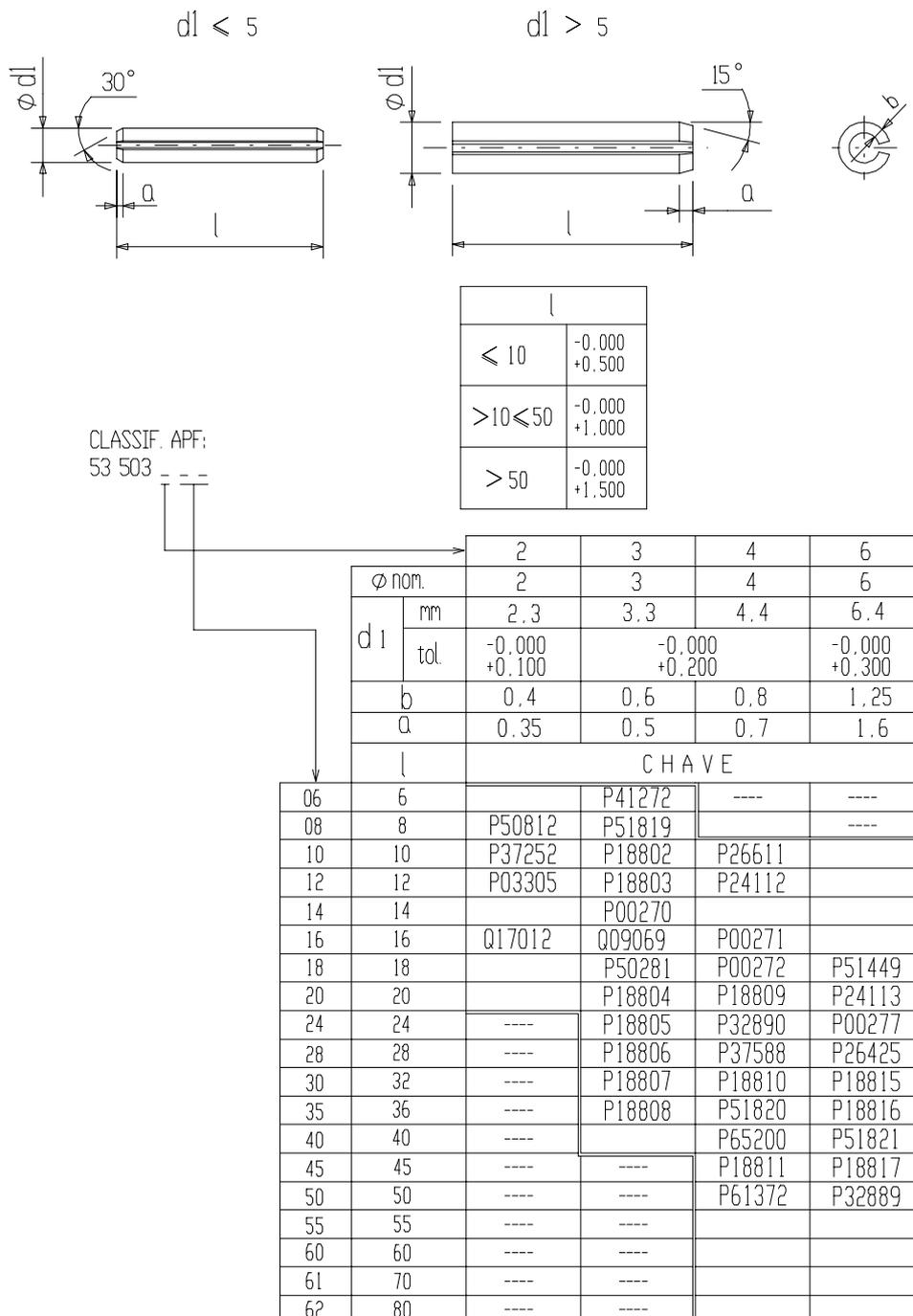
Acabamento: Oxidado Preto

Origem: DIN 125/MAI 1968

Figura 5.9. - Unificação da família 53402

A figura 5.10 apresenta as especificações técnicas e codificação do pino elástico (53503328).

PINO ELÁSTICO PESADO - 5 3 5 0 3



ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS :

Ex. de Denominação: PINO ELASTICO D03X28MM

Material: SAE 1020

Origem: DIN 7/SET 1981

Figura 5.10. - Unificação da família 53503

5.6. Vantagens do Sistema

O S.C.C. proposto permite a integração entre as atividades de projeto e de suporte técnico de compras, sendo este fato importante para evitar a criação e proliferação de novos itens de modo desnecessário. O exemplo apresentado permite visualizar os ganhos possíveis nas engenharias, para as peças compradas.

Usando-se o S.C.C. computadorizado e as tabelas de unificação, o trabalho conjunto de suporte técnico de compras e projeto permite padronizar itens, evitando a criação indevida de novos itens e definir famílias de aplicações.

Uma vantagem significativa do S.C.C. é que sua aplicação garante que uma peça codificada pelo sistema, realmente pertence à família especificada, evitando duplicação de peças e conseqüentemente, permitindo a redução de custos , pois permite trabalhar com lotes econômicos para o setor de compras.

Essas vantagens garantem a concepção dos objetivos propostos no capítulo 1 deste trabalho, uma vez que está diretamente vinculado às necessidade da empresa quanto à possibilidade de ser utilizado por vários setores de maneira integrada, padronizar as atividades de projeto e evitar a proliferação de itens.

O sistema implementado por computador, é de fácil compreensão, utilização e operação, permitindo maiores ganhos tanto ao nível de projeto, como de suporte de compras.

5.7. Desvantagens do Sistema

Não existe uma interligação automática entre o S.C.C. do sistema DOS com o sistema UNIX, pois a implantação dos códigos na tela ROCI (tela do sistema UNIX que tem a função de informar os dados técnicos do item) é manual, podendo ocorrer erros não previstos, decorrentes de atividades não computadorizadas.

CAPÍTULO 6 - Conclusão e Propostas de Trabalhos Futuros

De acordo com o que foi estudado no presente trabalho, o uso do S.C.C. permite à otimização das atividades de projeto, de fabricação, de planejamento de produção e compras de insumos, entre outras.

A partir dessa possibilidade de otimização das atividades de projeto e compras, principalmente quando se trata de itens novos, o trabalho analisou o sistema existente na empresa estudada e possibilitou às seguintes conclusões:

- O sistema existente desde 1976 na empresa, não atende às necessidades de projetos e compras de itens, sejam eles novos ou não;
- Os diversos setores da empresa não utilizam o S.C.C. existente, preferindo utilizar o sistema de identificação. Essa preferência se deve a problemas de concepção do S.C.C. e à falta de treinamento para o uso do S.C.C.;
- A proposta de adaptação atende as necessidades requeridas para a otimização de projetos e compras de itens, facilitando a formação de famílias de peças;
- A implementação do sistema no S.S.T.C. permite a eliminação de emissão de autorização de compras desnecessárias ou em duplicata;
- O *software* de apoio desenvolvido atende aos requisitos do S.C.C. proposto e, conforme visto no teste de validação, facilita a identificação das famílias e eliminação de itens duplicados;
- O S.C.C. proposto e o *software* de apoio permitem que se evitem a proliferação de itens implantados.

6.1. Propostas de Trabalhos Futuros

Com base no S.C.C. proposto e desenvolvido nesta dissertação, pode-se propor novos trabalhos, conforme se segue:

- Estudar a formação de famílias para implantação de manufatura celular na empresa: uma vez desenvolvido o S.C.C. e disseminado seu uso, pode-se aplicá-lo para reestruturação do *layout* e planejar a introdução de células de manufatura, com base nas famílias de peças geradas pelo código;

- Aplicar o S.C.C. desenvolvido para padronização dos procedimentos usados nas operações de inspeção e no planejamento de processos, visando a sua uniformização e simplificação;
- Interligar o S.C.C. desenvolvido ao sistema CAD da empresa, visando agilizar as atividades de projeto;
- Ampliar o S.C.C. desenvolvido, definindo os dígitos necessários para codificação e classificação de ferramentas e instrumentos de medição;
- Desenvolver um procedimento para o treinamento de novos usuários do sistema.

Referências Bibliográficas

- [1] AGOSTINHO, O. L. Manufatura Integrada por Computador, IPESI, Metal-Mecânica, Novembro Dezembro, 1991.
- [2] AGOSTINHO, O.L. Processos de Fabricação e Planejamento do Processo, DEF/FEM/UNICAMP, Campinas, p.105, 1989.
- [3] AYRES, R. U. Computer Integrated Manufacturing. New York, Chapman & Hall, 1991.
- [4] BANERJEE, S. K. and MAJI, R. K. A Methodology for Forming Group Technology Cells in Advanced Manufacturing Systems, Advances in Manufacturing Technology, p.101-10, 1991.
- [5] BATOCCHIO, A. Codificação Interativa de Peças Usando Computador e Tecnologia de Grupo, Dissertação de Mestrado, EESC-USP, São Carlos, p.170, Fevereiro, 1987.
- [6] BENNETT, D. & MACCONELL, W. Management motivation to apply group technology, Proceedings of the Foueteenth Internatinal Machine Tool Design and Research Conference, 14: p.193-6, September,1973. apud BATOCCHIO, A. Codificação Interativa de Peças Usando Computador e Tecnologia de Grupo, Dissertação de Mestrado, EESC-USP, São Carlos, p.170, Fevereiro, 1987.
- [7] BILLATOS, S. B. and KUMAR, R. An Integrated Cellular Manufacturing System Approach, Flexible Automation and Information Management, p.622-632, 1992.
- [8] BRISCH, E. G. & GEOGHEGAN, R. S. Simplification and Standardisation for automation, Journal of the Instution of Production Engineers, 36, p.571-82, August, 1957.
- [9] BURBIDGE, J. L., Change to Group Technology - Process Organization is Obsolete, International Journal of Production Research, vol. 30, p.1202-19, 1992.
- [10] BURBIDGE, J. L., The Introduction of Group Technology, Heinemann, London, 1975.
- [11] BURBIDGE, J. L. and HALSALL, J. , GroupTechnology and Growth at Shalibane. Production Planning & Control, vol. 5, n.2, p.213-18, 1994.
- [12] CANGIOLIERI, O.J. Sistema Gerador e Classificador de Features de Fabricação para Peças Rotacionais. Dissertação de Mestrado, FEM-UEC, Campinas, p.133, Julho, 1994.
- [13] CHANG, T. C. et al. An Introduction to Automated Process Planning Systems, Prentice-Hall, New Jersey, p.229, 1985.
- [14] CHOI, MOOM-JIN. Manufacturing Cell Design. Production and Inventory Management Journal, Second Quarter, p. 66-9, 1992.
- [15] GALLAGHER, C. C. & KNIGHT, W. A. Group Technology, Butterworth & Company Ltd., Kent, England, 1973.
- [16] GOMES, M. L. & BATOCCHIO, A. Generation and Recovery of Process Sheets in a Variant Planning Approach. Preprinter of IFIP - WG5.7 Working Conference on Evaluation of Production Management Methods, Gramado, R.S., Março, 1994.
- [17] GONÇALVES F^o, E. V. & CHRISTIANO A. C. Implantando Células de Manufatura em uma Empresa com Fabricação sob Encomenda. Gestão & Produção, v.1, n. 1, p. 49-58, Abril, 1994.
- [18] GONÇALVES F^o, E. V. Introdução à Tecnologia de Grupo: Um Novo Enfoque em Sistemas de Produção. Dissertação de Mestrado, EESC-USP, São Carlos, p.142, 1982.
- [19] GROOVER, M. P., and ZIMMERS, E. W. Jr. CAD/CAM: Computer Aided Design and Manufacturing.(Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice Hall), Printice Hall, New Jersey, 1984.

- [20] HAM, I. Curso de Tecnologia de Grupo e Sistemas de Fabricação Relacionados com Fabricação Assistida por Computador (CAM), São Carlos, EESC-USP, p.62, 1980.
- [21] HENRIQUE, P. F. F. Desenvolvimento de um Sistema de Classificação e Codificação para suportar a obtenção do Roteiro Padrão de Fabricação, Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, p.126, 1994.
- [22] HINDI, K. S. and HAMAM, Y. M. Solving the part families problem in discrete-parts manufacture by simulated annealing. Production Planning & Control, vol. 5, n. 2, p.160-64, 1994.
- [23] HON, K. K. B. & CHI, H. A New Approach of Group Technology Part Families Optimization. Annals of the CIRP, vol. 43/1, S., p.425-28, 1994.
- [24] HYDE, W. F. Improving Productivity by Classification Coding, and Data Base Standardization - The Key to Maximizing CAD/CAM and Group Techology, Marcel Dekker INC./New York, 1981, apud HENRIQUE, P. F. F. Desenvolvimento de um Sistema de Classificação e Codificação para suportar a obtenção do Roteiro Padrão de Fabricação, Dissertação de Mestrado, UNICAMP, Campinas, p.126, 1994.
- [25] HYER, N. L. e WEMMERLOV, U. Group Tecnology in the US manufacturing industry: a survey of current practices, International Journal of Production Research, vol. 27, n.8, p.1287-04, 1989.
- [26] HYER, N. L. e WEMMERLOV, U. Surve of Users of Cellular Manufacturing in U.S. Industry, International Journal of Production Research, vol. 27, n.9, p.1511-30, 1989.
- [27] HYER, N. L. Group Technology Oriented Coding Systems: Structures, Applications, and Implementation, Production and Inventory Management Journal, vol. 26, n.2, p.55-78, 1985.
- [28] KAMRANI A. K. and PARSAEI, H. R. A Methodology for the Design of Manufacturing Systems Using Group Technology. Production Planning & Control, vol. 5, n. 5, p.450-64, 1994.
- [29] KAMRANI A. K. and PARSAEI, H. R. Group Technology Application for Design of Manufacturing Cells. Flexible Automation and Information Management, p.609-21, 1992.
- [30] KRAJEWSKI, L. J. & RITZMAN, L. P. Operations Management - Strategy and Analysis. New York, Addison-Wesley Publising Company, 1990.
- [31] KUSIAK, A. The Generalized Group Technology Concept. International Journal of Production Research, vol. 25, p. 561-569, 1987.
- [32] KUSIAK, A. Group Technology in Flexible Manufacturing Systems. Handbook of Flexible Manufacturing Systems, p.147-89, 1991.
- [33] LEONARD, R. & KOENIGSBERG, F. Conditions for tje introduction of Group Technology, Proceedings of the Thirteen yh International Machine Tool Design and Research Conference, 13: p.135-39, september, 1972, apud GONÇALVES Fº, E. V. Introdução à Tecnologia de Grupo: Um Novo Enfoque em Sistemas de Produção. Dissertação de Mestrado, EESC-USP, São Carlos, p.142, 1982.
- [34] LOGAR, B. & PEKLENIK, J. Feature-Based Part Database Desing and Automatic Forming of Part Families for GT. Annals of the CIRP, vol. 40/1, p.153-56, 1991.
- [35] LOPENSINO, J. J. Um Sistema Baseado em Conhecimento para Implantação de Tecnologia de Grupo. Dissertação de Mestrado, FEE-UJEC, Campinas, Julho, 1992.
- [36] LORINI, F. J. Tecnologia de Grupo e Organização da Manufatura, Editora da UFSC, 1993.
- [37] LOVE, D. M. Flexibility in the Design and Application of Component Coding and Classification Systems, Advances in Manufacturing Technology, p.111-18, 1992.

- [38] MAESTRELLI, N. C. Identificando o Ferramental de Grupo com base em Análise de Agrupamentos, Revista Máquinas e Metais, Ano XXXII, nº 375, p.126-35, Abril, 1997.
- [39] MASBERG, W. & KÜNZEL, R. A New Hybrid Method for Part-Family Development. Annals of the CIRP, vol. 45/1, p. 465-70, 1996.
- [40] MIN, H. and SHIN, D. A Group Technology Classification and Coding System for Value-Added Purchasing. Production and Inventory Management Journal, First Quarter, p.39-42, 1994.
- [41] OFFODILE, O. F. Machine Grouping in Cellular Manufacturing, OMEGA Int. J. of Mgmt. Sci., vol.21, n. 1, p.35-52, 1993.
- [42] OFFODILE, O. F. Application of Similarity Coefficient Method to Parts Coding and Classification Analysis in Group Technology. J. Manufact. Syst., vol.10, p.442-48, 1991.
- [43] ONYEAGORO, E. A. Group Technology Cell Design: A Case Study. Production Planning & Control, vol. 6. n. 4, p.365073, 1995.
- [44] PEROTTI, G., TORNINCASA, S. & OBERTO, G. Semantic Techniques for Representation and Identification of Part Families. Annal of the CIRP, vol. 40/1, p.451-54, 1991.
- [45] PORTO, A. J. V. Desenvolvimento de um método de integração do Planejamento do Processo de Fabricação e do Planejamento e Controle da Produção, baseado na Flexibilidade do Processo de Fabricação, Tese de Doutorado, EESC-USP, p.255, 1990.
- [46] REMBOLD, U. , NNAJI, B. O. and STORR, A. Computer Integrated Manufacturing and Engineering, New York, Addison-Wesley Publishing Company, 1993.
- [47] ROZENFELD, H. & MÓDULO, D. L. Sistema Modular de Planejamento de Processo (CAPP) visando Padronização e Maior Velocidade ao Planejamento de Processo, XI Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, São Paulo, p.591-93, dezembro, 1991.
- [48] SERIO, L. C. Tecnologia de Grupo no Planejamento de um Sistema Produtivo, Editora Cone, São Paulo, 1990.

Bibliografia Consultada

- ALLEN, D.K. and SMITH, P.R. Computer-Aide Process Planning, Computer-Aided Manufacturing Laboratory, Brigham Young University, Provo, Utah, 1980.
- ARN, E. A. Group Technology: an integrated planning and implementation concept for small and medium batch production, Berlin, Springer Verlag, p.164, 1975.
- ARN, E. A. Group technology: an planning and implementation concept for small medium batch production, Berlin, Springer-Verlag, p.164, 1975.
- BATOCHIO, A. Um sistema de racionalização e recuperação de desenhos, através de computador e tecnologia de grupo. IV^o Encontro Nacional de Engenharia de Produção, UNIMEP, Piracicaba, 1984.
- BENNETT, D. & MACCONELL, W. Management motivation to apply group technology, Proceedings of the Foueteenth Internatinal Machine Tool Design and Research Conference, 14: p.193-6, September,1973.
- BRISCH, E. G. Product-classification methods, In: MAYNARD, H.B. - Engeneering handbook, New York, Cap. 8 - seção 6, p.195-07, 1956.
- BURBIDGE, J. L., Group Technology in the Engineering Industry, Mechanical Engineering Publications, Heinemann, London, 1979.
- BURBIDGE, J. L., Planning the Introduction and Predicting the Benefits of Group Technology, Engineering Cost and Production Economics, v. 8, p. 117-128, 1984.
- CHENG, S.H. e KUMAR, A. A comparative examination of selected cellular manufacturing clustering algorithms. Int. J. of Op. and Prod. Mgmt. n^o 12, p.86-97, 1995.
- CRAVEN, F.W. Some constraints, fallacies and solutions in G.T. applications. Proceedings of the Fouteenth International Machine Tool Design and Research Conference, 14: p.169-74, September, 1973.
- CREESE, R. C. e HAM, I. Group techonology for higher productivity and cost reduction in the foundry, AFS Transactions, p.227-30.
- DURIE, F. R. E. A survey of group technology and its potential for user aplication in the UK, The Production Engineer, p.51-61, February, 1970.
- EDWADS, G.A.B. & KOENIGZBERGER, F. Group Tecnology, the cell system and machine tools, The Production Engineer, p.249-56, July-August, 1973.
- EDWARDS, G. A. B. & FAZAKERLEY, G. M. The cell system of production embraces group technology and also concern management, techical and social change, Proceedings of the Fourteenth Internatinal Machine Toll Design and Research Conference, 14: p.197-20, September, 1973.
- EL-ESSAWY, I. F. & TORRANCE, J. Component Flow Analysis - an effective approach to Production System's Design, The Production Engineer, p.165-70, may, 1972.
- FREITAS, P.H.F. Desenvolvimento de um Sistema de Classificação e Codificação para Suportar a Obtenção do Roteiro Padrão de Fabricação. Dissertação de Mestrado, FEM-UEC, Campinas, p.126, Junho, 1994.
- FULTON, J.W. Designing identification codes: for business systems integration, Automation, 11: p.89-92, October, 1964.

- GOMES, M.L. Geração e Recuperação da Seqüência de Operações para o Roteiro de Fabricação. Dissertação de Mestrado, FEM-UEC, Campinas, p.85, Julho, 1994.
- GRAYSON, T. J. e STAR, J. G.T. Will change the face of batch production, Metalworking Production, p.37-39, October, 1969.
- HAM, I. An integrated approach to GT part family data base design based on artificial intelligence techniques. Annals of CIRP, 37(1): p.433-37, 1988.
- HINDI K. S. & HAMAM Y. M. Solving the Part Families Problem in Discrete-Parts Manufacture by Simulated Annealing, Production Planning & Control, vol. 5, n. 2, p. 160-64, 1994.
- HOUTZEEL, A. A Management Overview of Group Technology. Group Technology at Work. SME, Michigan, p.3-30, 1984.
- HOUTZEEL, A. and SCHILPEROORT, B. A Chain-Structure Part Classification System (MICLASS) and Group Technology, Proceeding of 13th Annual Meeting and Technical Conference, Cincinnati, Ohio, p. 383-400, 1976.
- HYER, N. L. e WEMMERLOV, U. Group Technology and Productivity, Harvard Nusiness Review, vol. 62, n.4, p. 140-49, 1984.
- HYER, N. L. e WEMMERLOV, U. Research Issues of Cellular Manufacturing, International Journal of Production Research, vol. 25, n.3, p.413-31, 1987.
- HYER, N. L., and WEMMERLÖV, U. Group technology and productivity, Harvard Business Review, July-August, p.140-49, 1984.
- Japanese Society for Promotion of Machine Industry, Guide Book for Group Technology Implementation, Apr., p.73, 1979.
- KAPARTHI, S. & SURESH N.C. A neural network System for Shape-Based Classification and Coding of Rotational Parts, International Journal of Production Research, vol. 29, n. 9, p.1771-84, 1991.
- KENT, Machine Grouping in Cellular Manufacturing, OMEGA Int. J. of Mgmt Sci., vol. 21. n. 1, p. 35-52, 1993.
- KNAYER, M. Group Techology: A new approach manufacturing, Industrial Engineering, p.23-7, September, 1970.
- KUSIAK, A. Intelligent Manufacturing Systems. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, N.J., 1990.
- LEONARD, R. & KOENIGSBERG, F. Conditions for tje introduction of Group Technology, Proceedings of the Thirteen yh International Machine Tool Design and Research Conference, 13: p.135-39, september, 1972.
- MANSOOR, H. & LEONARD, R. The design of standard cells for group technology by the use of machine tool and workpiece statistics, Proceedings of the Sixteenth International Machine Tool Design and Research Conference, 16: p.75-86, 1975.
- MERCHANT, M. E. Trends in Manufacturing systems concepts, 10º MTDR, p.567-81, 1969.
- MIN, H. & SHIN D. A Group Technology Classification and Coding System for Value-Added Purchasing, Production and Inventory Management Journal, First Quarter, p. 39-42, 1994.
- POHS, H. A. Part numbers versus data processing, Machine Design, p.82-87, January, 1963.
- QUEIRAZZA, G. Desenvolvimento de um Sistema de Classificação e Codificação para Engenharia de Projeto. 16º Congresso Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP / 2º Congresso Internacional de Engenharia Industrial, UNIMEP, Piracicaba, Outubro, 1996.
- REMBOLD, U. et al. Computer-Integrated Manufacturing Techology and Systems, Marcel Dekker, New York, p.790, 1985.

- RONCONI, D.P. Um Método Heurístico Baseado em Grafos para Formação de Células de Manufatura em Tecnologia de Grupo. Dissertação de Mestrado, FEE-UEC, Campinas, p.99, Maio, 1993.
- SHIKO, G., A Process Planning-Orientated Approach to Part Family Formation Problem in Group Technology Applications, International Journal of Production Research, vol. 30, n.8, p.1739-52, 1992.
- SIMONTON, D.P. A guide to identification of parts and drawings, Machine Design, p.159-63, January, 1966.
- SNEAD, C.S. Group Technology: Foundation for Competitive Manufacturing. Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.
- STEWART, M. Installation of GT at Shalibane Ltd., Farnborough College of Technology, Farnborough, 1993.
- STOLL, H.W., Design for manufature: An overview, ASME Applied Mechanics Reviews, Vol. 39, nº 9, September, 1986.
- TATIKONDA, M.V. & WEMMERLÖV, U. Adaption and implementation of GT classification and coding systems: insights from seven case studies. Int. Journal of Production Research, Vol. 30(9), p.2087-110, September, 1992.
- XU, H. & WANG, H. P., Part Family Formation for GT Application Based on Fuzzy Mathematics, International Journal of Production Research, vol. 27, p.1637-51, 1989.

APÊNDICE 1

**Listagem da família de peças dos
parafusos de cabeça cilíndrica
com sextavado interno (5 3 1 0 1)**

Descrição	Chave	Código
PAR CAB CI/SX IN 4X 10MM P64384		53101100
PAR CAB CI/SX IN 4X 16MM Q04870		53101160
PAR CAB CI/SX IN 4X 20MM Q24464		53101200
PAR CAB CI/SX IN 4X 25MM R08945		53101250
PAR CAB CI/SX IN 4X 30MM Q17013		53101300
PAR CAB CI/SX IN 5X 10MM P19796		53101101
PAR CAB CI/SX IN 5X 12MM P19797		53101121
PAR CAB CI/SX IN 5X 16MM P19798		53101161
PAR CAB CI/SX IN 5X 20MM P19800		53101201
PAR CAB CI/SX IN 5X 25MM P19802		53101251
PAR CAB CI/SX IN 5X 30MM P19803		53101301
PAR CAB CI/SX IN 5X 35MM P29563		53101351
PAR CAB CI/SX IN 5X 40MM P19804		53101401
PAR CAB CI/SX IN 6X 10MM P19809		53101102
PAR CAB CI/SX IN 6X 12MM P19810		53101122
PAR CAB CI/SX IN 6X 16MM P19811		53101162
PAR CAB CI/SX IN 6X 20MM P19813		53101202
PAR CAB CI/SX IN 6X 25MM P19815		53101252
PAR CAB CI/SX IN 6X 30MM P19816		53101302
PAR CAB CI/SX IN 6X 35MM P19817		53101352
PAR CAB CI/SX IN 6X 40MM P19818		53101402
PAR CAB CI/SX IN 6X 45MM P19819		53101452
PAR CAB CI/SX IN 6X 50MM P19820		53101502
PAR CAB CI/SX IN 6X 60MM P19822		53101602
PAR CAB CI/SX IN 6X 70MM P24132		53101702
PAR CAB CI/SX IN 6X 80MM P26475		53101712
PAR CAB CI/SX IN 8X 10MM P32987		53101103
PAR CAB CI/SX IN 8X 12MM P24133		53101123
PAR CAB CI/SX IN 8X 16MM P19826		53101163
PAR CAB CI/SX IN 8X 20MM P19828		53101203
PAR CAB CI/SX IN 8X 25MM P19830		53101253
PAR CAB CI/SX IN 8X 30MM P19831		53101303
PAR CAB CI/SX IN 8X 35MM P19832		53101353

Descrição	Chave	Código
PAR CAB CI/SX IN 8X 40MM	P19833	53101403
PAR CAB CI/SX IN 8X 45MM	P19834	53101453
PAR CAB CI/SX IN 8X 50MM	P19835	53101503
PAR CAB CI/SX IN 8X 60MM	P19837	53101603
PAR CAB CI/SX IN 8X 70MM	P19838	53101703
PAR CAB CI/SX IN 8X 80MM	P19839	53101713
PAR CAB CI/SX IN 8X 90MM	P28122	53101803
PAR CAB CI/SX IN 8X100MM	P19840	53101813
PAR CAB CI/SX IN 10X 16MM	P24135	53101104
PAR CAB CI/SX IN 10X 20MM	P19841	53101204
PAR CAB CI/SX IN 10X 25MM	P19842	53101254
PAR CAB CI/SX IN 10X 30MM	P19843	53101304
PAR CAB CI/SX IN 10X 35MM	P19844	53101354
PAR CAB CI/SX IN 10X 40MM	P19845	53101404
PAR CAB CI/SX IN 10X 45MM	P19846	53101454
PAR CAB CI/SX IN 10X 50MM	P19847	53101504
PAR CAB CI/SX IN 10X 60MM	P19849	53101604
PAR CAB CI/SX IN 10X 70MM	P19850	53101704
PAR CAB CI/SX IN 10X 80MM	P19851	53101714
PAR CAB CI/SX IN 10X 90MM	P19852	53101804
PAR CAB CI/SX IN 10X100MM	P24134	53101814
PAR CAB CI/SX IN 10X120MM	Q17198	53101824
PAR CAB CI/SX IN 12X 20MM	P19854	53101205
PAR CAB CI/SX IN 12X 25MM	P19855	53101255
PAR CAB CI/SX IN 12X 30MM	P19856	53101305
PAR CAB CI/SX IN 12X 35MM	P19857	53101355
PAR CAB CI/SX IN 12X 40MM	P19858	53101405
PAR CAB CI/SX IN 12X 45MM	P19859	53101455
PAR CAB CI/SX IN 12X 50MM	P19860	53101505
PAR CAB CI/SX IN 12X 60MM	P19862	53101605
PAR CAB CI/SX IN 12X 70MM	P19863	53101705
PAR CAB CI/SX IN 12X 80MM	P19864	53101715
PAR CAB CI/SX IN 12X 90MM	P19865	53101805

Descrição	Chave	Código
PAR CAB CI/SX IN 12X100MM	P19866	53101815
PAR CAB CI/SX IN 12X120MM	P19868	53101825
PAR CAB CI/SX IN 12X160MM	R38824	53101915
PAR CAB CI/SX IN 16X 30MM	P25283	53101306
PAR CAB CI/SX IN 16X 40MM	P24138	53101406
PAR CAB CI/SX IN 16X 45MM	P51956	53101456
PAR CAB CI/SX IN 16X 50MM	P25281	53101506
PAR CAB CI/SX IN 16X 60MM	P19880	53101606
PAR CAB CI/SX IN 16X 70MM	P19881	53101706
PAR CAB CI/SX IN 16X 80MM	P19882	53101716
PAR CAB CI/SX IN 16X 90MM	P51645	53101806
PAR CAB CI/SX IN 16X100MM	Q09073	53101816
PAR CAB CI/SX IN 16X120MM	P83019	53101826
PAR CAB CI/SX IN 16X140MM	P19883	53101906
PAR CAB CI/SX IN 16X160MM	P37747	53101916
PAR CAB CI/SX IN 20X 40MM	Q24475	53101407
PAR CAB CI/SX IN 20X 45MM	Q24476	53101457
PAR CAB CI/SX IN 20X 50MM	P25275	53101507
PAR CAB CI/SX IN 20X 60MM	P24140	53101607
PAR CAB CI/SX IN 20X 70MM	P99359	53101707
PAR CAB CI/SX IN 20X 80MM	P32745	53101717
PAR CAB CI/SX IN 20X 90MM	Q24426	53101807
PAR CAB CI/SX IN 20X100MM	P24141	53101817
PAR CAB CI/SX IN 20X120MM	P94062	53101827
PAR CAB CI/SX IN 20X140MM	P99703	53101907
PAR CAB CI/SX IN 20X160MM	P32861	53101917
PAR CAB CI/SX IN 20X180MM	Q81257	53101927
PAR CAB CI/SX IN 20X200MM	Q85355	53101937
PAR CAB CI/SX IN 24X 50MM	Q62101	53101508
PAR CAB CI/SX IN 24X 60MM	P25280	53101608
PAR CAB CI/SX IN 24X 70MM	P25340	53101708
PAR CAB CI/SX IN 24X 80MM	Q24041	53101718

Descrição	Chave	Código
PAR CAB CI/SX IN 24X 90MM	P97482	53101808
PAR CAB CI/SX IN 24X100MM	P50778	53101818
PAR CAB CI/SX IN 24X120MM	P50779	53101828
PAR CAB CI/SX IN 24X140MM	Q17057	53101908
PAR CAB CI/SX IN 24X160MM	Q57083	53101918
PAR CAB CI/SX IN 24X180MM	P23438	53101928
PAR CAB CI/SX IN 24X200MM	Q09093	53101938
PAR CAB CI/SX IN 30X 80MM	P32845	53101719
PAR CAB CI/SX IN 30X100MM	Q09005	53101819
PAR CAB CI/SX IN 30X120MM	P20946	53101829
PAR CAB CI/SX IN 30X140MM	P32744	53101909
PAR CAB CI/SX IN 30X180MM	Q17002	53101929
PAR CAB CI/SX IN 30X200MM	Q17199	53101939

APÊNDICE 2

**Listagem da família de peças dos
parafusos sem cabeça com sextavado
interno e ponta chata (5 3 2 0 1)**

Descrição	Chave	Código
PAR S/C S/I PT/CH 4X 5MM	Q77522	53201050
PAR S/C S/I PT/CH 4X 6MM	Q04607	53201060
PAR S/C S/I PT/CH 4X 8MM	P34148	53201080
PAR S/C S/I PT/CH 4X10MM	Q04606	53201100
PAR S/C S/I PT/CH 5X 6MM	P47810	53201061
PAR S/C S/I PT/CH 5X 8MM	P30547	53201081
PAR S/C S/I PT/CH 5X10MM	P32842	53201101
PAR S/C S/I PT/CH 5X12MM	Q04871	53201121
PAR S/C S/I PT/CH 5X20MM	P34174	53201201
PAR S/C S/I PT/CH 6X 6MM	P19379	53201062
PAR S/C S/I PT/CH 6X 8MM	P19380	53201082
PAR S/C S/I PT/CH 6X10MM	P19381	53201102
PAR S/C S/I PT/CH 6X12MM	P19382	53201122
PAR S/C S/I PT/CH 6X16MM	P19383	53201162
PAR S/C S/I PT/CH 6X20MM	P25361	53201202
PAR S/C S/I PT/CH 6X25MM	Q24450	53201252
PAR S/C S/I PT/CH 6X35MM	Q17113	53201352
PAR S/C S/I PT/CH 8X 8MM	P19385	53201083
PAR S/C S/I PT/CH 8X10MM	P19386	53201103
PAR S/C S/I PT/CH 8X12MM	P19387	53201123
PAR S/C S/I PT/CH 8X16MM	P19388	53201163
PAR S/C S/I PT/CH 8X20MM	P19389	53201203
PAR S/C S/I PT/CH 8X25MM	P37595	53201253
PAR S/C S/I PT/CH 8X30MM	P19390	53201303
PAR S/C S/I PT/CH 8X35MM	P26646	53201353
PAR S/C S/I PT/CH 8X40MM	P19391	53201403
PAR S/C S/I PT/CH 8X45MM	P25337	53201453
PAR S/C S/I PT/CH 10X10MM	P19393	53201104
PAR S/C S/I PT/CH 10X12MM	P19394	53201124
PAR S/C S/I PT/CH 10X16MM	P19395	53201164
PAR S/C S/I PT/CH 10X20MM	P19396	53201204
PAR S/C S/I PT/CH 10X25MM	P19397	53201254
PAR S/C S/I PT/CH 10X30MM	P25339	53201304
PAR S/C S/I PT/CH 10X40MM	P25268	53201404

Descrição	Chave	Código
PAR S/C S/I PT/CH 10X50MM	Q24353	53201504
PAR S/C S/I PT/CH 12X12MM	P19400	53201125
PAR S/C S/I PT/CH 12X16MM	P19401	53201165
PAR S/C S/I PT/CH 12X20MM	P19402	53201205
PAR S/C S/I PT/CH 12X25MM	Q61658	53201255
PAR S/C S/I PT/CH 12X30MM	P25342	53201305
PAR S/C S/I PT/CH 12X40MM	P65097	53201405
PAR S/C S/I PT/CH 12X50MM	P92994	53201505
PAR S/C S/I PT/CH 16X20MM	P24120	53201206
PAR S/C S/I PT/CH 16X25MM	P19406	53201256
PAR S/C S/I PT/CH 16X30MM	P24121	53201306
PAR S/C S/I PT/CH 16X40MM	Q17115	53201406
PAR S/C S/I PT/CH 16X80MM	P25276	53201806

APÊNDICE 3

**Listagem da família de peças das
porcas sextavadas médias (5 3 3 0 1)**

Descrição	Chave	Código
PORCA SEXT MEDIA M 4X0,70 P48678		53301004
PORCA SEXT MEDIA M 5X0,80 P20117		53301005
PORCA SEXT MEDIA M 6X1,00 P20118		53301006
PORCA SEXT MEDIA M 8X1,25 P20119		53301008
PORCA SEXT MEDIA M10X1,50 P20120		53301010
PORCA SEXT MEDIA M12X1,75 P20121		53301012
PORCA SEXT MEDIA M16X2,00 P20123		53301016
PORCA SEXT MEDIA M20X2,50 P25372		53301020
PORCA SEXT MEDIA M24X3,00 P25087		53301024
PORCA SEXT MEDIA M30X3,50 P26520		53301030
PORCA SEXT MEDIA M36X4,00 P32759		53301036
PORCA SEXT MEDIA M42X4,50 P32785		53301042
PORCA SEXT MEDIA M52X5,00 P32786		53301052

APÊNDICE 4

**Listagem da família de peças das
arruelas planas bicromatizadas (5 3 4 0 2)**

Descrição	Chave	Código
ARRUELA PL BICR P/PAR M 2	Q60423	53402002
ARRUELA PL BICR P/PAR M 3	P69701	53402003
ARRUELA PL BICR P/PAR M 4	P69702	53402004
ARRUELA PL BICR P/PAR M 5	P69703	53402005
ARRUELA PL BICR P/PAR M 6	P69704	53402006
ARRUELA PL BICR P/PAR M 8	P89123	53402008
ARRUELA PL BICR P/PAR M10	Q60424	53402010
ARRUELA PL BICR P/PAR M12	Q60425	53402012
ARRUELA PL BICR P/PAR M16	Q60426	53402016
ARRUELA PL BICR P/PAR M20	Q60427	53402020

APÊNDICE 5

**Listagem da família de peças dos
pinos elásticos pesados (5 3 5 0 3)**

Descrição	Chave	Código
PINO ELASTICO D02X08MM	P50812	53503208
PINO ELASTICO D02X10MM	P37252	53503210
PINO ELASTICO D02X12MM	P03305	53503212
PINO ELASTICO D02X16MM	Q17012	53503216
PINO ELASTICO D03X06MM	P41272	53503306
PINO ELASTICO D03X08MM	P51819	53503308
PINO ELASTICO D03X10MM	P18802	53503310
PINO ELASTICO D03X12MM	P18803	53503312
PINO ELASTICO D03X14MM	P00270	53503314
PINO ELASTICO D03X16MM	P00271	53503316
PINO ELASTICO D03X18MM	P50281	53503318
PINO ELASTICO D03X20MM	P18804	53503320
PINO ELASTICO D03X24MM	P18805	53503324
PINO ELASTICO D03X28MM	P18806	53503328
PINO ELASTICO D03X32MM	P18807	53503332
PINO ELASTICO D03X36MM	P18808	53503336
PINO ELASTICO D04X10MM	P26611	53503410
PINO ELASTICO D04X12MM	P24112	53503412
PINO ELASTICO D04X16MM	P00271	53503416
PINO ELASTICO D04X18MM	P00272	53503418
PINO ELASTICO D04X20MM	P18809	53503420
PINO ELASTICO D04X24MM	P32890	53503424
PINO ELASTICO D04X28MM	P37588	53503428
PINO ELASTICO D04X32MM	P18810	53503432
PINO ELASTICO D04X36MM	P51820	53503436
PINO ELASTICO D04X40MM	P65200	53503440
PINO ELASTICO D04X45MM	P18811	53503445
PINO ELASTICO D04X50MM	P61372	53503450
PINO ELASTICO D06X18MM	P51449	53503618
PINO ELASTICO D06X20MM	P24113	53503620
PINO ELASTICO D06X24MM	P00277	53503624
PINO ELASTICO D06X28MM	P26425	53503628
PINO ELASTICO D06X32MM	P18815	53503632
PINO ELASTICO D06X36MM	P18816	53503636
PINO ELASTICO D06X40MM	P51821	53503640
PINO ELASTICO D06X45MM	P18817	53503645
PINO ELASTICO D06X50MM	P32889	53503650