

UM SISTEMA BASEADO EM CONHECIMENTO PARA IMPLANTAÇÃO
DE TECNOLOGIA DE GRUPO

Por : Juan José Lopensino

Orientador : Prof. Dr. Rafael Santos Mendes

Este exemplar corresponde à redação final da tese
defendida por Juan José Lopensino
e aprovada pela Comissão
Julgadora em 14 / 07 / 1992
Rafael Santos Mendes
Orientador

Tese apresentada à Faculdade de
Engenharia Elétrica da Univer-
sidade Estadual de Campinas
como parte dos requisitos exi-
gidos para obtenção do título
de Mestre em Engenharia Elétrica

Julho de 1992

Para Maria José, mãe
Para meus pais

AGRADECIMENTOS

A dedicação prestada a um estudo como o apresentado, implica a dedicação de um tempo longo de trabalho, requerendo para isso uma série de condições de diversa índole. Para as pessoas que fizeram isto possível, este agradecimento.

A minha esposa, pelo amor, paciência e incentivo permanentes.

A meus pais, ...tudo.

A minha grande família, de Córdoba e Buenos Aires, pelo incentivo silencioso.

A Meu orientador, Prof. Rafael Santos Mendes, pelo crédito, paciência, sabedoria, e amizade oferecidos.

A hospitalidade recebida foi uma constante neste tempo, sendo Marisa Boscacci e Luiz A. Diaz Rodríguez, junto a Rubén Nazzeta e Doménico Gallichio Neto, seus maiores mentores.

A Estela Maria Garcia e José Marcos Pinto da Cunha, minha família de Campinas.

A Alexandre Aurélio Chaves e Silvio Grillo, pela grande amizade.

O ambiente de trabalho do Laboratório de Computação e Automação, se desenvolve num clima de harmonia e multitudine. Meus colegas tiveram a capacidade humana de me fazer sentir na minha casa. Nomea-los neste momento me levaria outra tese. Com a esperança de ter-les retribuido cotidianamente o mesmo carinho, fica assim meu agradecimento.

Agradeço ao povo Brasileiro, que através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), fez possível financeiramente este Mestrado.

A minha Irmã, Irene Andréa Velasquez Alegre.

A Braz Isaias Da Silva Junior, pela guia espiritual e pela paciência.

À empresa Pueyrredón S.A., por ter aberto as portas a uma ilusão.

Ao Sr. Luis Sanches, diretivo da empresa Pueyrredón S.A.

Ao Brasil, pela oportunidade.

APRESENTAÇÃO

As empresas produtoras de bens de consumo e capital se desenvolvem na atualidade, num mercado que muda permanentemente. Para obter reação rápida da empresa aos estímulos externos, se requer flexibilidade de adaptação. Uma metodologia para a obtenção dessa flexibilidade é abordada neste trabalho.

O método está baseado na formação de uma base de conhecimento informatizado sobre a experiência que a empresa tem na área que atua.

Um estudo sobre uma cozinha industrial é apresentado.

ÍNDICE

ÍNDICE

ÍNDICE

Capítulo 1

1.1 Introdução	1.1
1.2 Evolução do Produto no Tempo	1.2
1.3 A definição de um sistema de manufatura	1.6
1.4 Tecnologia de Grupo e sua implantação numa cozinha industrial	1.8

Capítulo 2

2.1 Introdução	2.1
2.2 Conceitos gerais	2.4
2.21 Principais tipos de sistemas produtivos em GT	2.4
Centro GT	2.5
Célula GT	2.7
Linha GT	2.8
2.22 Estrutura organizativa da indústria manufatureira	2.9
Projeto do produto	2.11
O papel do projeto de peças em GT	2.12
2.3 Codificação e Classificação	2.13
2.31 Confecção dos códigos de peças	2.14
2.32 Código de operação	2.18
2.33 Código de equipamentos	2.22
2.4 Similaridades entre produtos	2.27
Formação do código de similaridades	2.29

ÍNDICE

Capítulo 3

3.1	Introdução	3.1
3.2	Conceitos gerais	3.3
3.3	Aquisição de conhecimento	3.4
3.4	Representação de conhecimento	3.7
	Lógica de primeira ordem	3.7
	Regras de produção	3.9
	Frames	3.10
	Redes semânticas	3.11
3.5	Máquina de inferência	3.12
3.6	Comparação entre as diferentes formas de representação de conhecimento	3.16
	Volume de base de conhecimento	3.17
	Comparação entre os volumes das máquinas de inferência	3.18
	Comparação entre os tempos de inferência	3.19

Capítulo 4

4.1	Introdução	4.1
4.2	Formação do códigos das porções	4.4
4.3	Formação do código das operações	4.15
	Código suplementar das porções	4.23
4.4	Formação do código de equipamento	4.25
4.5	Similaridades entre porções	4.27
	Formação do código de similaridades de porções	4.28
	A formação de famílias	4.32

ÍNDICE

Capítulo 5

5.1 Introdução	5.1
5.2 Caracterização da linguagem PROLOG	5.2
5.3 Estrutura do Sistema	5.4
Representação dos objetos de Tecnologia de Grupo	5.6
Base de regras	5.9
Tratamento da informação pela máquina de inferência	5.10
Procedimentos de processamento de dados	5.12
Módulo de balanceo de menus	5.12

Capítulo 6

Conclusão

Apêndice

A.1 Introdução	A.1
A.2 A realidade atual da empresa	A.2
A.3 Definição do Tempo Padrão	A.2
A.4 Métodos de medida do tempo padrão	A.7

Referências Bibliográficas

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

CAPÍTULO 1

Los hermanos sean unidos,
esa es la ley primera.
Tengan unión verdadera,
en cualquier tiempo que sea,
porque si entre ellos se pelean,
los devoran los de afuera.

José Hernández.

1.1 Introdução

Antes da revolução industrial, a produção de bens de capital e consumo era realizada por artesãos motivados pela previsão de uma necessidade, ou pela ação de uma encomenda personalizada. O tipo de trabalho do ponto de vista da organização, tinha como característica essencial, o conhecimento completo do processo de produção por parte do operário artesão. No Reino Unido, num posterior estágio do desenvolvimento da produção, surgiu a necessidade de produções em grande escala, para abastecer os países não industrializados e as colônias. No ramo têxtil, surgiram coordenadores de fabricação, que na realidade encomendavam produtos, para serem produzidos no próprio domicílio do trabalhador. Desencontros causados pela disputa de poder na produção, levaram os antes coordenadores, a exigir que o trabalho, ainda artesanal, fôsse feito num local centralizado. Isto obrigou as pessoas que moravam longe da cidade, a irem para ela na procura

do trabalho perdido (Deane, 1975). Posteriores invenções, como a máquina de vapor, levaram a uma centralização ainda maior da produção, já que todas as atividades eram feitas ao redor da força motriz. A era Taylorista do trabalho, especializou ainda mais as atividades produtivas, esmiuçando as atividades laborais até os mínimos movimentos, gerando postos de trabalho extremamente monótonos, com as consequências psicológicas próprias da alienação.

Neste caso, o trabalhador deixou de conhecer o processo produtivo completo, para só conhecer uma parte pequena, ou até um só movimento do braço direito para abastecer uma máquina de matéria-prima (Marx, 1958).

O advento da cibernética, permitiu o controle das máquinas levando à automação com a possibilidade de reproduzir com precisão os movimentos mais complexos realizados pelo homem. A capacidade de produção subiu a níveis antes não conhecidos.

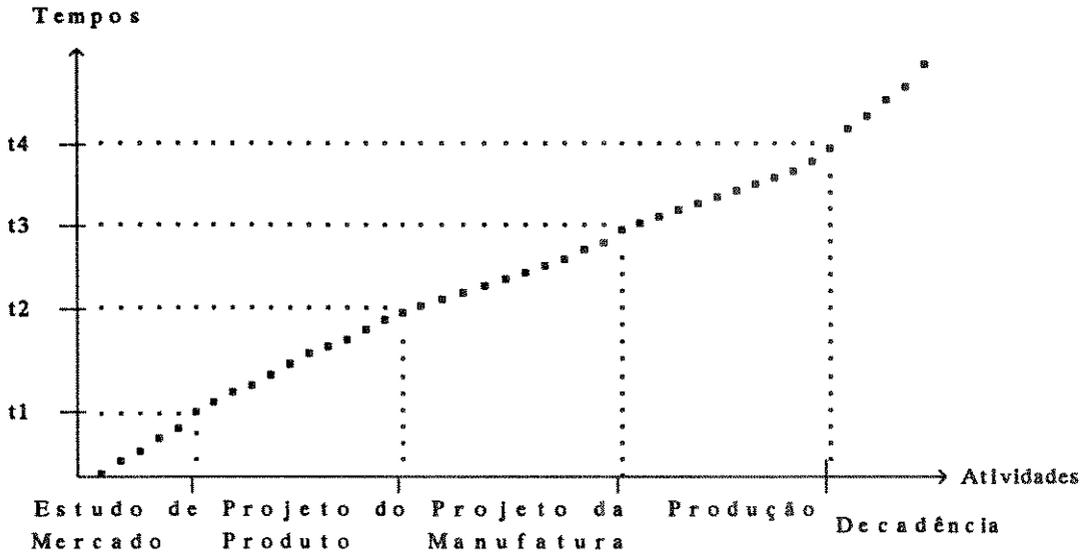
A relativa paz em que o mundo viveu desde o final da segunda guerra mundial, contribuiu para o crescimento do parque industrial existente nos países centrais e para a geração de uma competição aguerrida na conquista do mercado de consumo. O crescimento da oferta de produtos foi inevitável, não tendo sido acompanhado pela demanda. Como consequência disso, hoje, a competição industrial é centrada fortemente na diferenciação dos produtos, por sua vez baseada na pesquisa e desenvolvimento tecnológicos.

1.2 Evolução do produto no tempo

Um certo produto, para ser colocado no mercado, tem que evoluir ao longo de vários estágios, que dão as condições necessárias para sua competitividade. Como primeiro passo, a indústria deve saber se um produto terá aceitação no mercado para o qual será fabricado. Para isso, se faz o estudo de mercado, que consiste na análise da intenção de compra, dentro do setor da sociedade que é visado. Se o estudo indica a aceitação do produto, deve-se passar ao projeto do produto, e ao projeto da fabricação. Finalmente, se leva a cabo a produção, e a colocação no mercado. A este processo chama-se de ciclo de vida. A figura 1.1 mostra um esquema do ciclo de vida.

No processo existem normalmente retornos a etapas anteriores, devido a modificações necessárias no projeto do produto ou no projeto da fabricação. A

maturidade de um produto pode ser avaliada pela ausência de necessidade de revisão de seus projetos.



Ciclo de Vida dos Produtos

Figura 1.1

No diagrama da figura 1.1, estão representados apenas os instantes em que cada atividade é iniciada, não se levando em conta os retornos. Quando o tempo de fabricação tende a diminuir, devido a exigências do mercado, a maturidade da manufatura não atinge níveis satisfatórios, fato este, que prejudica o funcionamento do sistema, pela falta de aprendizagem sobre processos.

Na medida em que a competição entre fábricas de produtos similares se faz mais aguerrida, os tempos do ciclo de vida vão se tornando mais curtos, o que faz cada uma das etapas prévias à fabricação adquirir características estratégicas. Se o projeto do produto não se faz no menor tempo possível, com a precisão necessária e levando em conta a melhor forma de ser fabricado, o projeto da manufatura não conseguirá definir rapidamente a forma ótima de fabricação. Isto pode levar a que na fabricação, tenha-se que solucionar problemas não contidos no projeto. A característica que define a capacidade de reação de uma empresa com respeito às mudanças do mercado, denomina-se *adaptabilidade*. Para quantifi-

car esta variável, utilizam-se os tempos de ciclos de vida de diferentes produtos, como ilustrado na figura 1.2.

A adaptabilidade de uma organização produtiva se quantifica a partir dos dados obtidos da história da empresa. No exemplo mostrado, a adaptabilidade é estudada na base de tempos de três produtos que já foram fabricados pela empresa. O tempo gasto num produto i para começar a ser fabricado chama-se Tf_i . A adaptabilidade se calcula baseado nos tempos Tf_i de diferentes produtos.

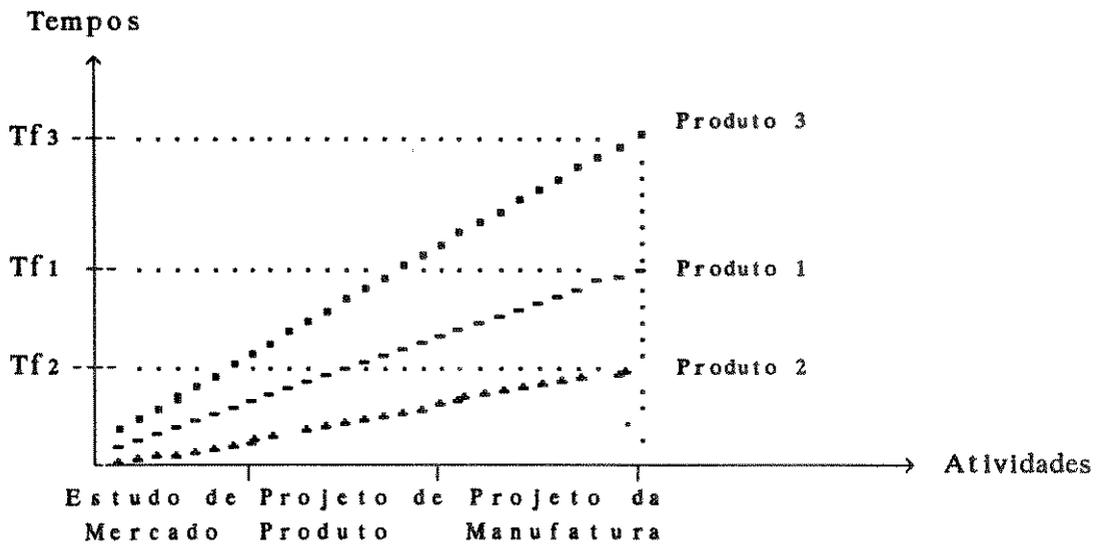
Por exemplo:

$$\text{Adap}_{1,2} = \frac{Tf_1}{Tf_2} > 1$$

$$\text{Adap}_{1,3} = \frac{Tf_1}{Tf_3} < 1$$

A adaptabilidade mostra que entre o produto 1 e 2, há melhora no desempenho dos sistemas da engenharia e do "marketing", quer dizer, que a empresa adaptou-se bem à mudança da produção. Entre o produto 1 e 3, ao contrário o sistema piorou seu desempenho, já que tem adaptabilidade negativa. Este parâmetro de comparação, porém, deve ser estudado mais profundamente, pela possibilidade de influência de outros fatores externos ao sistema, como por exemplo, uma mudança profunda de tecnologia. As adaptabilidades tem que ser calculadas para produtos com características similares. Este parâmetro é de utilidade para o gerenciamento de uma empresa num mercado exigente.

A adaptabilidade pode ser utilizada também para comparar o desempenho das diferentes actividades que compõem a preparação para a fabricação. Pode-se calcular a adaptabilidade dos estudos de mercado de dois produtos, de dois projetos de peças, ou de dois projetos de manufatura.



Representação dos diferentes tempos de finalização de projetos

Figura 1.2

Este parâmetro avalia o desempenho de uma organização frente às exigências do mercado pois, na atividade de gerenciamento, o uso da adaptabilidade pode indicar uma necessidade de mudança organizacional caso permaneça negativa por um período longo de tempo. Existem várias técnicas para reverter pouca adaptação frente às mudanças do mercado, todas elas gerando alterações profundas na organização. Uma tendência de todas elas é a redução dos tempos de projeto, tanto de manufatura como de produto.

Uma das técnicas que trata o problema, chama-se de Projeto para Manufatura (Stoll, 1986), que visa a redução dos tempos de projeto de produto e manufatura, juntando as duas atividades em uma só, através da utilização de ferramentas de padronização, e formação de grupos.

Quando se deseja introduzir um novo produto no mercado, partes de projetos de produtos ou de manufatura podem ser reutilizados. A técnica "Group Technology" ou Tecnologia de Grupo, forma grupos de peças, ferramentas e máquinas para a reutilização dos conhecimentos que a empresa tem, no processo de projeto. Uma codificação torna possível a utilização imediata, ainda sem o uso do computador, da "memória" da indústria. Essa memória é formada pelos produtos fabricados e projetados anteriormente na empresa e é própria de cada empresa, por quanto sua

reutilização guarda um valor estratégico. Neste trabalho, propõe-se uma ferramenta para utilizar a memória referida, na forma de um sistema baseado em conhecimento. O objetivo dessa ferramenta é auxiliar o trabalho do projetista, no uso da memória acumulada na história da empresa. O tratamento da memória leva-nos à procura de similaridades entre produtos, de acordo com a sua característica dimensional e seus processos de fabricação.

1.3 A definição de um sistema de Manufatura

As necessidades que um sistema produtivo tem capacidade de cobrir, estão de acordo com o critério de planejamento com que foi concebido, no melhor dos casos. Dependendo do número de produtos diferentes e o tamanho de cada lote a ser fabricado, a organização da empresa possui características particulares.

A utilização de um ou outro "Lay-out" numa fábrica torna-se viável segundo o tipo de produção visada e o investimento requerido.

Cada um dos "Lay-outs" acima tem maior o menor aplicabilidade segundo a relação entre o número de peças diferentes a serem produzidas e o tamanho do lote correspondente. A figura 1.3 ilustra as áreas de aplicação convenientes de cada categoria.

A **Linha Tradicional de Fabricação** foi concebida com o critério de produção em massa numa época da industrialização em que se exigia uniformidade e grande número de produtos. Assim chegou-se ao Ford T, com uma produção que alcançou todos os cantos do mundo. Outro expoente desse tipo de produção o constitui o Fusca, o qual chegou e ainda chega em muitos países do mundo. O tipo de fabricação para produção em grandes quantidades, por um tempo longo, esta caracterizado pela rigidez frente às mudanças.

Uma variação da linha tradicional com características de maior flexibilidade, constitui a **Linha de Transferencia Flexível** que amplia o número possível de peças a serem fabricadas, diferentemente da linha tradicional, perdendo no número de peças fabricadas por item.

O **Sistema Flexível de Manufatura**, constitui-se de um conjunto de grupos de máquinas assistidas na carga e descarga por sistemas de manuseio automáticos de materiais, num estágio de automação avançado. O número de peças diferentes que

estes sistemas podem produzir em condições de boa produtividade está aproximadamente entre 5 e 100 peças, e a produção por peça não supera 2000.

A **Célula de Manufatura** é formada por um conjunto de máquinas que sob a Tecnologia de Grupo, está planejada para produzir uma família de peças com características similares. O número de peças diferentes que podem ser produzidas, neste caso, oscila entre 40 e 800, e o número de peças produzida para cada tipo não ultrapassa 500. A célula é a unidade de produção típica de um sistema de fabricação flexível. Num estágio de automação avançado, as máquinas são assitidas na carga e descarga por um robô. Originalmente este sistema foi concebido como grupos de trabalho autônomos, constituindo-se uma forma de organização do trabalho de vanguarda.

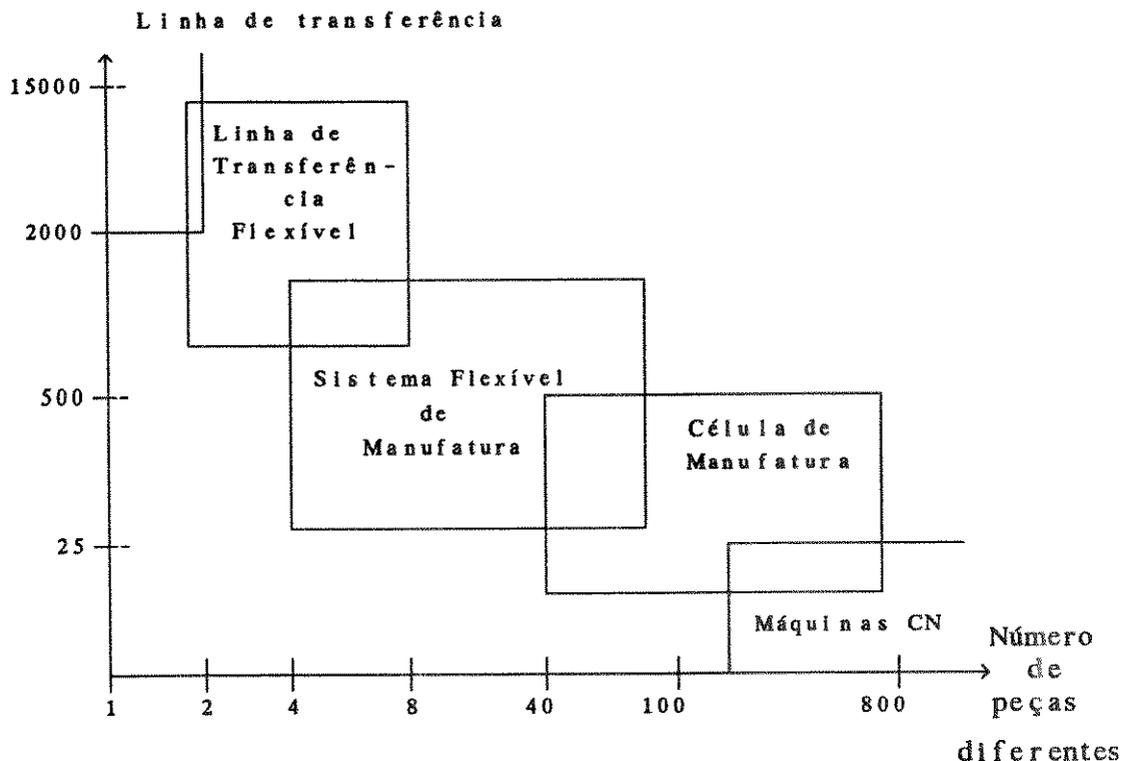
Por último, as **Máquinas de Controle Numérico**, tem a capacidade de produzir uma grande variedade de peças diferentes em lotes pequenos. A padronização dos dispositivos e a facilidade de troca dos programas de operação permitem alterações praticamente instantâneas no processo de produção.

O investimento para cada um dos sistemas descritos varia num espectro amplo, dependendo do grau de automação requerido. Quando se produz em lotes pequenos com baixa frequência de repetição, as máquinas isoladas tem melhor aplicação. O investimento aumenta se é requerido Controle Numérico.

A área de aplicação mais econômica das Células Flexíveis de Manufatura e dos sistemas flexíveis será a produção em pequenos e medios lotes. Entretanto, o investimento de uma planta automatizada somente poderá ser justificado se houver necessidade de capacidade instalada apropriada (Agostinho, 1990 B).

É importante acrescentar que para a instalação de um sistema flexível, não somente o "Lay-out" determina a flexibilidade, mas também a capacidade de fluxo de informações técnicas e administrativas verificadas na empresa.

Produção mensal
por peça



Área de Aplicação dos diversos conceitos de Manufatura

Figura 1.3

1.4 Tecnologia de Grupo e sua implantação numa cozinha industrial

Dentro das premissas acima expostas, este trabalho visa uma implantação de Tecnologia de Grupos, com a finalidade de prover uma metodologia de organização numa empresa real, do ramo alimentar, situada na cidade de Córdoba, da República Argentina.

Para alcançar este objetivo, vários estágios devem ser considerados. Um estudo profundo da metodologia utilizada pela Tecnologia de Grupos na organi-

zação das informações da produção é realizado. Para isso analisou-se a Tecnologia de Grupos aplicada a empresas metalúrgicas (para as quais foi criada), com a finalidade de trasladá-la a uma cozinha industrial. Uma análise sobre as informações necessárias para a administração do aparelho produtivo é realizada para o caso da cozinha, e um sistema baseado em conhecimento, com técnicas de Inteligência Artificial, é desenvolvido para o tratamento dessas informações.

Estas pesquisas, atingem as informações referidas ao aparelho produtivo exclusivamente, desde os produtos fabricados ao equipamento utilizado para produzi-lo, sendo que o tratamento da informação pelo sistema baseado em conhecimento, atinge também esse nível administrativo.

É importante observar que o funcionamento da cozinha industrial apresenta aspectos de modelagem extremamente difícil. Neste sentido é possível considerar a metodologia utilizada (GT) como uma ferramenta de modelagem de sistemas complexos. Além disso, a utilização de técnicas de Inteligência Artificial para o tratamento das informações do sistema, caracteriza a abordagem aqui apresentada por uma grande flexibilidade. De fato, a abordagem heurística não exclui aspectos importantes do sistema que em outras abordagens mais formais podem ser eliminadas a-priori. Por outro lado, para problemas pontuais específicos, nada impede o uso de abordagens algorítmicas como por exemplo a que é utilizada no capítulo 4 para a formação de grupos de equipamentos.

A organização do trabalho é a seguinte:

No capítulo segundo um estudo sobre a Tecnologia de Grupos é realizado, na procura dos princípios fundamentais a serem aplicados na cozinha industrial, que será tratado no capítulo 4.

Uma introdução à Inteligência Artificial é apresentada no capítulo 3, com a descrição da metodologia aplicada à cozinha industrial, no capítulo 5.

No capítulo 6 é realizada uma avaliação do trabalho, e proposta de trabalhos futuros.

No apêndice A, uma metodologia de obtenção dos tempos padrões, é apresentada.

CAPÍTULO 2

INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA DE GRUPO

CAPÍTULO 2

Siga,
Vá seguindo
o seu caminho,
Vá
escolha o Rumo
que quiser . . .

Helio Guimarães

2.1 Introdução

Nas empresas metalúrgicas nos países industrializados, 75% das peças produzidas, são em lotes de até 50 peças (Arn, 1975). Nos países do terceiro mundo e países em desenvolvimento, esta situação é ainda mais aguda. Este fato dificulta grandemente o planejamento da produção. Além disso, existe uma tendência crescente, no mercado de consumo, à diversificação de peças e produtos, causada pela constante concorrência entre as empresas, com a ajuda da publicidade, geradora de modas. Essa maior diversificação, provoca um aumento nos estoques intermediários, como também nos tempos totais de produção. Isto acarreta geralmente um atraso nos tempos de entrega. A diversificação, aumenta ainda, a necessidade de troca de ferramental e de dispositivos de fabricação nas máquinas-ferramentas, o que traz como consequência, a diminuição do fator de utilização.

Um estudo feito nos EEUU, levou a algumas conclusões interessantes. O tempo real de usinagem é cerca de 6 % do tempo total possível de fabricação para produção em pequenos lotes. Para a produção em médios lotes este valor é de 8 %, e para grandes lotes, de mais de 5000 peças, o tempo total de usinagem ascende a

22 %. A figura 2.01, mostra as percentagens de cada atividade (Agostinho, 1989).

Esforços crescentes estão sendo dirigidos no sentido de se obter uma automação total do processo produtivo, por meio de concatenações flexíveis de máquinas individuais, além da integração do fluxo de materiais e informações. Em se mantendo as atuais tendências da economia mundial, a América Latina deverá passar por um processo de flexibilização da produção de bens de consumo e capital, sob pena de ver sua indústria absolutamente obsoleta. Este processo terá que ser feito em estágios, pois requer uma infraestrutura de mercado que o acompanhe, e uma política em cada país que marque seu caminho.

Atividade	Fabricação em Lotes pequenos 1... 10	Fabricação em Lotes médios 10... 5000	Fabricação em Massa 5000 ...
Férias e Feriados	34	20	27
2º e 3º turno não usado	44	40	16
Tempo de Espera	2	6	7
Montagens (Set Up)	9	7	7
Troca de Ferramentas	2	7	7
Fixação da Peça	3	4	14
Tempo de Usinagem	6	8	22

Porcentagens de cada atividade no tempo total de fabricação

Figura 2.01

Tecnologia de Grupo (GT) ou Produção por Família de Peças é um conceito que se aplica na produção de pequenos e médios lotes. É baseado no agrupamento de peças em famílias, de acordo com certos atributos, e no desenvolvimento subsequente do planejamento do sistema produtivo como um todo, dividido por famílias. Cada grupo, desta forma, têm uma série de atributos comuns a todos seus integrantes. Embora tenha sido inicialmente concebido para a indústria metal-mecânica, esta técnica pode ser utilizada em ramos diferentes, sempre que existam processos de transformação de matéria-prima e produtos envolvidos que possam ser agrupados por algum critério definido.

Utilizando-se técnicas de engenharia de fabricação semelhantes às usadas na produção em série, a tecnologia de grupo, conseguiu benefícios significativos, tais como: redução dos ciclos de fabricação, redução de material em processo, confiabilidade nos prazos de entrega, simplificação do planejamento e controle da produção, racionalização do projeto de produto e processos.

Tecnologia de Grupo (GT) é antes de mais nada uma filosofia administrativa para a empresa como um todo. Para ser implantada e dela se tirarem os benefícios otimizados, é necessário o envolvimento e a participação de forma integrada de todos os níveis da empresa, desde o *Marketing* até a assistência técnica. Isto não impede que sua implantação seja por etapas, de forma gradual, sendo esta também a forma mais prática dentro de um plano global (Sério, 1989).

A implantação da filosofia Tecnologia de Grupo (GT), como qualquer mudança de procedimentos administrativos, traz sempre um conflito de relações entre as pessoas que compõem a organização. No caso da técnica em questão, têm-se alterações na atuação da maioria das seções da empresa, portanto o fator humano não pode ser deixado de lado, sob risco de fracasso da implantação (Agostinho, 1989).

Nos países industrializados 30 % do Produto Nacional Bruto (PNB), corresponde a produtos manufaturados, dos quais 75 % é feito em pequenos lotes, sendo estas fabricações caracteristicamente de baixa produtividade. Nos países da América Latina, a produção está caracterizada pela existência de uma maioria de empresas de médio e pequeno porte, que produzem em pequenos lotes. A implantação da técnica de Tecnologia de Grupo (GT), como de qualquer outra técnica de flexibilização do aparelho produtivo, deverá ocupar um papel preponderante no crescimento destes países (Proença, 1988), devido à necessidade de competitividade com os mercados internacionais. A utilização da mão-de-obra especializada ociosa, devido à crise das últimas décadas, terá que ser contida na implantação, assim como também as instalações existentes, até gerar uma capitalização sem geração de grandes dívidas, próprias das soluções a partir da implantação de sistemas com alto grau de automação.

Quanto à utilização da mão de obra especializada ociosa, possui vários aspectos que poderiam-se destacar. Se o aumento da produtividade constitui o alvo principal da discussão, tender-se-ia a definir se é o fator económico da produtividade o único objetivo, sem levar em consideração consequências sobre a produtividade "social", e outros fatores subjetivos da produtividade (Hirata,

1989). Cabe também a discussão de até onde uma produtividade econômica é independente dos fatores colaterais, vindos da sociedade e das condições individuais e familiares (Peter Spink, 1979).

Se a discussão continua no aspecto produtivo-econômico exclusivamente, existem tendências à utilização de tecnologias de Manufatura Integrada por Computador, com a utilização de mão de obra especializada, com resultados até melhores que os desempenhados com uma utilização de automação cerca da total. (Bolk, 1990), (Levin, 1990), (Martensson, 1990), (Kotter, 1990).

2.2 Conceitos Gerais

Tecnologia de Grupo é uma filosofia administrativa cujo objetivo é analisar e organizar peças e processos produtivos de acordo com similaridades de projeto e de fabricação. Assim, formam-se grupos e famílias que podem ser utilizados para racionalizar os processos de produção de pequenos e médios lotes. Como consequência, temos benefícios significativos como redução de ciclos de fabricação e redução de materiais em processo, e na área da engenharia, observa-se uma simplificação do planejamento e controle da produção, racionalização do projeto, tanto de produto como de processos o que contribui na padronização dos componentes.

O que segue, é uma descrição sucinta dos conceitos que envolvem a Tecnologia de Grupo.

2.21 Principais Tipos de Sistemas Produtivos em GT

A idéia original de formar famílias de peças, surgiu nos sistemas de produção tradicionais, com o objetivo principal de planejar mais facilmente uma produção em lotes. A crescente diversificação de produtos é o gerador desta necessidade.

Dependendo do tamanho dos lotes a serem manufaturados por produto, a GT prevê uma distribuição diferente no chão de fábrica. Quando o tamanho dos lotes

tende a zero, a forma proposta é denominada Centro GT. Se os lotes são de médio porte, tem-se uma Célula, e quando o tamanho do lote é grande, Linha GT.

O fato de existir diferentes tipos de arranjos de máquinas para produções com tamanho de lotes diferenciados, tem sua base nos desempenhos que cada tipo de "Lay-out" possui. A tecnologia de grupo considera três tipos diferentes de distribuição segundo a necessidade e a previsão que se faz sobre o tipo de produção que a empresa vai atingir. O trabalho do analista que implanta uma tecnologia está encarregado de fazer esse análise. Quando a empresa estudada está no mercado, o trabalho, em geral, é a melhoria do sistema produtivo. Nesse caso, os tamanhos dos lotes que definem o Lay-out, são os que atinge a empresa comitente. Se a empresa tem intenções de ampliar seu lugar no mercado, um estudo deverá ser realizado, sob risco de sobredimensionar, o subdimensionar a planta.

Centro GT (Arn, 1975)

A típica forma de organização de sistemas produtivos forma grupos de máquinas por especialidade, isto é, grupamentos por função. Para citar exemplos, na indústria metalúrgica os tornos se agrupam numa área do chão de fábrica. No caso de uma cozinha industrial, as panelas de pressão são alocadas conjuntamente.

Na tecnologia de grupo, as famílias de peças permitem planejar os roteiros de fabricação formando lotes misturados de peças. Pode-se chegar mesmo a um lote de 10 peças, todas diferentes, com algumas características em comum.

A figura 2.02 mostra um esquema de "Lay Out" por especialidades, no qual cada máquina é um Centro GT. Esta forma básica de "Lay Out" é de interesse crescente atualmente devido ao uso de transportadores inteligentes ou Veículos Autoguiados.

O primeiro objetivo de GT para este tipo de sistema produtivo, é o projeto da distribuição de máquinas com a ajuda de um estudo das similaridades dos processos de produção das partes a serem manufaturadas. Assim, se obtém a distribuição mais favorável de máquinas no chão de fábrica.

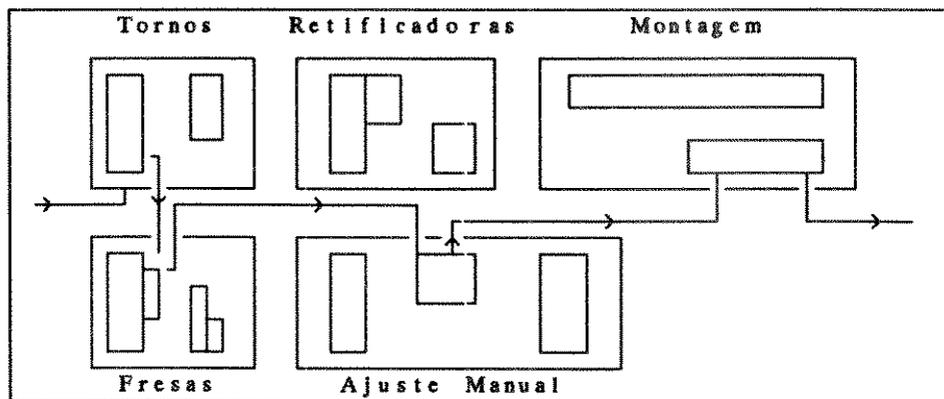


Figura 2.02 Lay Out por Especialidade

Posteriormente se procede à racionalização do planejamento de processos. Esta etapa da implantação tem como objetivo final, a formação de procedimentos ágeis de obtenção de roteiros de fabricação, junto às sequências de operações, como assim também as listas de ferramentas do processo. Este tipo de estudo é realizado sobre as informações existentes na empresa, sendo que deve ser contemplado a futura informatização das tarefas de planejamento.

Como objetivo ulterior, se tem a redução dos tempos de treinamento de pessoal e dos tempos de instalação de ferramentas, baseada nas similaridades das propriedades do equipamento, em concordância com princípios de planejamento.

Devido a que nesta tipificação a máquina é tratada como um dispositivo independente dos outros, o uso de máquinas com a capacidade de realizar diferentes tipos de processamento, têm um papel preponderante na maior difusão do "Lay out" com Centro GT. A maior vantagem de ter uma máquina com uma gama ampla de possibilidades de trabalho, são os tempos de instalação de ferramental e dispositivos, (Tempos de Set-Up) que têm elevados tempos percentuais numa grande quantidade de processos industriais. Para citar um exemplo, os centros de mecanizado, realizam uma gama de operações com, às vezes, uma única fixação.

Visando agora uma implantação de GT em indústrias médias e pequenas da América Latina, esta forma de "Lay Out", torna-se de vital importância, mais tradicional na grande maioria das indústrias. Portanto o estudo de transformação terá que começar a partir deste estado. A implantação de GT pode ser feita até sem mudar o "Lay Out", se essa mudança provoca um investimento considerável.

Célula GT

A idéia básica de célula de manufatura é dividir o chão de fábrica em grupos de máquinas nas quais se fazem as operações que são requeridas para uma certa família de peças. Este agrupamento de máquinas tem como consequência uma simplificação no planejamento de tarefas devido à sua divisão. O controle da produção apresenta a mesma vantagem. Na figura 2.03, visualiza-se um Lay-Out por célula

A implantação da Célula GT gera na organização do trabalho a formação de grupos de trabalhadores com objetivos similares. Além disso, a célula tem como consequência, uma grande rotatividade do trabalho, ou seja, cada trabalhador tem conhecimento de todas as operações de seu grupo. Existem varias posições de análise das consequências que este tipo de organização traz no comportamento dos trabalhadores envolvidos.

Se a comparação desta forma de organização se faz com relação à organização Taylorista do trabalho, vantagens não faltam. Com respeito ao conteúdo do trabalho, esta organização implica que o operário conheça o processo de fabricação mais profundamente que na forma totalmente reduzida que a organização Taylorista propõe.

Com respeito ao trabalho artesanal, no qual o conhecimento do processo é total, encontra-se em desvantagem. Quanto à rotatividade do Trabalho, também tem-se vantagens pela redução de fatores alienantes do trabalho.

A rotatividade, no entanto, é criticada, baseado na necessidade que o capital empresário tem, de dar continuidade na produção, pelo alto custo do equipamento. Isto obriga a possuir um plantel de trabalhadores multidisciplinares em forma permanente, sendo que o nível técnico requerido tem um alto custo salarial (engenheiros, técnicos especializados)(Freyssenot, 1974). Com respeito ao aumento de responsabilidades, e aos "grupos de qualidade", estes provocam a utilização do tempo livre do trabalhador sem remuneração adicional, em defesa da "produtividade" da empresa, com a consequente desvalorização de sua vida privada, e suas relações familiares (Hirata, 1989).

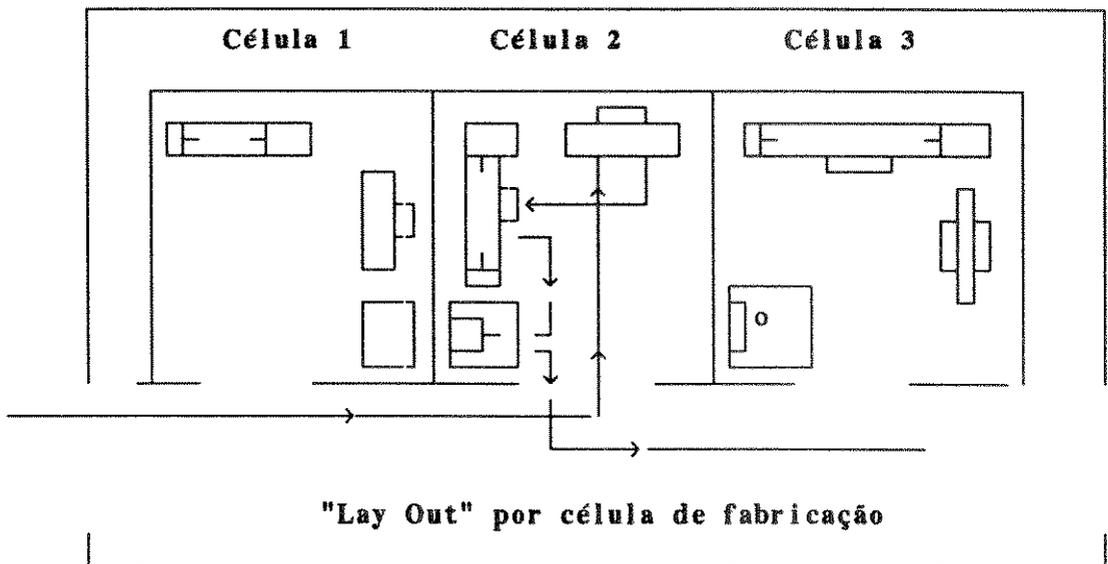


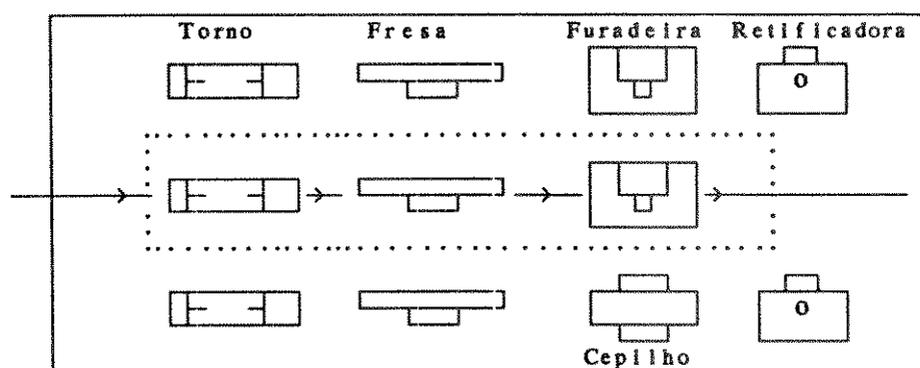
Figura 2.03

Este estudo é concebido num contexto de revalorização do trabalho e das capacidades intelectuais dos empregados, baseado na necessidade social do emprego e no princípio de que o trabalho e a produção tem validade quando o homem é centro e justificativa da atividade produtiva. As atividades do engenheiro podem, portanto, ter a função de melhorar o desempenho da atividade (Rosenbrock, 1981) sem a necessidade de substituição de trabalhadores a menos que justificada dentro das premissas éticas antes citadas.

Linha GT

Esta forma de distribuição de máquinas no Chão de Fábrica, é a forma de racionalização da produção de GT mais próxima à produção em massa. Neste caso, as máquinas são agrupadas de acordo com as sequências de operações fixas. Esta forma de "Lay out" leva ao transporte por esteiras de peças entre duas máquinas. Esta característica faz o "Lay out" linha GT mais rígido que os anteriores. O balanço dos tempos de utilização das máquinas é realizado, se for necessário, por meio de filas de espera, portanto uma das desvantagens principais de GT é a falta do fator utilização no planejamento da produção.(Flynn, 1986)

A Figura 2.04, mostra um esquema de Linha GT, com a direção do fluxo de circulação da matéria-prima.



Linha GT

Figura 2.04

2.22 Estrutura Organizativa da Indústria Manufatureira

O constante e crescente consumo de bens, junto à tendência à mudança permanente, originado na necessidade criada pela publicidade nos mercados, gera nas indústrias uma exigência superior no planejamento das atividades diretas e indiretas da produção. Uma grande diversificação de produtos obriga às indústrias a ter uma flexibilidade real de reação. Essa é lograda por meio de uma organização que manipule a informação interna numa forma eficaz. Os canais de passagem de dados entre as diferentes áreas, devem ser cuidadosamente estudados em cada caso particular.

Para alcançar estes objetivos, a organização de uma indústria, deve-se compôr de quatro áreas principais, como se mostra na figura 2.05, sendo que a interação deve ser total.

Para exemplificarmos o funcionamento utilizando o esquema acima, podemos dizer que se o "Marketing" não passar a informação à engenharia sobre a tendência do mercado, não se produzirão produtos competitivos, e as vendas serão reduzidas. Ainda exemplificando, se o "Marketing" não passar a tendência no que refere aos materiais que estão se impondo e nem a qualidade requerida ao suporte (controle da qualidade), a produção não terá a informação necessária.

A área da engenharia tem como função definir como um produto é, e como vai ser feito.

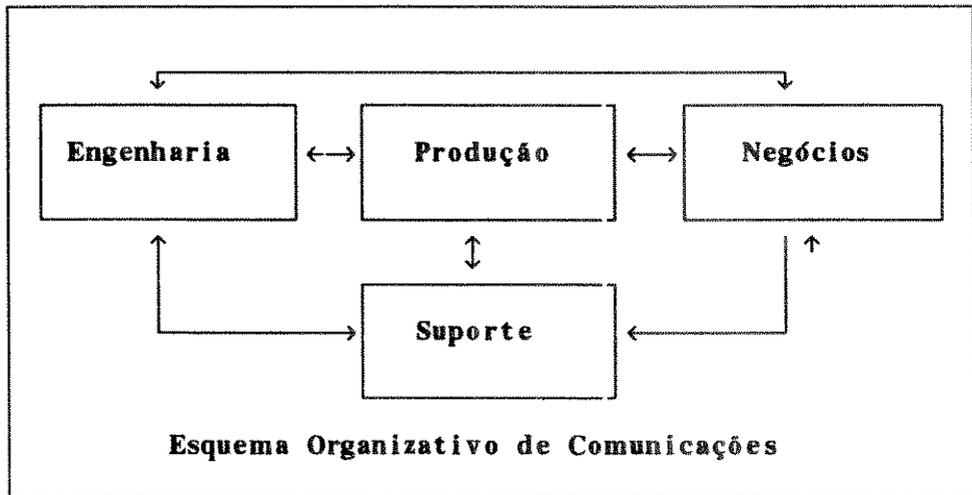


Figura 2.05

As incumbências da engenharia no diz respeito ao funcionamento da organização, se resume na figura 2.06.

O projeto do produto têm uma influência fundamental na economia da empresa por ser a base da fabricação de um produto competitivo.

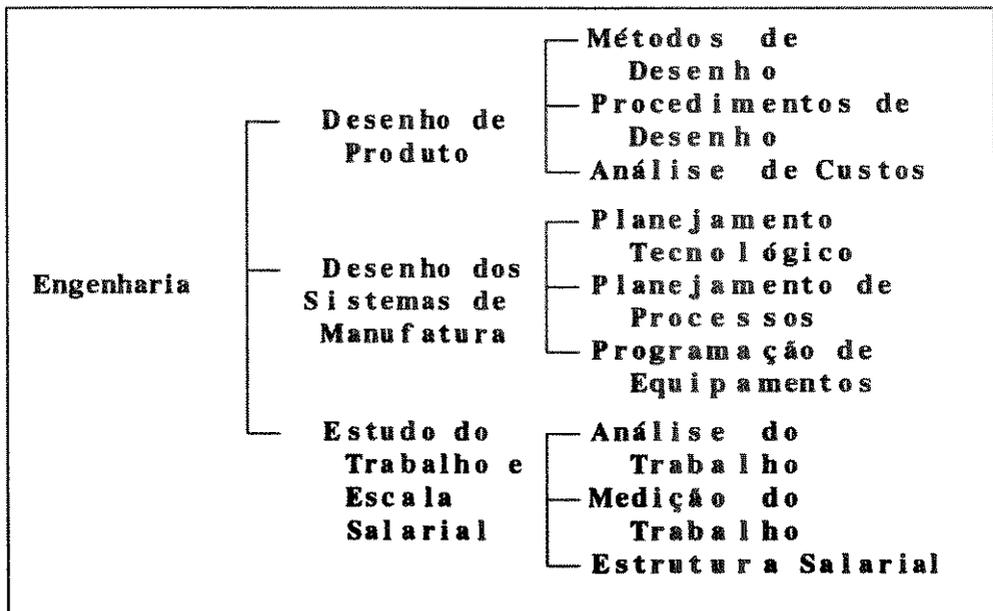


figura 2.06

É a atividade a partir da qual a fabricação se desenvolve, e quando mal resolvi-

da, o custo de modificações aumenta na medida que se avança nos estágios da vida do produto. A figura 2.07, mostra a "Lei dos Dez", a qual assume que o custo de uma mudança na engenharia incrementa dez vezes a cada estágio na vida do produto no qual a mudança é feita.

Projeto do Produto

A sistematização deste estágio na vida de um produto tem uma influência provada no custo final de fabricação (Arn, 1975). Para fazer uma análise real, tem-se que procurar influências diretas e indiretas do projeto no custo. No que diz respeito ao custo final computado, o material empregado corresponde à maior parte, com 50 % do custo do produto.

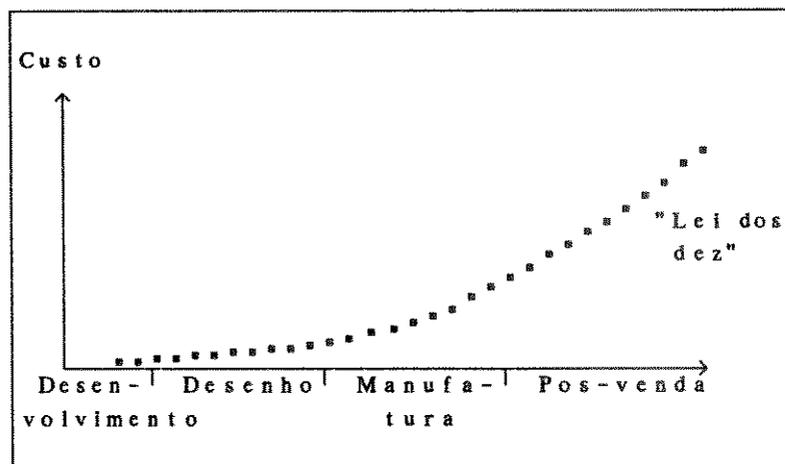


Figura 2.07 Custo das modificações no ciclo de vida

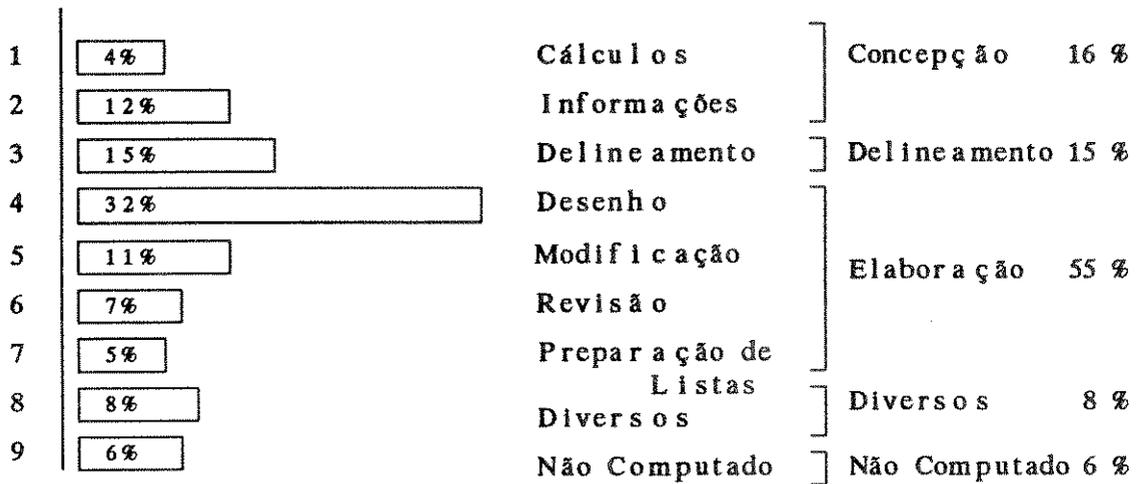
A transformação da matéria-prima em produto, ou seja a manufatura, 30 %, e o projeto, 20 %, sendo estas percentagens aproximadas, variando com a qualidade, precisão, etc.

Considerando, por outro lado, a definição do custo do produto, tem-se que 70 % deste é decidido na fase de projeto; 10 % na fase de compras e 20 % na fase de fabricação. É em razão do fator económico, que o trabalho de projeto ocupa em GT um tratamento especial.

As atividades de projeto de produto foram estudadas, e os tempos para cada

atividade mostram-se na figura 2.08 (Sério, 1990).

As influências que o projeto recebe de outras áreas da organização levam a GT a planejar interações permanentes nesse processo. Deve existir comunicação com as áreas de manuseio de material, controle de qualidade, montagem, etc. Isto é sistematizado por meio da codificação e classificação de peças, processos e máquinas.



Porcentagens de tempo empregado em atividades de projeto

Figura 2.08

O papel do projeto de peças em GT

GT pode ser utilizado numa variedade de formas para aumentar significativamente a eficiência do projeto, com bons rendimentos e melhoria na qualidade. Uma das mais rápidas melhorias que o GT produz na empresa é a redução significativa dos tempos e esforços de projeto de produtos e de fabricação. No caso de peças novas, o projeto pode ser melhorado via GT através da utilização dos conhecimentos que se tem sobre peças previamente fabricadas ou desenhadas na empresa. Esse conhecimento está na forma de planos, documentação, e qualquer outra forma de armazenagem ou comunicação de informação.

A informação armazenada em forma racional, facilita muito o trabalho do proje-

tista, pois pesquisas desenvolvidas na empresa, e aprendizagem em relação à atuação numa área do mercado, são reutilizadas facilmente pelo projetista. Uma vez que o sistema funciona normalmente aumenta rapidamente a base de conhecimento que se tem disponível. O projeto assistido por computador ajuda muito neste aspecto.

Por outra parte, o crescimento da base de conhecimento pode atingir características epidêmicas, com o que a vantagem no processo de projeto passa a ser desvantagem. Uma forma de solucionar esse problema, é o uso da estandarização de peças e processos internos à empresa. Essa estandarização em GT é desenvolvida a partir do conceito de Família de peças ou produtos. Os membros de uma família tem características similares frente a um critério definido. Isto significa que o critério depende da necessidade da empresa. Esse critério, para exemplificar, pode ser uma determinada forma, um tamanho, uma característica de processo de fabricação, ou até o peso do produto.

Para fazer uso da informação sobre produtos e processos que uma empresa tem conhecimento, tem-se que ordenar a documentação com o objetivo da reutilização. Tecnologia de Grupo propõe uma codificação como forma de armazenar os conhecimentos que se tem sobre o atuar da empresa. Nosso trabalho aborda essa codificação como condição "sine qua non" para a implantação de GT.

Quanto à forma de armazenar informação, GT não exige o uso de computador, mas de fichas ordenadas com indicações, e de planos de peças ou produtos formados por mais de uma peça. O uso de computador agiliza a busca, mas para sua implantação, é desejável ter um sistema de informações funcionando com fichas e comunicações orais ou telefônicas, já que deste modo se tem certeza da funcionalidade.

2.3 Codificação e Classificação

A codificação dentro do processo de racionalização da produção, tem um papel organizador da informação que é requerido tanto para a planificação da produção como para a formação do Lay Out da planta, assim como também para obtenção de outros parâmetros econômicos como a definição do custo.

A Codificação atinge as peças fabricadas, as operações requeridas, e o equipamento envolvido. Com isso forma-se um banco de dados para ser utilizado num programa de avaliação que tem como saída parâmetros para a administração da

Fábrica. Esta metodologia está mostrada na figura 2.09.

2.31 Confeção dos Códigos de Peças

Existem vários métodos conhecidos de codificação de peças de produção. Mitrofanov (Mitrofanov, 1960) gerou um código específico para formação de grupos. Opitz (Opitz, 1968) por sua parte, atingiu um nível de planejamento geral dentro da filosofia GT. O maior problema de Opitz, é tentar num único código, as relações entre as formações geométricas das peças. O grau de determinação desta correlação cai quando a peça é complexa. A firma Sulzer na Suíça, utilizou o código Opitz com algumas modificações, para diferenciar entre forma e operação. Com isso, obteve-se melhores resultados na solução dos problemas de racionalização para as áreas tecnológicas de projeto e fabricação.

Pela sua forma construtiva, um código pode ser projetado de três formas diferentes, Monocódigo, policódigo, e mistos. Os monocódigos, tem uma estrutura tipo árvore, onde cada dígito qualifica o dígito subsequente. Os policódigos têm independência entre dígitos, sendo que os mistos combinam os dois. No nosso estudo, foi adotado o código misto, por ter-se adaptado facilmente ao tipo de informação da indústria da alimentação estudada.

Devido às características próprias de nosso estudo numa cozinha industrial, achamos necessário separar o produto ou peça, do processo para produzi-lo, portanto nosso trabalho propõe o uso de uma codificação que as diferencie, como a utilizada na firma Sulzer, desenvolvida por E. A. Arn (Arn, 1975).

O código das peças da Sulzer tem 10 dígitos, e a formação é mostrada na figura 2.10 (Arn, 1975).

Esta codificação é conveniente para a descrição da peça, já que outras codificações, que atingem também as operações e o equipamento, geram um esforço muito grande na codificação.

O código da peça é utilizado no processo de projeto, com o fim de se ter informações de experiências anteriores na área de engenharia.

Estando a base de conhecimento instalada no que diz respeito às peças conhecidas, o processo de utilização é o seguinte:

- 1) Gera-se o código correspondente baseado na necessidade de um produto ou peça.

- 2) Com o código da peça requerida, se procura a informação na base

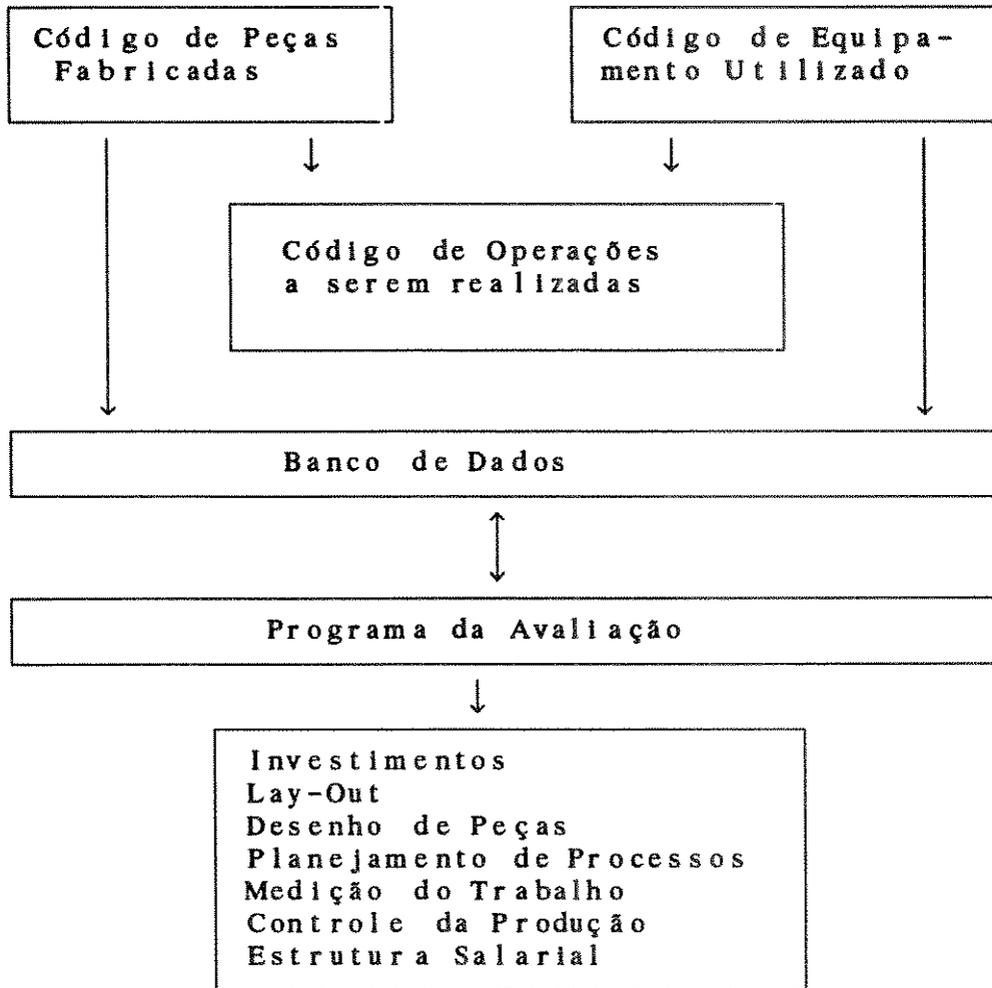
de conhecimento existente.

3) Se a peça encontrada não cobre a necessidade, procede-se uma modificação baseada na peça requerida.

A forma de trabalhar tradicional da área da engenharia, leva a projetar novamente a peça desejada sem a procura de alguma já existente. A procura de similaridade de uma peça a ser projetada sem uma sistematização da busca, torna quase impossível este trabalho. Por essa razão, é mais fácil projetar diretamente uma peça nova. A Tecnologia de Grupo, por meio da classificação, permite uma busca rápida e sistemática de uma peça de características similares. Neste estágio da apresentação, cabe destacar que na origem da GT, não se tinha em conta a capacidade imediata de aplicação da informática, e portanto a busca de similaridades pode não exigir seu uso. O que se quer dizer, é que no estágio anterior ao uso e implementação de um sistema informatizado de busca de similaridade, é desejável uma etapa de implantação da sistemática de trabalho, para depois, com eficiência comprovada do sistema, se proceder à informatização.

O código apresentado, como pode-se observar, está referido a uma produção metal- mecânica. Um exemplo de utilização deste código em outras áreas da produção se apresenta na área de alimentos, onde a fabricação está orientada à prestação de serviço em escolas, hospitais e restaurantes industriais. Neste caso a "peça" toma o nome de "porção" por ser esta a unidade de produção. É mostrado o seu código na figura 2.11.

Este código foi concebido para a geração de uma árvore de conhecimento para cada tipo principal de porção, atingindo as necessidades próprias da empresa em questão. A definição de um tipo de porção pelos ingredientes que a compõem torna-se uma tarefa difícil numa cozinha, onde as receitas são definidas unicamente pelo nome usado nessa empresa, que pode não concordar com o nome utilizado em outra empresa. Na classe gastronômica há um grau de independência grande entre os diferentes estabelecimentos produtores. Esta característica forma parte do saber próprio da empresa.



FORMAÇÃO DE BANCO DE DADOS E PROGRAMA DE AVALIAÇÃO

Figura 2.09

Forma Geométrica	1	Forma Principal
	2	Forma Secundária
	3	Rosca
Classe das Peças	4	Formado por Corte 0-4
		Não Formado por Corte 5-8
		Posição de Armado 9
Características da Usinagem	5	Externa
	6	Interna
	7	Acabado
	8	Maquinado Secundário
Classe Dimensional	9	Comprimento (Rotação) L
		Maior Dimensão A
	10	Volteo D
		Maior Dimensão (Secun.) B

FORMAÇÃO DO CODIGO DE PEÇAS DA SULZER

Figura 2.10

Neste aspecto particular, o analista pode ser tentado a modificar o atuar da organização para especificar o tipo de comida pelos componentes, ou a codificar segundo uma técnica que melhore o desempenho do planeamento, aspecto este que foi descartado neste trabalho, para evitar pontos de conflito na implantação da reorganização da produção. Este procedimento obrigaria a sobrecarregar o trabalho de processamento dos programas a serem desenvolvidos. Implica também que o código apresentado não será visível aos funcionários operadores do sistema, o mesmo não acontecendo com certas pessoas que terão acesso às formas da base de conhecimento. Estas estarão na forma de códigos ASCII, com formato acessível, pelo fato de ser o objetivo primeiro da GT, ser a integração de todas as áreas da empresa. Se a base de conhecimento estiver num código base diferente do ASCII, um trabalho futuro, realizado por outro profissional, não poderia utilizar todo o trabalho feito neste estágio.

Tipo Principal de Porção	1	Tipo principal
	2	Tipo Específico de porção
	3	Complemento de porção
Classe das porções	4	Especificação por processos globais de produção
Processos de transformação de matéria-prima	5	Processo Principal
	6	Processos Secundários
	7	
Características Alimentares (Composição percentual)	8	Conteúdo de Protídios
	9	Conteúdo de Glicídios
	10	Conteúdo de Lipídios

Estrutura de Códigos de porções

Figura 2.11

2.32 Código de operação

Um código de operação como o da peça é utilizado no processo de projeto, com o fim de dispôr trabalhos anteriormente realizados na área de engenharia. Da mesma forma que o código da peça, o processo de utilização é o seguinte:

- 1) Com a necessidade de uma operação, gera-se o código correspondente baseado na especificação.
- 2) Com o código da operação requerida, se procura a informação na base de conhecimento disponível.
- 3) Se a operação achada não cumpre com a necessidade procurada, se modifica até cumprir o requerimento.

A forma de trabalhar tradicional da área da engenharia, leva a projetar novamente a operação desejada, sem a procura de projetos anteriores similares. Com o uso de uma técnica como Tecnologia de Grupo, uma simples tarefa de codifi-

cação, podendo ou não ser assistida por computador, permite acesso a trabalhos anteriores.

Na figura 2.12 mostra-se o esquema do código de operação utilizado na Sulzer¹, o qual tem cinco dígitos.

O primeiro dígito, representa a especificação mais abrangente com a qual um processo pode ser identificado. Do ponto de vista de uma estrutura de conhecimento, é a base da árvore que especifica as atividades que podem ser feitas no estabelecimento.

O segundo e o terceiro dígito, são correlativos ao primeiro, e trazem maior informação sobre a classe de processo. A informação total tem estrutura de árvore de três níveis principais.

Como exemplo, mostra-se as estruturas do primeiro e segundo dígito, para as duas primeiras classes de usinado, nas figuras 2.13, e 2.14.

As estruturas de códigos dependem da informação mínima necessária no momento de ser utilizado o código. Os processos de fabricação metalúrgicos, possuem uma ampla gama de atividades, e envolvem uma quantidade de maquinaria que exige a especificação apresentada acima. No caso da cozinha industrial consideramos que as necessidades de informação em processos não requerem mais de três dígitos, como é mostrado na figura 4.10, pois todas as operações até o momento analisadas assim o demonstram.

O primeiro dígito, então, representa a classe de usinado isto é operações que por si só definem uma atividade. Existem internamente no primeiro dígito, operações que podem ser agrupadas por alguma característica em comum como as que tem aplicação de calor, ou as operações de pre-preparo de matéria-prima, (como são as de lavar, descascar, cortar, etc).

O segundo dígito representa uma especificação mais precisa da classe de processo. São mostrados na figura 4.11, 4.12 e 4.13, três exemplos do segundo dígito para os processos de Ferver, Assar no forno, e trabalhos manuais.

1

1º Dígito Classe de Usinado		2º Dígito Tipo de Usinado	3º Dígito Processos Usinado	4º Dig. 5º Dig. Classes Dimensionais	
0	Ussin Rotaç	Dependen- te do pri- meiro dígito escolhido	Dependen- te do se- gundo dí- gito escolhido	D i m e n s s ã o m a i o r d a P e c c a	V o l t e i o
1	Retif icado				
2	Perfurado				
3	Trab Manual				
4	Trat Superf				
5	Inspeção				
6	Trat Term				
7	P sem corte				
8	Soldagem				
9	Fundição				
				com- plimen- to à rotaçao	D i m e n s s ã o m a i o r s e c u n d á r i a
				A	L
				B	D

Formação do código de operação

Figura 2.12

1ro Dígito Classe de Usinado		2do Dígito Tipo de Usinado
0	Usinagem de Rotação	0 Usin Autom sem Rosca
1	Modelagem por Corte	1 Usin sem Rosca
2	Perfurado	2 Debastado
3	Trabalho Manual	3 Roscado
4	Tratamento Superfic	4 Usin Aut Com Rosca
5	Inspeção	5 Usin com Rosca
6	Tratamento Térmico	6 Talhado de Engrenag
7	Processam. sem Corte	7 Vacante
8	Soldagem	8 Vacante
9	Fundição	9 Vacante

Exemplo dos dois primeiros dígitos do código de operação da Sulzer

Figura 2.13

O terceiro dígito, por sua vez, possui características particulares para cada uma das classes de processos. Esta característica foi observada também no código da Sulzer, por ter dimensões para elementos de rotação, e assimétricos

por separado. Essa diferenciação foi ampliada por nós para cada uma das classes de processos.

1º Dígito Classe de Maquinado			2º Dígito Tipo de Maquinado	
0	Usinagem de Rotação	←	0	Fresado
1	Modelagem por Corte		1	Ranhurado
2	Perfurado		2	Debastado
3	Trabalho Manual		3	Encaixado
4	Tratamento Superfíc		4	Corte por Acetileno
5	Inspeção		5	Serrado
6	Tratamento Térmico		6	Usi não Convencionais
7	Processam. sem Corte		7	Vacante
8	Soldagem		8	Vacante
9	Fundição		9	Vacante

Exemplo dos dois primeiros dígitos do código de operação da Sulzer

Figura 2.14

A informação suplementar necessária para definir unívocamente a operação, além das apresentadas, é a dimensão do material a ser processado. No caso da cozinha, este é de grande importância, já que uma mesma porção pode ser processada de diferentes formas, dependendo a quantidade de matéria-prima envolvida. Para citar um exemplo, o processamento de macarrões com molho de tomate para 200 pessoas, pode ser feito em panelas esquentadas em fogões, sendo que o molho pode ser preparado manualmente. Se os porcionários superam os mil, já não resulta prático nem económico, realizar o cozimento em panelas comuns, requerendo panelas de maior capacidade como são as de banho de vapor. O processamento do molho, pode precisar agora de máquinas para cortar, descascar e moer.

A informação necessária, com respeito à matéria-prima a ser processada, está contida num código suplementar da peça. Este código, junto ao código de operação, conterà posteriormente as informações que gerarão o planejamento da produção. Por esta razão, o código suplementar da peça, poderia formar parte do código da operação. Na empresa Sulzer, o código tem 5 dígitos. O primeiro, representa a dimensão grosseira com a qual a matéria-prima chega à produção. O

segundo, o peso do material . O terceiro as características operacionais do processo de transformação. O quarto, o material que será processado, e o quinto, a forma inicial da matéria-prima. Este código é mostrado na figura 2.15.

1º Dígito		2º Dígito		3º Dígito		4º Dígito		5º Dígito			
Dim. Groseira			Peso		Caracterí Operacionais		Material		Forma inic. da Matéria-prim		
L(A)	D(B)										
100	100	0	< 2 Kg	0	Cte barato	0	A ç o s %C	<5	Sem Trat	0	Fundidos
	400	1	>2 <20 Kg	1	Cte div Co	1		>5	Com Trat	1	Forjados
400	100	2	>20 <200	2	Cte/no Cte	2	o s %C		Sem Trat	2	Barras
	400	3	>200 <750	3	Cte e junç	3			Com Trat	3	Tubos
	1000	4	>750<2.5T	4	2 e 3 jtos	4			Fº Fund S/A	4	Lingotes
1000	400	5	>2.5 < 5T	5	N/Cte oper	5	Liga Fº Fund	5	Chapa <12 ^m		
	1000	6	>5 <10 T	6	Estamp e j	6	Cu e Ligas	6	Chapas >12 ^m		
1600	1000	7	>10 <25 T	7	Junção	7	Al e Ligas	7	Peças est		
	1600	8	>25 <40 T	8	Montagem	8	Outros	8	Outros		
> 1600		9	> 40 T	9	Outros	9	Div Materiais	9	Div Forma		

Formação do código suplementar para peça na Sulzer
 Figura 2.15

2.33 Código de equipamento

O termo equipamento no sentido amplo, é apresentado com a finalidade de abranger todos os equipamentos, não só os que tem a ver com a produção. Dentro do espectro equipamentos, estão incluídos os de produção e distribuição de energia, os de testes e medição, os transportadores de materiais, as instalações de estocagem, os equipamentos produtivos, e até os de administração. A codificação dos equipamentos tem utilidades diversas, como a planificação do "Lay-Out", planejamento da manutenção, e até a avaliação do capital passivo da empresa.

Como foi dito anteriormente, todas as atividades de planejamento devem procurar como objetivo primeiro, a integração das diferentes atividades da em-

presa, não só as produtivas. Por isso é que os dados da codificação, tanto dos equipamentos como os de operações e peças em geral, devem estar preparados para ser utilizados a partir de qualquer área da empresa, em particular a partir das áreas administrativas. Portanto a estrutura do código deve ser transparente. A estrutura do código dos equipamentos de produção utilizada na firma Sulzer¹, é mostrada na figura 2.16.

Este código possui um suplemento utilizado no planejamento do "Lay-out" e investimentos, representando o análogo do código suplementar de peças. A representação do código suplementar de equipamento, está mostrado nas figuras 2.18a e 2.18b.

No código de equipamentos da Sulzer, na sua parte principal, obtém-se todas as informações relacionadas com a capacidade de produzir de uma máquina, sendo que na parte suplementar, tem-se informações que são usadas principalmente, no planejamento do "Lay-out".

Para a obtenção do código de equipamentos, tem-se como primeira informação, o catálogo da máquina. Para cada tipo de máquina, um formalismo particular, é necessário. Para explicar isto, vamos recorrer a um exemplo. A Classe rotacional, tem tipos de máquinas diferentes das encontradas na Classe Fresa. No primeiro caso, tornos de diferentes tipos são classificados, sendo que a classe Fresa possui máquinas com capacidade de remover cavaco com movimentos lineares. A figura 2.16 ilustra o exemplificado. Este tipo de representação de códigos, com conhecimento em árvore, são de representação simples em inteligência artificial.

Na cozinha industrial, a parte principal do código de equipamento possui 3 dígitos. O primeiro classifica de acordo a sua função ou característica principal. Assim os equipamentos que são utilizados para lavar tem o primeiro dígito L, onde estão incluídos os equipamentos para limpeza do local e da matéria-prima.

1

E.A. Arn, Group Technology

1º Dígito Classe de Máquina	2º Dígito Tipo de Máquina	3º Dígito Especificação da Máquina	4º Dígito Grau de Automação	
0	Rotacional	Autom. p/Barra	Torno Autom. c/ Placa um Fuso	Controle Manual
1	Fresa	Autom. c/Placa	c/ Diversas Fe- rram. um Fuso	Controle Manual Mecânico
2	Furação	Torno Revólver	Torno copiador c/placa um Fuso	Diversas Ferram Troca Automat.
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Códigos para equipamentos : Máquinas operatrizes

Figura 2.16

O primeiro dígito C, representa os equipamentos que utilizam calor, como os fornos, autoclave, fritadeiras, etc.

No segundo dígito tipifica-se o equipamento por o seu nome em forma direta. A diferença de um dígito com a codificação da Sulzer, origina-senas necessidades de uma e outra empresa. Na cozinha industrial, o número de equipamentos diferentes é menor que no caso de uma empresa metalúrgica. Além disso, há uma diferença fundamental entre um código e outro pela utilização de letras no lugar de números. As possibilidades desta codificação, com dois dígitos utilizando letras, é de $26 \times 26 = 676$, número que supera amplamente as necessidades da industria tratada. Até hoje, no primeiro dígito só são usadas 7 letras.

A utilização de letras, parte do fato de haver uma grande facilidade processamento numa linguagem lógica de programação, como é o PROLOG. O código do equipamento tratado está mostrado na figura 2.17.

Os códigos suplementares dos equipamentos, são utilizados em atividades complementares da planificação da produção, como são as de formação do "Lay-Out", projeto de instalações de força motriz, planejamento financeiro, etc.

Classe de Equipamento	Tipo de Equipamento	Grau de Automação
Com emissão de Calor C	Forno O	Controle Manual A
	Fritadeiras F	
	Panela de Vapor V	
	Fornalha A	
de Pré-preparo E	Descascadora K	Controle de Temperatura
	Cutter C	
	Moinho M	Térmico B Elétrico C
	Amaciadora (Carne) A	
de Lavagem L	Pia B	Controle de Posição
	Balde A	
	Basoura E	
	Escova C	
de Conservação G	Câmara Frigor. G	Aberto D Fechado E
	Freezer F	
	Conservadora C	Controle de Tempo
	Vasilhame Plást. P	
Utensílios U	Faca C	Manual F
	Tábua T	
	Panela P	
	Concha O	
de Transporte T	Containers C	Mecânico G
	Carrinho Z	
	Esteira T	
	Caixa Plástico P	
de Pós-preparo O	Engarrafadora B	Elétrico H
	Maq. Encher Containers L	
	Envasadora E	

Código de Equipamento: 1º, 2º e 3º Dígito (Exemplos)
Figura 2.17

As informações contidas são as dimensões do equipamento em planta, (figura 2.18a), a potência requerida do equipamento, o preço e o ano de entrega (figura 2.18b). Os dados contidos no código suplementar, não possuem características próprias da empresa metalúrgica, e sim de equipamentos que, em geral ocupam espaço físico, utilizam energia e tem preço de aquisição ou construção. Portanto este suplemento é comum as duas empresas, metalúrgica e de produção alimentar.

D(B) (mm) ↑	>4000 z	Z																									
	4000 y	U																								Y	
	3000 x	U																								Y	
	2500 w	Q																				T		X			
	2000 v	Q																				T		X			
	1600 u	K														P				T		X					
	1200 t	K														P				T		X					
	1000 s	K														P				T		X					
	800 r	E						J						O				S		W							
	630 q	E						J						O				S		W							
	500 p	E						J						O				S		W							
	400 o	D						I						N				R		V							
	320 n	D						I						N				R		V							
	250 m	D						I						N				R		V							
	200 l	C						H						M				R		V							
	160 k	C						H						M				R		V							
	120 j	C						H						M				R		V							
	100 i	C						H						M				R		V							
	80 h	B						G						L				R		V							
	63 g	B						G						L				R		V							
	50 f	B						G						L				R		V							
	40 e	B						G						L				R		V							
	32 d	A						F						L				R		V							
	25 c	A						F						L				R		V							
	20 b	A						F						L				R		V							
	16 a	A						F						L				R		V							
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	
	1	2	2	3	4	5	6	8	1	1	1	2	2	3	4	5	6	8	1	1	1	2	2	3	4	>	
	6	0	5	2	0	0	3	0	0	2	6	0	5	2	0	0	3	0	0	2	6	0	5	0	0	4	
								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
																										0	

→ L(A) (mm)
 Código Suplementar de Equipamentos: 1º Dígito
 (Dimensões das máquinas em planta)

Figura 2.18 a

	2º Dígito	3º Dígito	4º e 5º Dígito
	Potência da Máquina Kw	Preço US\$	Ano de Entrega
A	1.6	10^3 x 1.6	2 Dígitos
B	2	2	
C	2.5	2.5	
D	3.2	4	
E	4	6.3	
F	5	10	
G	6.3	16	
H	8	25	
I	10	40	
J	12	63	
K	16	100	
L	20	160	
M	25	250	
N	32	400	
O	40	630	
P	50	10^6 x 1	
Q	63	1.6	
R	80	2.5	
S	100	4	
T	120	6.3	
U	160	10	
V	200	16	
W	250	25	
X	320	40	
Y	400	63	
Z	> 400	> 63	

Código Suplementar de Equipamentos: 2º 3º e 4º Dígito

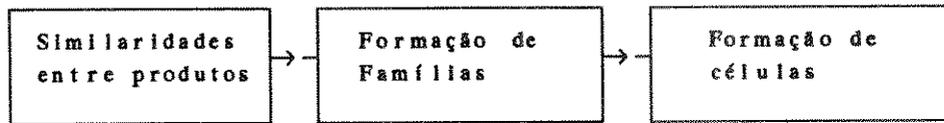
Figura 2.18 b

2.4 Similaridades entre produtos

Como já foi dito na seção 2.31, os códigos de peças, operações e equipamentos, formam a base de conhecimento do sistema produtivo, sobre a qual vai-se processar informação, ou um programa de avaliação. Nosso objetivo neste trabalho é a procura de similaridades entre produtos, como foi estabelecido no capítulo 1. A procura de similaridades, leva-nos sem dúvida, ao conceito de formação de

famílias. A formação de famílias de produtos, leva-nos por sua vez, à geração de grupos de trabalho para processamento de tais famílias, o que implica em formar células de fabricação, como mostra a figura 2.19.

O conceito de célula já foi tratado neste capítulo. Vamos introduzir nesta parte do trabalho, as etapas prévias à formação da célula, partindo dos códigos anteriormente apresentados.



Processo de utilização das Similaridades entre Produtos

Figura 2.19

Quando se tem uma grande quantidade de peças diferentes a serem produzidas, (como é no caso da cozinha industrial) resulta imperativo a procura de similaridades por meio de códigos de produtos. Estes códigos são utilizados basicamente na reutilização dos desenhos, e padronização de produtos semelhantes, com a consequente formação de famílias de peças e grupos de máquinas.

Os códigos, em geral, têm um objetivo para os quais são planejados, sendo que no caso estudado, os processos de fabricação foram tomados como elemento definatório. As formas geométricas dos produtos, podem constituir-se como elemento de identificação, mas no caso de comidas, este procedimento carece de sentido. Poderia estar orientados para o produto final, como a refeição, de forma de ser todos os componentes produzidos, parte da refeição, mais essa possibilidade foi também desprezada, pelo fato da empresa produzir alimentos que não conformam refeições, sendo simplesmente matérias-primas transformadas nas instalações que são armazenadas para uma posterior utilização, ou venda como produto semi-elaborado, como no caso de tomate moído em conserva, ou alguns doces de frutas.

O conceito de componente composto, é o de uma peça ou produto idealizado, que possui a maioria das características do grupo que representa. Se a característica principal da codificação, for a geométrica, esse componente terá as formas possíveis do grupo. Se a característica principal da codificação, for o processo de fabricação, o componente composto requererá todos os processos de fabricação que a família que representa, precisa. Esse componente, na realidade

pode não existir mas, no que concerne a procura de similaridades, éle agiliza a busca.

A utilização do código de similaridade, para a formação de famílias de produtos, requer uma estratégia, que depende exclusivamente do sistema de produção tratado. Um estudo minucioso deve ser feito, na procura das características a serem levadas em conta para a obtenção sistemática de parâmetros para a administração do sistema produtivo. Este estudo, requer o conhecimento da produção detalhadamente, com o conseguinte tempo para amadurecimento dos conceitos. Portanto nesta etapa do trabalho, a procura da estratégia de formação de famílias, na cozinha industrial, fica fora de nosso estudo.

Formação do código de similaridade

A procura da similaridade é um processo por etapas, onde cada passo condiciona totalmente o seguinte. O primeiro processo de seleção, tem a ver com a forma da peça, (na cozinha é a classe da porção), onde a empresa Sulzer utilizou dois dígitos (Arn, 1975). Um segundo processo, seleciona por material, enquanto no terceiro a maquinaria utilizada é escolhida. O quarto campo de busca é o dimensional. Essa estrutura é mostrada na figura 2.20.

No campo da forma no código da Sulzer, tem-se em consideração a sua característica frente ao tipo processo para a sua obtenção, (que determina a forma), junto ao tipo secundário da forma. No campo dos materiais, estão os aços, com o sem tratamento térmico, as ligas de cobre e alumínio, e outros. No campo dos equipamentos utilizados, uma agrupação por sequências de processos é realizada. No caso da cozinha industrial, existe uma agrupação natural pelo tipo de matéria-prima, já que por exemplo, as carnes requerem limpeza e cozido, sendo que os vegetais de folha, tem a lavado, desinfetado e cortado, se não foram cozidos. Quanto ao campo dimensional, ele esta ligado diretamente aos dois primeiros dígitos, e a sua composição dimensiona cada um deles.

Forma	Material	Equipamento	Dimensão
XX	X	XX	XX

Código de Similaridades da Sulzer

Figura 2.20

No estudo por nós realizado, achamos conveniente a tipificação das características alimentares da porção, pelo fato de ter influência direta sobre as substituições. No capítulo 4 as similaridades entre porções será estudada.

CAPÍTULO 3

INTRODUÇÃO À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

CAPÍTULO 3

...quem nunca curtiu uma paixão
nunca vai ter nada não...

Vinicius de Moraes

3.1 Introdução

Ainda até o momento da apresentação desta dissertação, a Inteligência Artificial é uma área de estudo conflitiva. De acordo à área de trabalho de aplicação desta dissertação, temos achado que a definição mais próxima a nossas necessidades, é a que segui.

Inteligência Artificial é uma ciência que concerne à criação de máquinas que são capazes de realizar tarefas normalmente executadas por homens.(Fox, 1987).

Ainda quando linguagens como FORTRAN e COBOL estavam sendo definidas na Carneige- Mellon University, no MIT, já se pesquisava como simular num computador a forma pela qual o homem resolvia problemas. Alguns dos primeiros programas daquele tempo são encontrados no livro "Principles Mathematics", de Whithead e Russell, (Newell & Simon, 1956). Problemas como xadrez, demonstração matemática e identificação de imagens começaram a serem tratados.

A inteligência artificial, teve a sua primeira linguagem de pesquisa, por volta de 1960, quando no Instituto Tecnológico de Massachusets MIT, foi criado o LISP, por John McCarthy. O termo inteligência artificial, é creditado a Marvin Minsky, também do MIT, quem em 1961 escreveu um artigo intitulado "Steps towards Artificial Inteligence" (The Institute of Radio Engineers Proceedings 49, Jan.,

1961). O primeiro programa a jogar xadrez, que utilizou inteligência artificial, surgiu na década de sessenta. Em 1964, o ELIZA, escrito por Joseph Weizenbaum do MIT, agia como um psicanalista rogeriano, no qual o computador atuava passivamente, geralmente repetindo as próprias observações assinaladas pelo paciente. Devido ao clima imperante na época, no qual dominava o avanço da automação, se acreditou que os computadores poderiam pensar como os seres humanos, mas o tempo demonstrou a distância existente entre os pequenos sucessos citados e um programa verdadeiramente flexível e inteligente.

Os programadores buscavam aumentar a generalidade dos programas, mas a memória era rapidamente saturada, ou o tempo de execução tornava-se muito grande (Schildt, 1989).

Na atualidade, os programas que utilizam Inteligência Artificial, restringem sua atuação a um campo de conhecimento específico. Daí surgiram os sistemas baseados em conhecimento, que atuam sobre um conhecimento extraído das experiências que um especialista tem de uma determinada área. Outras atividades em que a inteligência Artificial tem atuação, são a comunicação entre computadores e o homem em diversas línguas, a inferência de conhecimento sobre grandes quantidades de informação e o planejamento de atividades com objetivos definidos. Além destas, a identificação de corpos através de câmeras, ou a modificação do meio físico que rodeia o computador (Robótica), formam a ampla gama de possibilidades hoje exploradas pela inteligência artificial.

A utilização de um sistema baseado em conhecimento, permite tomada de decisões rápidas, e com comportamento predizível. A sua utilização em nosso caso de cozinha industrial, foi visada inicialmente devido às grandes variações de trabalho administrativo surgidas na apresentação de licitações ou abertura de contratos imprevistos. Posteriormente, a partir de entrevistas realizadas, foi observada a necessidade de tomadas de decisões diárias, com o objetivo de otimizar a utilização dos equipamentos e mão de obra. A presença de um sistema de informações flexíveis, foi requerida pelos encarregados das tarefas administrativas em questão, (em particular pela dietista). A justificativa desta demanda foi a falta de tempo para realizar as pesquisas internas na área de preparação de comidas, necessárias para o aumento da qualidade e da segurança no trabalho. A implantação do sistema baseado em conhecimento, por outro lado, requereria na empresa em questão, um estudo da sua organização e funcionamento, assim como também a avaliação da maioria dos parâmetros de tempos e metodologias de traba-

lho de produção. No entanto foi observada uma total desinformação das metodologias de avaliação de produtividade do aparelho produtivo. A aplicação destas metodologias na empresa demandaria um tempo muito superior ao disponível para este trabalho. Por esta razão o sistema desenvolvido, embora tenha sido concebido para futuras aplicações em planejamento de tarefas, limita-se por ora ao problema de planejamento de dietas. No apêndice A é apresentada uma descrição de uma metodologia para estudo dos tempos de produção.

3.2 Conceitos Gerais

Um sistema baseado em conhecimento, é um programa que utiliza conhecimento de alguma área específica, para inferir conclusões a partir de dados circunstanciais. A inferência constitui-se num processo de busca de informação, tendo como conclusão a emissão de uma afirmação sobre o assunto. Assim, um sistema baseado em regras faz perguntas até encontrar informação suficiente que o leve a respostas.

Um sistema baseado em conhecimento (SBC), está composto do conhecimento propriamente dito armazenado de alguma forma (base de conhecimento), e um procedimento que analisa dados e conhecimentos, ou máquina de inferência. A base de conhecimento é por sua vez formada por duas partes: o conhecimento circunstancial, ou seja dados sobre o sistema, chamada "base de fatos" e o conhecimento específico do assunto, expresso na forma de regras de tratamento da informação, chamada de "base de regras". Na cozinha industrial a base de fatos poderia estar composta de dados como o número de clientes de um determinado dia, a estação do ano, ou a composição da refeição, sendo que as regras poderiam ser que para determinada estação do ano as batatas são caras e deve se tentar substituí-la, ou que para determinado número de porções de macarrões, o fervido deve ser realizado na panela de vapor.

A escolha da forma de armazenar conhecimento, e por conseguinte o seu procedimento de inferência, depende da aplicação. Uma análise sobre o tipo de informações que o sistema deverá manejar, tem que ser realizada pelo engenheiro de conhecimento.

Se queremos que a máquina atue de forma inteligente, devemos ajudá-la.

Temos que dar-lhe todos os conhecimentos que ela não tem. Isto gera um grande problema na obtenção das informações que aparentemente são óbvias. Se utilizarmos um exemplo da cozinha industrial por nós estudada, poderíamos dizer que é óbvio que as batatas devem ser descascadas, e logo lavadas, conhecimento que a máquina está longe de conhecer.

Para construir uma base de conhecimento, é preciso determinar o objetivo do sistema. Logo, dividir o problema em partes constituintes, e desenvolver as partes para chegar ao total. O trabalho a desenvolver em tecnologia de grupo, procura um planejamento das atividades de uma empresa, com uma visão sistêmica. Partindo dos produtos a serem fabricados, os processos envolvidos, e a maquinaria disponível, obtém-se dados do planejamento da produção, investimentos, distribuição de máquinas, até a estrutura salarial.

A tecnologia de grupo é uma técnica de organização industrial, amplamente provada no mundo inteiro. Por esta razão ela foi utilizada para garantir o sucesso do objetivo estabelecido dentro da empresa. O sistema baseado em conhecimento foi implementado de forma de reproduzir a estrutura de informação/codificação existente na tecnologia de grupo para Produto, Processo e Equipamento. Isto foi possível graças ao caráter sistêmico da GT.

Este fato em combinação com a consideração de que a tecnologia de grupo visa em última análise o planejamento da produção nos permite afirmar que o sistema ora desenvolvido poderá ser utilizado no planejamento de tarefas de uma cozinha industrial, bastando para isto a formação de uma base de conhecimento adequada.

3.3 Aquisição de conhecimento

Quando um sistema de visão computarizada interpreta uma cena, é beneficiado se tem conhecimento sobre as coisas que está "vendo". Se o sistema é de diagnose médico, precisa "saber" sobre doenças. As duas formas de conhecimento, são de diferente natureza, portanto requerem diferente representação. Segundo Brachman e Levesque (Brachman, 1985), "tem-se fazer a representação simplesmente escrevendo-a, em alguma língua ou meio de comunicação, desenhos, descrições, correspondente a alguma forma ou estado significativo do universo".

Contrastando com base de dados tradicionais, a Inteligência Artificial

requer uma base de conhecimento com diversos tipos de conhecimento. Pode incluir conhecimento sobre objetos, processos, e aspectos difíceis de representar como motivação, objetivos, causalidade, tempo, ações, etc.

Devido à abrangência destes conceitos, é preciso formular perguntas para guiar a representação:

Como estruturamos um certo conhecimento numa base de conhecimento?

Como codificamos regras para manipular conhecimentos "implícitos" dentro da base de conhecimentos?

Como realizamos a inferência de conhecimento e como controlamos essas inferências?

Como especificamos a semântica da base de conhecimento?

Que fazemos com o conhecimento incompleto?

Como extrair o conhecimento necessário para formar a base?

Como vamos criar novo conhecimento ao longo do tempo, e como vamos atualizar a base de conhecimento?

Para o estudo por nós iniciado, é importante a forma de organizar a informação, que a tecnologia de grupo propõe. A codificação atinge os três aspectos que formam a produção, a saber, o produto, as operações para obtê-lo, e os equipamentos onde fazê-lo. As operações de tratamento desta informação, estão também estabelecidas na tecnologia de grupo. A semântica do armazenamento da informação, está clara e amplamente definida.

Os códigos das porções são de relativa facilidade de obtenção, por ser informação obtida da observação, da procura de arquivos internos e de entrevistas realizadas com especialistas na área.

A obtenção dos códigos das operações, deve ser obtida, neste caso especial, de entrevistas e de um estudo exaustivo, pelo fato de não existirem, na empresa,

metodologias de obtenção de métodos nem tempos, precisas. Esta característica, torna necessária a realização de um projeto a médio prazo, para a organização desta informação.

A obtenção das informações necessárias do equipamento, se realiza com a procura de catálogos, e com a consulta do pessoal que opera e mantém.

Quanto às ligações e relações entre códigos, a tecnologia de grupo, e as metodologias próprias do ramo alimentar, marcam o caminho.

A obtenção dos conhecimentos implícitos requer uma disciplina por parte do engenheiro de conhecimento, e constitui uma das bases do sucesso do projeto. A objetividade do atuar, é neste caso essencial.

Existe um aspecto importante observado na fase de entrevistas, que se relaciona com o papel e o lugar que cabe ao engenheiro de conhecimento. As entrevistas constituem uma ferramenta fundamental para a obtenção do conhecimento, sendo os trabalhadores da empresa em questão, os principais envolvidos. A obtenção do conhecimento, então, depende da predisposição dessas pessoas. A nossa experiência nos levou à procura de informações com empresas de consultoria externa em organização. Um trabalho que achamos importante nesta área, foi o de Aldo Schlemenson (Schlemenson, 1988), no qual estuda-se o papel do analista na empresa, sendo que a orientação aplicativa deste trabalho, são os problemas organizacionais com o grupo humano. O trabalho de aquisição de conhecimento, deve estar baseado numa estrutura de projeto de mudança da empresa, dentro do qual, devem ter seu lugar os trabalhadores envolvidos. Sem uma posição clara do engenheiro de conhecimento, o trabalhador especialista numa área determinada, fechará os caminhos de pesquisa. A nossa experiência neste trabalho, levou-nos à procura de uma posição clara dentro da empresa. O fato de ser profissional externo, sem relação de dependência direta com o dono da empresa, gerou uma desconfiança nos trabalhadores quanto à imparcialidade e ao caráter confidencial das informações por nós recolhidas. Esta situação só foi atenuada com uma entrevista para a clarificação de nosso papel. Por parte dos diretores da empresa, que não eram os donos, a situação inicial de desconhecimento dos objetivos, gerou, também uma resistência ao diálogo, percebido por nós pela indisposição permanente à concretização de entrevistas informativas.

Consideramos, então, que a tarefa de procura de informações dentro da empresa, para a formação de uma base de conhecimento, deve estar fundada num contrato de consultoria externa, com prazos pre-determinados, honorários defini-

dos, e objetivos claros e transparentes, que posicionem unívoca e imparcialmente o engenheiro, sob o risco de fracasso do projeto de implantação do sistema. Dentro desse contrato, a que deve ter acesso o pessoal especializado envolvido, deve constar o objetivo final do trabalho, de acordo com planos traçados em conjunto. (Schlemenson, 1988), (Elliot, 1965).

A integração das diferentes áreas administrativas e operativas da empresa, forma a ferramenta mais poderosa para a obtenção de flexibilidade produtiva, razão pela qual a clareza de objetivos, cria o ambiente propício para esses fins.

O engenheiro de conhecimento deve, segundo nossa experiência, adotar uma postura clara com respeito a seu papel frente aos trabalhadores que constituem sua fonte de informação. Este aspecto deve ser considerado desde a formulação do contrato de consultoria. Esta posição se aproxima da de Rosenbrock que afirma que o engenheiro deve formular de maneira clara e com considerações éticas, sua postura frente ao trabalhador (Rosenbrock, 1981).

3.4 Representação de conhecimento (Kusiak, 1990)

O domínio do conhecimento sobre o qual um SBC atua, tem tipicamente muitas formas como termos específicos, descrições de objetos individuais, classes de objetos e suas relações, e critérios para tomada de decisões. Vamos ver, agora, alguns dos principais tipos de representações de conhecimento.

Lógica de primeira ordem

A lógica de primeira ordem, trata a relação existente entre premissas e conclusões. Não avalia a verdade, falsidade ou aceitabilidade de sentenças individuais, mas a relação entre premissas e conclusões. A lógica de primeira ordem pode ser utilizada na representação de conhecimento através de uma linguagem como PROLOG (Bratko, 1986), (Rowe, 1988). Nesta linguagem uma propriedade de uma entidade ou uma relação entre duas ou mais entidades (predicados) são chama-

das de cláusulas. No caso da cozinha, exemplos de cláusulas são:

`caracter(milanesa,proteica)`. (A milanesa tem caracter proteico)

`caracter(pure_de_batatas,glicidica)`. (O purê tem caracter glicídico)

Estas cláusulas representam afirmações sobre as características alimentares das porções nomeadas. Isoladamente, uma cláusula não tem sentido. No entanto, num programa completo em PROLOG, uma cláusula faz parte de um contexto definido por outras cláusulas. As relações lógicas entre cláusulas podem ser expressas através da cláusula de Horn, exemplificada a seguir:

`precisa(panela_de_pressao):-`

`porcionarios('maior que 1000'),`
`operacao(fervido).`

Esta cláusula representa que quando os porcionarios são em número superior a 1000 pessoas, e a operação é de fervido, as panelas de pressão devem ser utilizadas.

Do ponto de vista procedural (em PROLOG), a chamada da clausula `precisa(panela_de_pressao)`, leva o processamento à chamada de outras cláusulas, como "porcionarios" e "operacao".

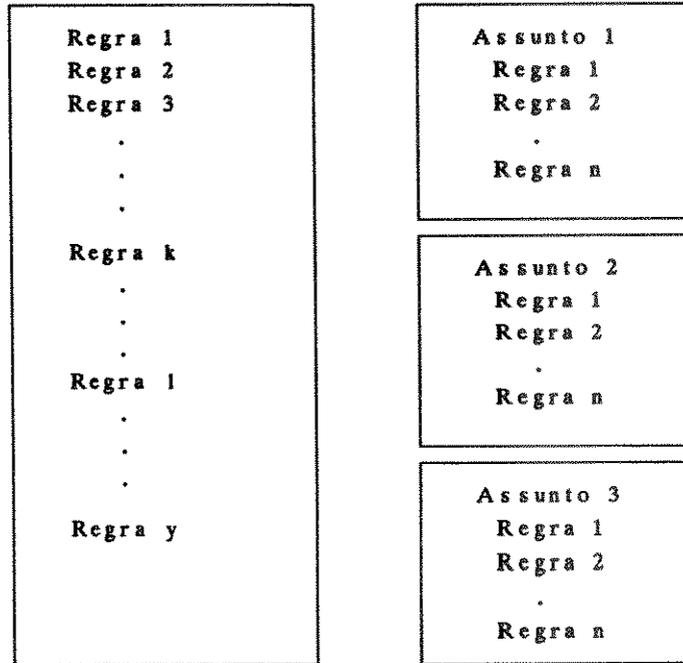
Quando uma cláusula é chamada, se inicia uma busca da existência ou não da cláusula. Vai-se procurar saber, por exemplo, se os porcionários são em número superior a 1000, para isso vai ser consultada a base de fatos, que no caso da cozinha industrial, deverá ser um dado ingressado diariamente, ou por planejamento anterior. Quanto à operação, a busca vai ser realizada na base de conhecimento, de modo a verificar se a operação "fervido" faz parte do processamento em questão. Se ambas as buscas resultarem positivas conclui-se que a cláusula: `precisa(panela_de_pressao)` é verdadeira.

Regras de produção.

É a forma mais frequente de representação em sistemas baseados em conhecimento. Constitui-se na forma unitária de conhecimento sobre um assunto. É utilizada para gerar uma conclusão a partir de uma ou várias premissas. Está formada então, por premissas e uma conclusão. A conclusão é verdadeira se as premissas em conjunto são verdadeiras. Tem a forma mostrada na figura 3.04

Pelo fato de não ser um sistema estruturado, tem uma série de desvantagens. Uma delas, é o tempo de processamento, quando é preciso a verificação de um grande número de regras. Para melhorar seu desempenho, é preciso uma disciplina de estruturação das regras. Uma forma de realizar este tipo de estruturação, está na divisão do domínio de trabalho da máquina de inferência. A figura 3.01 mostra a diferença entre uma estrutura de regras e um sistema sem estrutura.

No caso estudado, dependendo do contexto em que a máquina de inferência está trabalhando, a busca é restrita ao conhecimento pertinente, sem realizar uma procura numa base de conhecimento de grande número de regras. Os assuntos também podem ser organizados em estrutura de árvore, se a aplicação assim o requerer.



Diferença entre Base de Regras Estruturada e não Estruturada

Figura 3.01

Frames

Os "Frames" foram introduzidos por Minsky (Minsky, 1975). Um "frame", provê uma forma concisa e útil de representar conhecimento.

Pode ser vista como uma forma abstracta de representação de objetos ou classe de objetos.

É uma estrutura de conhecimento que armazena informação sobre um determinado objeto de estudo. Essa informação está composta por afirmações sobre o objeto, relações com outros objetos, algoritmos de transformação dos objetos, e heurísticas sobre os objetos. O processamento de informação, então, executa procedimentos e algoritmos numa área restrita de conhecimento. Pode-se dizer então, que os frames utilizam todas as formas de conhecimento até agora apresentadas.

Se quisermos representar em PROLOG uma porção de comida, para dar um exemplo da cozinha industrial, a estrutura é provida pela tecnologia de grupo, e

pode constituir-se de uma cláusula, cujos elementos são listas.

```
porcao( [código da porção],  
        [código de similaridade],  
        [[código de operação 1],  
         [código de operação 2],  
         [código de operação n]],  
        [código suplementar de porção],  
        [base_de_regras([regras de produção de incumbência à  
                        porção] )],  
        [cálculos a fazer sobre a porção] ).
```

Dentro da base de regra pode se encontrar conhecimento de diversas índoles, como a definição do processo, baseado no número de clientes, informações de substituições por variações de preço ao longo das diferentes estações, ou qualquer outra informação julgada pertinente ao sistema.

Os cálculos a fazer, poderiam ser o número de pessoas envolvidas na fabricação, ou cálculo de matéria-prima suplementar, ou qualquer outra informação expressa para a *classe* porção. Este tipo de estrutura de conhecimento, permite a generalização de classes, sem a necessidade armazenar cada aspecto de porções para cada componente. Devido à forma de organização da informação utilizada pelo frame, a aquisição de conhecimento, é facilitada.

Redes semânticas

Devido ao fato de existirem, na forma clausal antes tratada, possibilidade de representar conhecimento complexo, existe a necessidade de prover uma esquematização para a compreensão do conhecimento. (De, 1988).

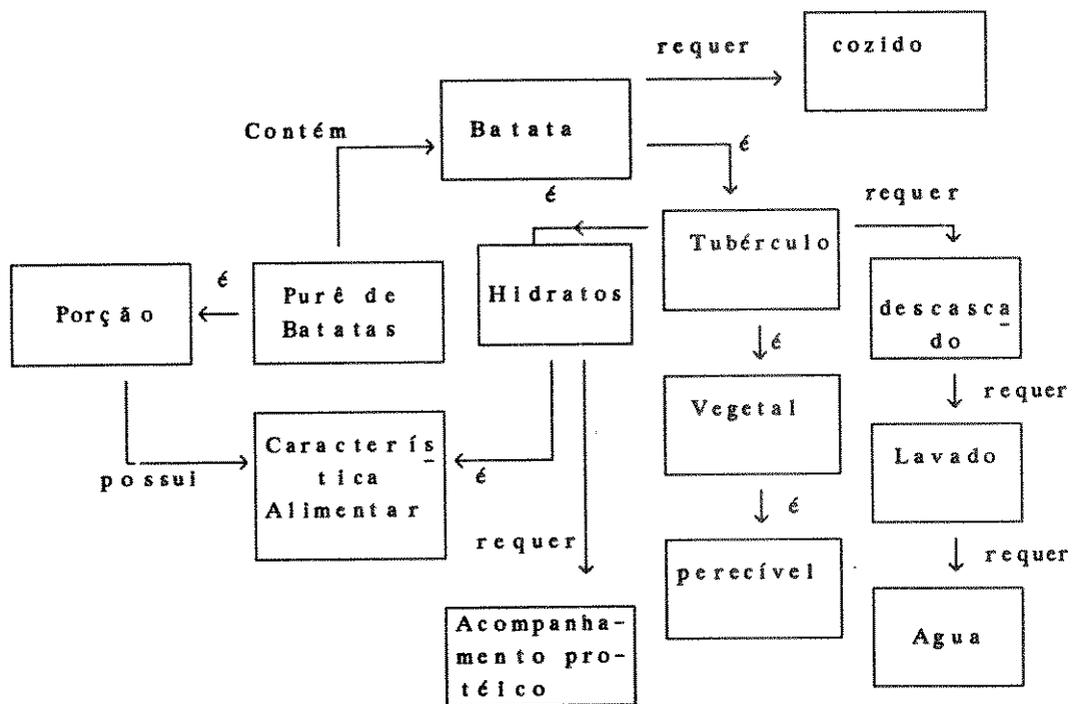
A rede semântica, constitui-se de uma forma inicialmente gráfica de representar informações sobre objetos, características dos objetos e relações entre eles. A forma mais simple de representação de uma rede semântica então, é atra-

vés de um grafo onde os nós representam objetos individuais, e os arcos dirigidos representam relações entre os nós que unem.

A figura 3.02 representa um exemplo deste tipo de estrutura.

A sua representação, está formada pelas funções representadas graficamente por arcos, como "é", "requer", "possui", sendo que algumas das suas formas clausais são,

e(porcao,pure_de_batata).
 possui(porcao,caracteristica_alimentar).
 requer(tuberculo,descascado).
 e(hidratos,caracteristica_alimentar).
 requer(hidratos,acompanhamento_proteico).
 contem(pure_de_batatas,batata).
 requer(batata,cozido).



Rede semântica de informações referidas à porção Purê de Batatas

Figura 3.02

3.5 Máquina de Inferência

A base de conhecimento não pode ser aproveitada, sem a existência de um procedimento eficiente de inferência, que atue sobre ela. (Pham & Pham, 1988). Existem vários tipos de máquinas de inferência, dependendo do tipo de estrutura de conhecimento utilizado.

Para nosso estudo, escolhemos uma estrutura de regras de produção. A delimitação do domínio de inferência é de fundamental importância neste trabalho, pelo fato de existir uma base de conhecimento muito extensa. Sendo o objetivo final do projeto um planejamento sistêmico das atividades da empresa, a informação a ser tratada tem índoles diversas, como alimentares, de processos de fabricação, econômicas, e até de tradições, dentro da empresa.

Numa base de conhecimento com regras de produção a máquina de inferência torna-se um intérprete de regras, que examina fatos e executa regras contidas na base de regras, de acordo com o tipo de procedimento de inferência e controle escolhidos. A outra característica que a máquina de inferência possui, é o tipo de busca que se faz de um objetivo determinado, dentro da estrutura de regras. É preciso distinguir duas facetas principais da máquina de inferência; Uma é o mecanismo de inferência dentro de regra, outro é a busca das regras dentro da base de regras.

Os mais comuns procedimentos de inferência escolhidos são *modus ponens*, *modus tollens* e resolução.

A regra de inferência "Modus Ponens" permite incluir um novo fato (por exemplo B) na base de fatos, caso as seguintes condições se verifiquem:

A) Existe uma regra na base de conhecimento cuja conclusão é o fato que se quer afirmar, por exemplo $A \rightarrow B$.

B) Existe um fato (ou vários) na base de fatos que constitui a premissa da regra anterior A.

A regra de inferência "Modus Tollens" permite incluir na base de fatos, a negação de um fato (por exemplo $\neg A$) sob as seguintes condições :

A) Existe uma regra na base de conhecimento cuja premissa é o fato que se quer negar ($A \rightarrow B$)

B) Existe um fato na base de fatos que é a negação da conclusão da regra acima ($\neg B$)

A regra de inferência "Resolução" permite incluir uma regra na base de regras ($A \rightarrow C$), caso as seguintes regras já façam parte da base de regras :

A) Alguma regra cujas premissas coincidam com as premissas da nova regra ($A \rightarrow B$)

B) Alguma regra cuja conclusão da nova regra e cuja premissa coincida com a conclusão da regra obtida em A), ($B \rightarrow C$).

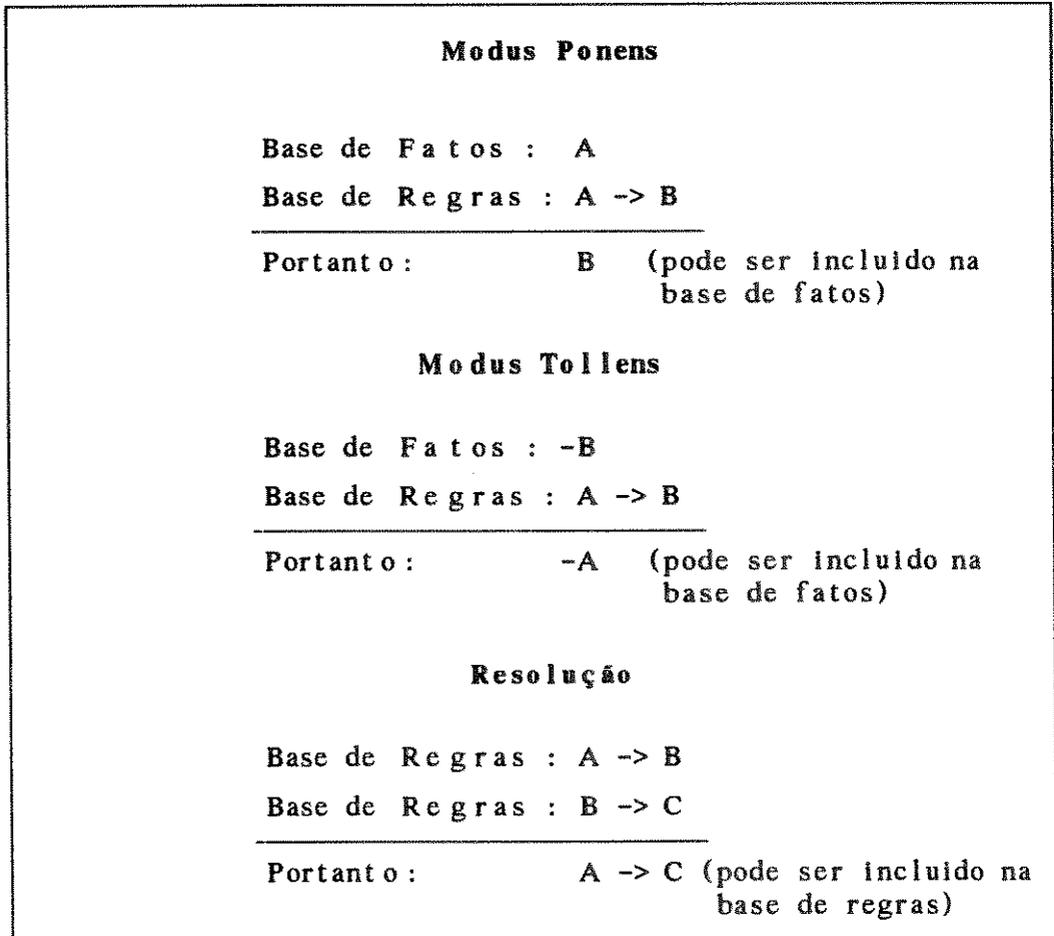
Na figura 3.03 são apresentadas de forma sintética as tres regras descritas.

A aplicação de regras de inferência sobre uma base de conhecimento, permite provar ou refutar metas ou objetivos, assim como a criação de novos fatos ou regras.

Quanto a busca das regras a serem analisadas pela máquina, existem principalmente duas formas de realizá-la; Encadeamento reverso e encadeamento direto. O encadeamento reverso, faz a busca procurando a meta nas conclusões das regras. (A meta é o acontecimento que se está procurando provar). O encadeamento direto faz a busca procurando nas regras, se as premissas são satisfeitas; Se as premissas estão na base de fatos, a regra é disparada, e daí um novo fato é armazenado na base de fatos.

A diferença essencial é que o encadeamento reverso, como mostrado na figura 3.04, procura verificar unicamente a regra na qual seu objetivo de busca está nas conclusões, sendo que o encadeamento direto, dispara todas as regras que tem

possibilidade até encontrar a meta procurada, com a possibilidade de ter disparado mais regras que as necessárias.



Três formas básicas de inferência

Figura 3.03

No caso estudado por nós, a máquina de inferência possui os dois métodos de busca de informação, sendo a busca por encadeamento reverso o mais utilizado até o momento. Quanto ao mecanismo de inferência, escolhemos o modus ponens, pelo fato de ser o mecanismo próprio do PROLOG (Rowe, 1988), linguagem escolhida de implementação.

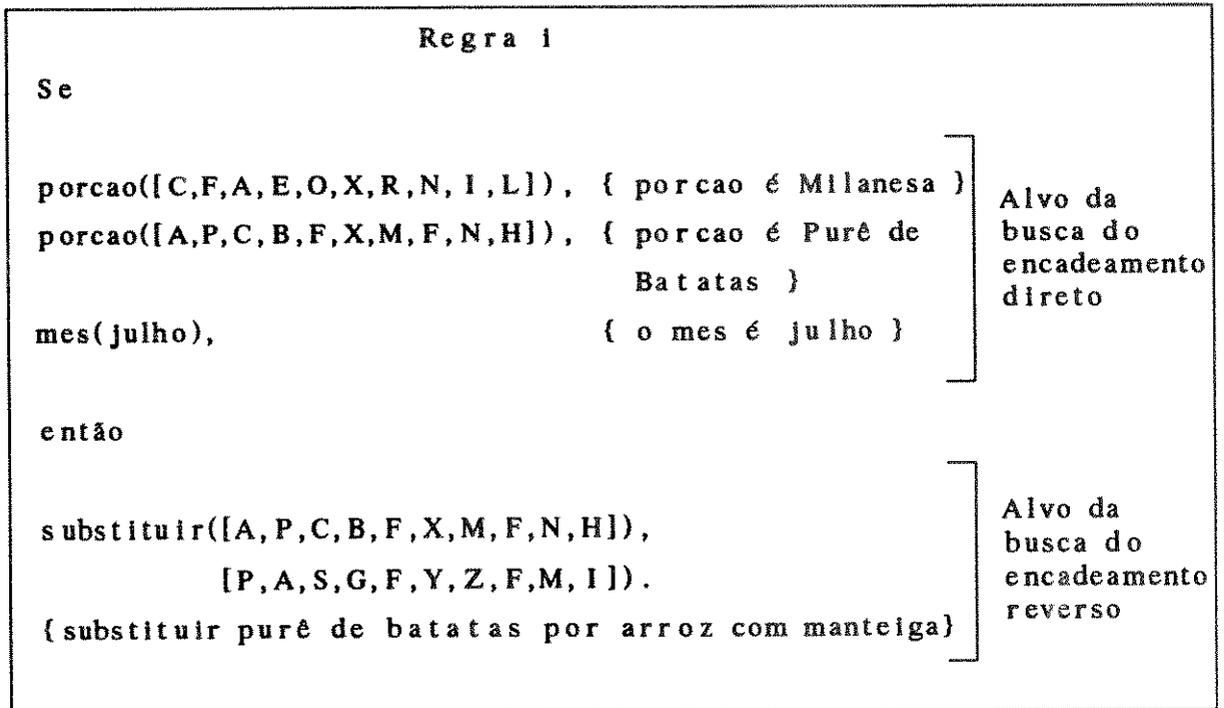


Figura 3.04

3.6 Comparação entre as diferentes formas de representação de conhecimento

Nesta seção, uma avaliação sobre o desempenho entre as diversas formas de armazenagem de conhecimento, é realizada. As variáveis estudadas são os volumes da base de conhecimento e da máquina de inferência, e o tempo de processamento.

O estudo foi realizado por Niwa para a implementação de um sistema de gerenciamento de riscos de projetos de grandes plantas térmicas. Um risco é definido como uma razão de atraso do projeto. O sistema foi desenvolvido utilizando quatro formas diferentes de representação de conhecimento,

Lógica

Regras de produção

Regras estruturadas de produção

"Frames"

Este estudo foi utilizado porque apresenta semelhanças com o tipo de estudo pretendido para a cozinha industrial. Assim, consideramos que os resultados de comparação apresentados por Niwa são válidos para esta aplicação.

Volume da base de conhecimento.

O volume da base de conhecimento foi medido em número de caracteres. A figura 3.05 mostra a comparação

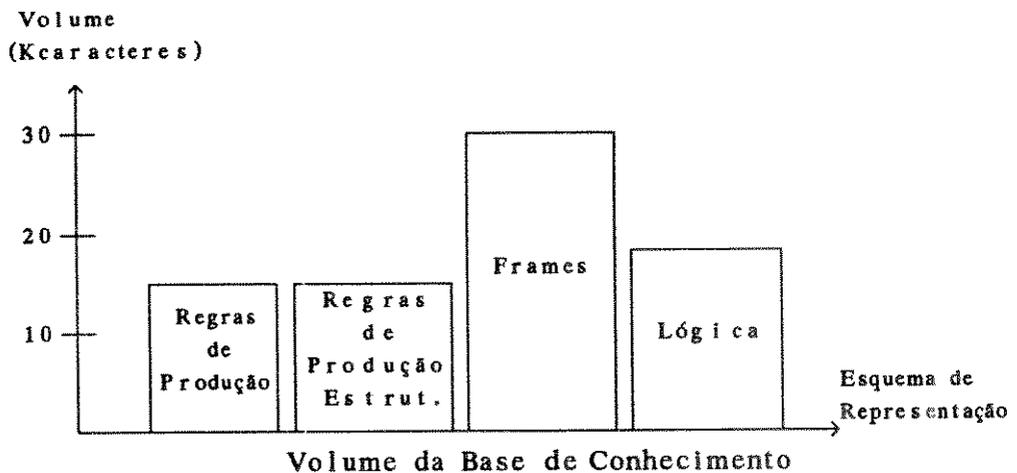


Figura 3.05

As regras de produção e as estruturas de regras têm iguais volumes, pelo fato de terem o mesmo número de regras, sendo que num estágio posterior, a estrutura sofre uma categorização.

O volume dos "frames" é maior que os outros, pelo fato de existir redundância de informação, para a ligação entre frames.

Quanto à implementação da base de conhecimento, (Niwa, Sasaki & Ihara, 1984), Lógica e regras de produção foram as mais simples de implementar, devido ao fato de os esquemas de representação serem de fácil captura em forma clausal. O agrupamento de regras por classes ou assuntos de incumbência, foi de fácil implementação. O número de agrupamentos de regras deve ser estudado com detalhe.

A implementação dos "frames" é dificultada pela estruturação das representações. Foi necessário um estudo detalhado sobre as estruturas dos "frames", assim como das relações entre eles.

3.7 Comparação entre os volumes das máquinas de inferência

A figura 3.06, mostra os resultados da comparação entre os diversos esquemas de representação do conhecimento.

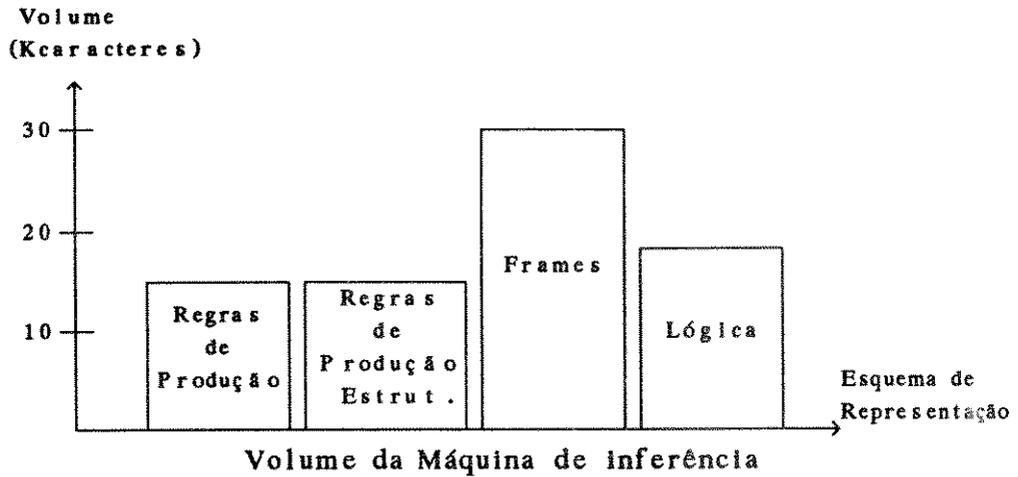


Figura 3.06

Devido à existência de dois procedimentos principais para realizar inferência para regras de produção, a avaliação foi realizada com os dois esquemas (Winston & Horn, 1981), sendo que para lógica clausal, o algoritmo básico de unificação foi implementado (Chang & Lee, 1973).

Algumas conclusões são as seguintes:

- A máquina de inferência no sistema de regras de produção, foi a de mais fácil implementação, por requerer poucas modificações entre o algoritmo "Forward" e "Backward".

- A máquina de inferência do sistema de regras de produção estruturado, foi de fácil implementação, sendo que o algoritmo de controle dos assuntos, foi de rápida e simples adaptação nos algoritmos "Forward" e "Backward".

- A implementação da máquina de inferência para sistema clausal foi mais complexo. Requereu algoritmos completos de inferência "Forward" e "Backward".

- A implementação da máquina de inferência para "Frames", foi bastante complexa, requerendo o uso de inferências numa linguagem própria dos frames.

3.8 Comparação entre os tempos de inferência

Para realizar a comparação, foi medido o tempo de CPU, resolvendo-se nos quatro sistemas, o mesmo problema. Os resultados estão mostrados na figura 3.07, sendo essa tendência igual para os dois algoritmos de inferência testados.

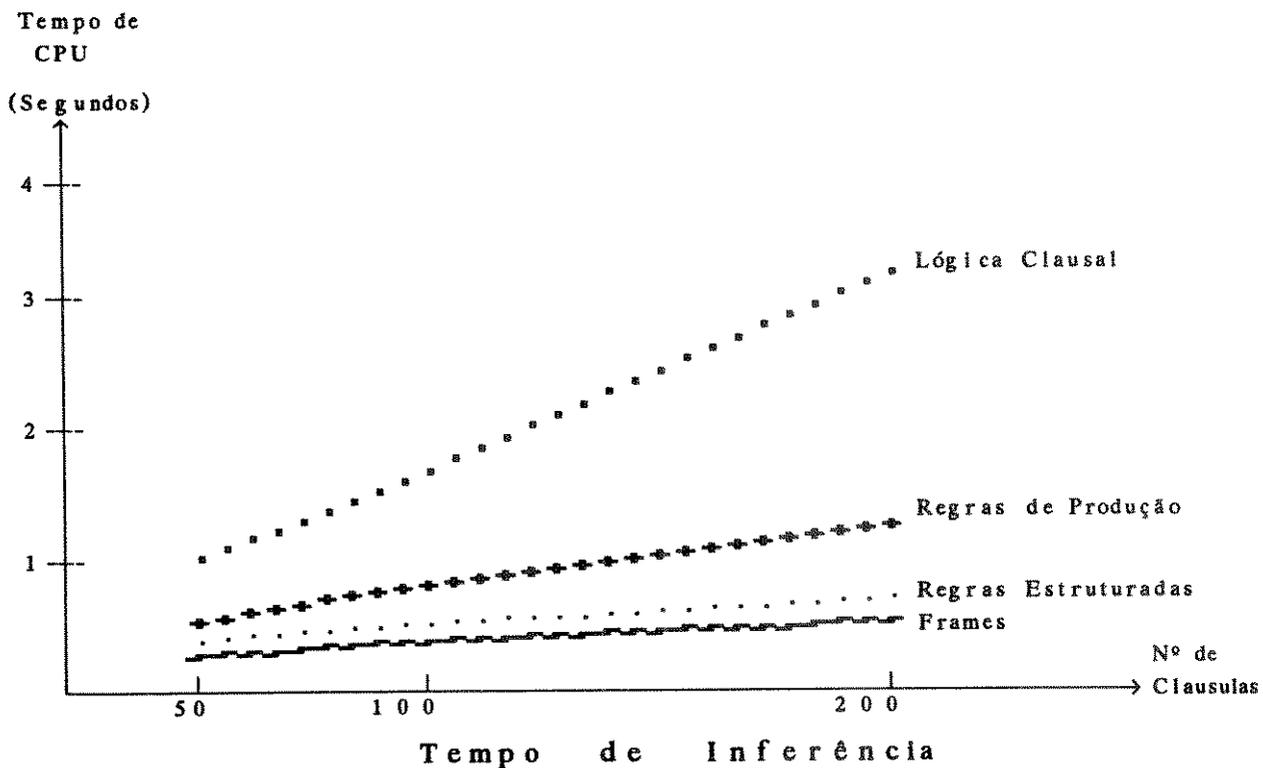


Figura 3.07

A figura mostra que o tempo de inferência associado à estrutura de frames e às regras estruturadas de produção são relativamente insensíveis com o aumento

do volume da base de conhecimento. Um aspecto importante a ser apresentado, é que tanto a lógica clausal, como as regras de produção, realizam busca em toda a base de conhecimento, sendo que nos frames, e nas regras estruturadas, a busca está restrita ao frame ou ao assunto pesquisado na estrutura de regras. Se houver uma forma de restringir a busca, nos outros tipos de base de conhecimento, como por exemplo através da utilização de heurísticas, o tempo de utilização de CPU, poderá cair sensivelmente.

CAPÍTULO 4

INPLANTAÇÃO DE TECNOLOGIA DE GRUPO NUMA COZINHA INDUSTRIAL

CAPÍTULO 4

O que muda na mudança,
se tudo em volta é uma dança
junto ao que nunca se alcança ?

Carlos Drummond de Andrade

4.1 Introdução

A implantação de um sistema de codificação numa cozinha industrial, tem necessariamente que ser realizada com uma visão sistêmica das atividades da empresa. Como foi discutido no capítulo 2, "Tecnologia de Grupo é uma filosofia administrativa, princípio organizacional cujo objetivo é analisar e arranjar as peças de um espectro, e os processos produtivos mais relevantes, de acordo com similaridades de projeto e fabricação" (Sério, 1990)

A empresa estudada atua num mercado que inclui restaurantes escolares, tanto do estado como do município de Córdoba, restaurantes de fábricas da região, hospitais públicos e privados. Eventualmente pode-se prever o atendimento a outra instituição que necesite comida para mais de 150 pessoas por dia, considerado pela empresa o teto mínimo de atendimento. Esse número, foi adotado, baseado nas condições de produção que a empresa possui na atualidade, e poderá ser modificado quando uma produção planejada em famílias, estiver funcionando.

A empresa possui fazendas numa província vizinha (+- 1000 Km.) e parte da matéria-prima provém eventualmente delas. Quando há chegada destes produtos, os mesmos são processados imediatamente nas instalações de Córdoba, com o fim de

dispôr de produtos cujos preços variam significativamente ao longo do ano. Este fato gera grandes perturbações no planejamento da produção.

Há diversas formas de contratar o serviço. Nas escolas estatais, por exemplo, uma licitação por ano é aberta à concorrência das empresas da região. Nos hospitais o serviço tem duas facetas diferentes, ambas por licitação. Os serviços podem ser: a provisão de comida entregue no prato ou a administração da cozinha "in situ". O primeiro caso, é contemplado no nosso trabalho, já que a produção é realizada nas instalações estudadas. O caso da administração da cozinha do próprio hospital, não será contemplado neste estudo. Quanto às fábricas atendidas, os contratos são feitos, com a apresentação de um plano de menus por tempo determinado. As opções no cardápio, neste caso são mais flexíveis que no caso das escolas e hospitais, conseqüentemente o uso de substitutos em épocas de subida de preços é admitido.

A empresa estudada possui uma estrutura operacional grande para o mercado da cidade onde está situada. É preocupação de seus diretores, a continuidade na produção, já que as variações de utilização da capacidade produtiva, levam a problemas, que vão além dos problemas econômicos. A rotatividade de pessoal envolvido, talvez seja o problema organizativo que maiores impactos provoca no desempenho do aparelho produtivo.

A empresa, na atualidade, depende quase exclusivamente das licitações com o governo estadual e municipal, o que levou à produção de um cardápio do tipo cíclico. Assim sua organização produtiva, está "acostumada" às repetições bi-semanais. Os hospitais, em geral, possuem um cardápio do tipo estático, que inclui algumas opções, produzidas diariamente. Isso significa um cardápio no qual o usuário tem um número de opções fixas e pouco numerosas. No caso das indústrias, os ciclos são tri-semanais, pois com essa periodicidade, observou-se que os usuários perdem a preditividade do cardápio. Quanto às preferências, uma proposta é utilizar o método de consulta com escala gráfica de aceitação. Este método, de simple implementação, consiste na entrega aos porcionários de uma folha de papel, onde ele tem que escolher a opção que sintetiza o grau de aceitação, da comida servida (Peryam and Pilgrim, 1957).

Atualmente a empresa atende a um número pequeno de instituições com um número grande de porcionários em cada uma. O mercado mais exigente e mais rentável no entanto constitui-se de clientes com menor número de porcionários. Esta-

beleceu-se como objetivo a ser atingido pelo planejamento, uma produção em lotes pequenos, entre 200 e 300 usuários, com um total de três mil porções diárias. Isto levaria a uma produção simultânea de aproximadamente 10 cardápios por dia. O fato de se procurar dez cardápios diários, está em acordo com o estudo realizado por Spears e Vaden, que chegaram à conclusão que quinze cardápios em média, são os mais preferidos entre a população dos EUA, donde se conclui que dez poderia constituir um número aceitável para a população que é potencialmente atingida pela empresa estudada. (Spears, Vaden, 1985).

O propósito do trabalho utilizando Tecnologia de Grupo é chegar, em forma hipotética, a uma produção individual de pratos, como se fosse um restaurante "A la Carte". Esse tipo de produção provoca uma flexibilidade máxima, desde todos os pontos de vista, administrativo e produtivo.

O serviço estudado contempla como já foi dito, a entrega da comida servida no prato, implicando esta característica a responsabilidade pelo transporte desde as instalações até o lugar de consumo. Este fato traz repercussão no planejamento da produção, por existirem porções que possuem comportamentos especiais frente ao tempo, umidade, e temperatura. Algumas regras heurísticas a este respeito, baseadas na experiência do pessoal da empresa, no sistema baseado em conhecimento desenvolvido, deverão ser incorporadas. Conforme citado no capítulo dois, a implantação da Tecnologia de Grupos, têm sua base principal na codificação dos parâmetros mais utilizados nas tarefas tanto administrativas como técnicas. Portanto nosso estudo estará baseado no desenvolvimento dos códigos de produtos, processos e equipamentos, com os complementos necessários para o relacionamento entre eles.

O processo de codificação começa desde o uso do código de porções, com o qual podem-se balancear dietas, obter o custo de refeições, substituir porções em diversas estações do ano, etc. Com o conjunto dos códigos de porções, operação e equipamento, pode-se planejar tarefas de produção, auxiliar às cotizações de licitações, e formar as de estatísticas da empresa.

Como primeiro estágio, vamos apresentar a formação do código das porções, por ser utilizado como base da utilização da tecnologia de grupo. Em seguida são apresentadas as formações dos códigos das operações, dos códigos dos equipamentos e finalmente os códigos de similaridade.

4.2 Formação do código das porções

As refeições preparadas na indústria em estudo, constam de várias porções que completam a alimentação de um indivíduo com características determinadas por contrato¹. Por essa razão, a unidade de produto a ser tratada, é a porção como parte de uma refeição. Estudos realizados na base de observações, entrevistas e pesquisas levaram-nos à confecção do código de porções mostrado na figura 4.01. Uma refeição consta de um ou vários pratos, e um prato de uma ou várias porções. Estas últimas são as unidades de produção a serem codificadas.

Para iniciar a descrição dos diferentes aspectos codificados vamos recorrer a um exemplo real. O prato "Milanesa com Purê de batatas" está composto de duas porções, uma de bife à milanesa e outra de Purê. Ambas estão codificadas na figura 4.06. A Milanesa é classificada dentro do grupo das carnes, sendo que o Purê dentro dos acompanhamentos, donde os tipos principais dos códigos destas porções são C e A respectivamente, como consta na lista principal das porções da figura 4.02. O fato de serem apresentados duas versões de nomes, uma em espanhol e a outra em português, tem sua base na tentativa de se codificar com uma letra que apresente relação sonora com a característica ou fato codificado. Esta tentativa nem sempre é satisfeita, devido à possibilidade de muitos pratos requerem a mesma letra. No caso de haver esta dificuldade, a solução proposta é atribuir a letra em disputa à porção mais usada pela empresa.

1

Os contratos determinam as necessidades alimentares dos indivíduos, onde está especificado o número de calorias, as proteínas, os hidratos de carbono e os lípidos, como dados principais. Outros dados como minerais, vitaminas, etc., podem ser especificados. No caso das escolas, o balanceamento da dieta é expresso no contrato. No caso dos restaurantes industriais, o balanceamento é realizado na empresa estudada.

Tipo Principal de Porção	1	Tipo principal
	2	Tipo Específico de porção
	3	Complemento de porção
Classe das porções	4	Especificação por processos globais de produção
Processos de transformação de matéria-prima	5	Processo Principal
	6	Processos Secundários
	7	
Características Alimentares (Composição percentual)	8	Conteúdo de Protídios
	9	Conteúdo de Glicídios
	10	Conteúdo de Lipídios

Estrutura de Códigos de porções

Figura 4.01

Assim para dar um exemplo, "Carnes" e "Conservas", disputam a mesma letra C, mas "Carnes", é um tipo principal muito mais usado que as "Conservas", portanto "Carnes" "ganhou" a letra C, e "Conservas" a letra K. Este tipo de eleição é estendida a todas as características codificadas neste trabalho.

No seguinte dígito se apresenta a chave da porção propriamente dita. A letra F representa Milanesa dentro das carnes, e P representa Purê de batatas dentro dos acompanhamentos. Nas figuras 4.07 e 4.08 mostram-se a descrição deste dígito, a partir dos tipos principais de porções. Nestes códigos, são apresentados nomes em espanhol unicamente, por existirem, na Argentina, nominações diferentes para comidas iguais, ou até tradições diferentes de preparação.

Com respeito à carne utilizada na milanesa, existem diferentes tipos e qualidades. Esta escolha será realizada levando em conta especificações do contrato, e não fará parte do código. O tratamento das substituições será baseado nos custos admitidos.

Em geral são necessárias várias porções para a montagem de um prato. No exemplo utilizado, a milanesa é acompanhada de purê de batatas, mas poderia ser salada.

O terceiro dígito do código especifica o complemento. No caso da milanesa, se o terceiro dígito for atribuída a letra A, o acompanhamento é Purê; se a letra for E o complemento é salada e assim por diante.

<i>Espanhol</i>		<i>Português</i>	
Salsas	S	Molhos	S
Pastas y Arroz	P	Massas e Arroz	P
Carnes	C	Carnes	C
Ensaladas	E	Saladas	E
Dulces	D	Doces	D
Postres	O	Sobremesas	O
Acompañamientos	A	Acompanhamentos	A
Conservas	K	Conservas	K
Guisados	G	Guisados	G
Sopas	Z	Sopas	Z
Tartas y empanadas	T	Tortas e pastéis	T
Entradas	N	Entradas	N
Verduras	V	Verduras	V
Masas	M	Massas (Pão)	M
Complementos especiales para cocinado	X	Complementos especiais para cozinhado	X
Productos Químicos	Q	Productos Químicos	Q
Preparados Especiales	Y	Preparados Especiais	Y

Lista de Tipos Principais de Porções

Figura 4.02

O quarto dígito representa a classe das porções, que no caso da cozinha industrial, está referido ao processo de fabricação da porção. Neste dígito é considerado primeiramente se a porção precisa ser cozida ou não, se é provida por fornecedor externo à empresa, ou se a porção está armazenada na empresa pronta para ser consumida. A estrutura deste dígito está mostrada na figura 4.03. Esta figura mostra a opção por se enfatizar os processos de fabricação na especificação do quarto dígito, mas, caso necessário seria possível outra opção como por exemplo destacar os componentes. As consequências deste critério, são

visualizadas no processo de busca de similaridades entre produtos.

O quinto, sexto e sétimo dígito, representam os processos de transformação da matéria-prima até chegar à porção. Uma lista dos principais processos mostra-se na figura 4.04. A milanesa, por exemplo, pode tanto ser cozida no forno como frita. No caso da empresa estudada é mais frequente o uso do forno por razões tradicionais, e por isso a milanesa tem o código do forno (O). Os processos secundários são descritos como processo manual (X) ou de "rebozado" (R). Os processos de fatiamento e desgorduramento da carne constituem processos necessários sem os quais não há possibilidade de se preparar uma milanesa. Este fato será contemplado dentro do conhecimento heurístico, com o fim de não sobrecarregar a codificação das porções. No purê, é a fervedura das batatas o processo principal, sendo os processos secundários moagem e mistura, com M e Z por códigos. Neste caso o descascamento da batata, torna-se uma atividade com as mesmas características do desgorduramento antes nomeado, sendo ambas atividades de pré-preparo.

As características alimentares exercem um peso preponderante no planejamento de menus, e portanto sua inclusão torna-se de vital importância. A sua avaliação corresponde a espectros de valores, como é mostrado na figura 4.05.

O oitavo dígito do código das porções, representa o poder protéico. A milanesa se situa no grupo N, com 24.8 gramas de proteínas absorvidas em líquido, e o purê no grupo F com 2.8 gr.

Os Hidratos de carbono da porção estão representados no dígito nono estando a milanesa no grupo I com 7.3 gr. de hidratos, contra o purê do grupo N, com 22.1. Com respeito aos lipídios, ou seja a gordura, representados no décimo dígito, a milanesa encontra-se no grupo L com 13.4 gr., sendo que o purê está no grupo H com 5.3 gr.

Os últimos três dígitos são relativos a 100 gramas de peso da porção. Esta característica percentual permite ao nutricionista balancear a dieta com maior facilidade, sendo os dados nutricionais referidos a uma porcentagem fixa de porção.

Cozido	Processo de pre-preparo Com Agua	Trabalho Manual Complementário	A
		Trabalho Manual e com Máquinas	B
		Trabalho com Máquina	C
	Processo de pre-preparo Sem Agua	Trabalho Manual Complementário	D
		Trabalho Manual e com Máquinas	E
		Trabalho com Máquina	F
	Sem Processo de pre-preparo		
Não Cozido	Processo de pre-preparo Com Agua	Trabalho Manual Complementário	H
		Trabalho Manual e com Máquinas	I
		Trabalho com Máquina	J
	Processo de pre-preparo Sem Agua	Trabalho Manual Complementário	K
		Trabalho Manual e com Máquinas	L
		Trabalho com Máquina	M
Vinda de Fornecedor externo	Congelada		N
	Resfriada		O
	Não Resfriada		P
Estocado previamente em planta pronta p/ consumo	Congelada		Q
	Resfriada		R
	Não Resfriada		S

Dígito quarto do código de porções

Figura 4.03

Espanhol		Português	
Her vido	E	Fervido	E
Horneado	O	Assado ao forno	O
Cocinado a la plancha	P	Frito em superfície	P
Frito, Dorado	F	Frito, Dourado	F
Pasteurizado	A	Pasteurizado	A
Lavado	L	Lavado	L
Desinfectado	D	Desinfetado	D
Picado	I	Picado	I
Molido	M	Molido	M
Cubeteado	U	Cortado na forma de cubos	U
Embotellado Envasado	B	Engarrafado Envasilhado	B
Amasado	S	Amassado	S
Mezclado	Z	Misturado	Z
Tiernizado (Carne)	T	Amaciado (Carne)	T
Prensado p/ hamburguesa	H	Prensado p/ Hambúrguer	H
Cortado	C	Cortado	C
Colado	Y	Coado	Y
Otros Trabajos Manuales	X	Outros Trabalhos Manuais	X
Removido	R	Mechido	R
Homogeneizar	G	Homogenizar	G
Destilar	Q	Destilar	Q
Decantar	N	Decantar	N
Vacantes V J K W 1 2 ...		Vacantes V J K W 1 2 ...	

Lista de Processos e seus códigos principais

Figura 4.04

As tabelas dos últimos tres dígitos foram obtidas a partir da observação dos cardápios extraídos da empresa e dos livros (Bastos da Silva, 1986), (Watt, 1950).

Proteínas	Lipídios	Glicídios	(g./100 g. de porção)		
0.00 a 0.75	A	12.76 a 16.00	L	84.51 a 93.50	X
0.76 a 1.37	B	16.01 a 19.75	M	93.51 a 104.00	Y
1.38 a 2.25	C	19.76 a 22.50	N	104.01 a 115.00	Z
2.26 a 3.12	D	22.51 a 26.00	O	115.01 a 125.00	0
3.13 a 3.87	E	26.01 a 30.50	P	125.01 a 135.00	1
3.88 a 4.62	F	30.51 a 35.50	Q	135.01 a 145.00	2
4.63 a 5.50	G	35.51 a 41.50	R	145.01 a 155.00	3
5.51 a 6.75	H	41.51 a 49.00	S	155.01 a 170.00	4
6.76 a 8.25	I	49.01 a 57.50	T	170.01 a 190.00	5
8.26 a 10.00	J	57.51 a 66.50	U	190.01 a 210.00	6
10.01 a 12.75	K	66.51 a 75.50	V	210.01 a 235.00	7
12.76 a 16.00	L	75.51 a 84.50	W	235.01 a 275.00	8
				275.01 a 330.00	9

Formação do oitavo-décimo dígito do código de porções

Figura 4.05

Os espectros que cada letra abrange são expressos por uma função que pode ser rapidamente mudada, se a aplicação assim o requerer. Estes intervalos provocam erros no cálculo das calorias de uma refeição, mas no entanto, esses erros não ultrapassam 5 % do valor total². Este valor é aceitável devido à incertezas dos dados alimentares, devido às qualidades aleatórias das matéria-primas que são utilizadas num restaurante em grande escala.

Partindo dos dados que os códigos expressam, pode-se balancear uma refeição. No nosso caso, o balanceamento só é realizado no que refere às calorias, proteínas, glicídios e lipídios, sendo que os dados de vitaminas e minerais não

2

Varias simulações foram realizadas para avaliar esse erro.

foram incluídos até o momento. As calorías, são calculadas partindo-se dos últimos tres dígitos do código, sob o princípio que cada proteína e cada glicídio geram quatro calorías, é que o lipídio produz nove calorías. O cálculo, então, é uma somatoria das calorías que produz cada um dos componentes. Os outros elementos a serem levados em conta, como as vitaminas e os minerais, podem ser calculados por dois caminhos diferentes. Em primeiro lugar, fazendo uma pesquisa do aporte de cada componente e expressando-o na base de conhecimento das porções. O outro caminho é incluir os dados quando carregados na base de conhecimento.

Tipo Principal de porção	C	Carne	A	Acompanhamentos
	F	Milanesa	P	Purê de Batatas
	A	Acompanhamento	C	Carne
Classe das Porções	E	Cozido, com processo de pre-preparo sem água	B	Cozido, com processo de pre-preparo com água
Características do Processo	O	Assado ao forno	F	Fervido
	X	Trabalhos Manuais	X	Trabalhos Manuais
	R	Preparação	M	Misturado
Características Alimentares	N	24.8 gr. Proteínas	F	2.8 gr. Proteínas
	I	7.3 gr. Hidratos	N	22.1 gr. Hidratos
	L	13.4 gr. Lipídios	H	5.3 gr. Lipídios

Código para Milanesa e para Purê de batatas

Figura 4.06

Na geração do código de porção, chegou-se a um compromisso entre a necessidade de informação imediata, e a minimização da informação para identificar um elemento. Para dar um exemplo, o dado do número de calorías que uma porção tem, é uma característica essencial. Por outro lado, as calorías são obtidas a partir das proteínas, lipídios e hidratos, como já foi descrito neste capítulo.

Assim, aumenta-se o processamento de informação, e é diminuída a quantidade de informação na codificação.

Na figura 4.09, acrescenta-se os exemplos do código da porção de talharins com molho, e dos códigos de tomates triturados em conserva. Nestes exemplos alguns aspectos da codificação são destacados. Todas as características alimentares apresentadas, se referem unicamente os alimentos principais da porção. No caso dos talharins, o conteúdo alimentar de molho não está contemplado, e a sua inclusão no balanceamento de dietas, deverá ser feita num estágio de cálculo diferente da codificação do prato. No código do tomate triturado em conserva, o complemento do prato carece de sentido, e portanto não é instanciado.

Molhos		Carnes		Doces	
S		C		D	
Mayonesa	Y	Milanesa	F	de Zapallito	Z
Blanca	B	Bife a la plancha	P	de Ciruela	C
Tomate con Carne	C	Lengua	L	de Uva	U
Vinagreta	V	Lomo	O	de Leche	L
Tomate con Ajíes	A	Picada	I	Merm. de Ciruela	E
Golf	G	Costilla Cerdo	C	de Batata	B
Pesto	P	Pollo	P	de Membrillo	M
Carne con Crema	S	Menudos de pollo	M	de Tomate	T
Mostaza	Z	Costeleta Cerdo	E	de Durazno	D
Tomate con Pollo	O	Mondongo	G	de Damasco	A
Crema con Limon	L	Marucha	A	de Higo	H
Tomate (Pomarola)	T	Merluza (Filet)	R	de Naranja	N
Manteca	M	Matambre	T	Merm. Manzana	R
de Perejil	J	Pesceto	S	Jalea de Uva	V
de Cebolla	E	Bola de Lomo	B	Jalea de Naranja	J
de Hongos	H	Molleja	J	Jal de Membrillo	C
Chimichurri	I				

Massas e Arroz		Acompanhamentos		Conservas	
P		A		K	
Tallarines	T	Puré de papas	P	Aceitunas Negras	N
Ravioles	R	Papas Fritas	F	Aceitunas Verdes	V
Ñoquis	N	Papas al Horno	H	Pickles Surtidos	S
Lasagna	L	Huevo Duro	D	Tomate Picado	T
Canelones	C	Huevo Frito	I	Puré de Tomate	P
Cauletis	E	Arroz Blanco	A	Duraznos Almibar	D
Risoto	I	Tomates Rellenos	T	Ciruelas Almibar	C
Polenta	P	Zapallitos Rell.	Z	Pepinos en Vinag	E
Arroz	A	Puré Manzana	M	Cebollitas	I
Spaghetti	S	Puré de Zapallo	U	Berenjenas escab	B
Agnolotis	G	Ajíes asados al		Ajíes pickles	A
Pansotis	T	vinagre	V	Alcauciles	L
Fariña	F	Queso Rallado	R	Ensal de Frutas	F
Malofato	M			Peras en Almibar	R
Capello	O			Manzanas Almibar	M
Fideos Guiseros	U			Papas Congeladas	G

Código para o 2º dígito do código da porção em função do primeiro

Figura 4.07

P	Massas (Pastas)	K	Conservas
T	Talharins (Tallarines)	T	Tomate Picado
S	Molho	-	Sem Instanciar
G	Cozinhado, sem processo de pre-preparo	I	Não cozinhado, com processo de pre-peparo, com agua
E	Fervido (hErvido)	M	Moldo
Y	Coado (Colado)	F	Fervido
M	Misturado (Mezclado)	B	Engarrafado (emBotellado)
M	19 Proteínas	J	10.0 Proteínas gr.
W	79.5 Hidrat os	P	30.0 Hidratos gr.
J	9.2 Lipídios	A	00. Lipídios gr.

Código de talharins com mantelga *Código para Conserva de Tomate*

Figura 4.09

4.3 Formação do código de operação

A formação do código de operação, nos levou, à procura de uma conciliação entre as necessidades impostas pela codificação em Tecnologia de Grupo GT, e as imposições que uma implantação de tecnologia revela, qualquer ela seja, mais ainda quando se trata de uma adaptação.

Por un lado a GT foi criada inicialmente para uma indústria metal- mecânica, com um nível de planeamento que atinge em forma sistêmica a empresa. O código mostrado no Capítulo 2, da empresa Sulzer, mostrou-se adaptável para o exemplo de empresa alimentícia por nós estudado. A chave do funcionamento, está no estudo exaustivo da codificação para os fins desejados. No nosso caso, a busca de similitude entre produtos constituiu o alvo desta etapa do estudo.

Por outro lado, a implantação de uma tecnologia de grupo, como a de qual-

quer metodologia de organização, não atinge a realidade de uma empresa média ou pequena num ambiente de mercado instável, e tivemos que nos adaptar a essa realidade. É necessário que os tempos para obtenção de resultados positivos no desempenho de uma empresa pequena, se resumam a meses, já que as pressões financeiras e do mercado, não permitem longos tempos de transitório organizacional. A Tecnologia de Grupos, não possui um bom comportamento, no que se refere a tempos de obtenção de resultados (Stoll, 1986), e portanto nosso esforço se concentrou na obtenção de resultados no menor tempo possível.

A forma de realizar operações de manufatura, tem características particulares em cada empresa, constituindo-se no "Know How". Em alguns casos por nós atendidos, a situação da área de engenharia, no que tange a projetos, tanto do produto como da planificação da manufatura, estava em condições más ou inexistentes (o que quer dizer que a área de engenharia não existia ou não trabalhava como tal). Esta etapa de melhoramento da organização da manufatura, traz melhorias econômicas a médio prazo para a empresa, por levar a conhecer mais a fundo seus processos e seus custos reais.

Este fato, constitui-se em mais uma razão para a aceitação, por parte das indústrias, de um estudo analítico como o por nós proposto.

As operações numa cozinha industrial, apresentaram menos complexidade que as operações de usinagem de uma produção metal-mecânica, como a tratada na empresa Sulzer. Na nossa proposta, três dígitos substituem os cinco apresentados no Capítulo 2, como mostrado na figura 4.10.

Por outra parte, o fato de se utilizar letras e números em lugar de números unicamente, amplia a capacidade específica do código para cada dígito apresentado. A utilização de números unicamente se relaciona com o fato de que na época do desenvolvimento da codificação da Sulzer, as letras sofriam um tratamento especial no processamento de dados, fator este que não ocorre com uma linguagem não algorítmica.

O primeiro dígito representa o processo a ser realizado sobre a materia prima. Diferente do código de operação da Sulzer, a identificação do processo de fabricação, necessitou um dígito, sendo o segundo, uma caracterização mais precisa da operação. Devido ao uso de letras e números, as operações podem ser codificadas com 36 possibilidades, sendo até o momento, reconhecidas 25 operações principais.

O segundo dígito das operações é totalmente dependente do primeiro, e representa uma especificação precisa da operação a ser representada. Três exemplos do segundo dígito estão mostrados nas figuras 4.12, 4.13 e 4.14, onde as operações assar no forno, ferver e trabalhos manuais são explicitados. Como é possível apreciar nas figuras citadas, a operação fica totalmente determinada pelo segundo dígito. Na figura 4.12, está mostrada a operação ferver, sendo que é possível a regulagem do calor necessário e a quantidade de líquido no recipiente a utilizar, só com a visualização do código da operação envolvida.

Em relação ao terceiro dígito, cada operação possui uma dimensão determinada, principalmente pela característica mais fácil de ser medida no momento de ser avaliada a operação. Para dar um exemplo, bifes à chapa, tem dimensão de peso (kg.), sendo que ferver em geral tem dimensão volume (Litros). Uma tipificação de cada operação deverá ser feita, já que para cada operação, uma tabela diferente será utilizada. Estas estão mostradas na figura 4.11. Os intervalos que cada letra abrange, estão apresentadas de forma experimental, e poderão ser modificadas de acordo com observações que deverão ser feitas ao longo do tempo.

1º Dígito Classe de Processamento		2º Dígito Tipo de Processam.	3º Dígito Classe Dimensional
E	Fervido	Dependen- te do pri- meiro dígito escolhido	Dimensão ma- ior a ser ope- rada. A unidade de- pende da ope- ração a ser realizada (Volume ou Peso)
O	Assado no forno		
P	Frito em superfície		
F	Frito, dourado		
A	Pasteurizado		
L	Lavado		
D	Desinfetado		
I	Picado		
M	Moído		
U	Cortado em cubos		
B	Engarrafado		
S	Amassado		
Z	Misturado		
T	Amaciado de Carne		
H	Prensado p/ hamburg.		
C	Cortado		
Y	Coado, escorrido		
X	Outros trabalhos Man		
R	Mexido		
K	Descascado		
G	Homogenizado		
Q	Destilado		
V	Ralado		
W	Seleccionado		
N	Decantado		
Vacantes J 1 2 ...			

Estrutura do Código de operações
Figura 4.10

Volume (Litros)				Peso (Kg.)			
< 3	A	> 70 < 80	N	< 10	A	> 600 < 700	N
> 3 < 5	B	> 80 < 95	O	> 10 < 20	B	> 700 < 800	O
> 5 < 8	C	> 95 < 110	P	> 20 < 40	C	> 800 < 900	P
> 8 < 10	D	> 110 < 130	Q	> 40 < 80	D	> 900 < 1000	Q
> 10 < 14	E	> 130 < 150	R	> 80 < 110	E	> 1000 < 1200	R
> 14 < 18	F	> 150 < 180	S	> 110 < 150	F	> 1200 < 1400	S
> 18 < 24	G	> 180 < 220	T	> 150 < 180	G	> 1400 < 1600	T
> 24 < 30	H	> 220 < 270	U	> 180 < 210	H	> 1600 < 1800	U
> 30 < 36	I	> 270 < 340	V	> 210 < 250	I	> 1800 < 2000	V
> 36 < 44	J	> 340 < 400	W	> 250 < 300	J	> 2000 < 2200	W
> 44 < 52	K	> 400 < 500	X	> 300 < 400	K	> 2200 < 2500	X
> 52 < 60	L	> 500 < 700	Y	> 400 < 500	L	> 2500 < 3000	Y
> 60 < 70	M	> 700	Z	> 500 < 600	M	< 3000	Z

Terceiro Dígito Código de operação

Figura 4.11

1º Dígito Classe de Processado		2º Dígito Tipo de processado	
E	Fervido	F	Submerso com excesso de Líquido a fogo direto
O	Assado no forno	D	Submerso com líquido até cobrir a fogo direto
P	Frito em superfície	L	Submerso com excesso de líquido a banho maria
F	Fritado, dourado	S	Submerso com líquido até cobrir a banho maria
A	Pasteurizado	N	Não submerso Fogo direto
L	Lavado	B	Não submerso Banho maria
D	Desinfetado	P	Submerso com excesso de água a pressão
I	Picado	E	Submerso com líquido até cobrir a pressão
M	Moido	A	Não submerso a pressão
U	Cortado em cubos	Vacantes C G H I J ... 1 2 ...	
B	Engarrafado		
S	Amassado		
Z	Misturado		
T	Amaciado de Carne		
H	Prensado p/ hamburg.		
C	Cortado		
Y	Coado, escorrido		
X	Outros trabalhos Man		
R	Mexido		
K	Descascado		
G	Homogenizado		
Q	Destilado		
V	Ralado		
W	Selecionado		
N	Decantado		
Vacantes V J W 1 2 ...			

Formação dos dois primeiros dígitos da operação Fervido

Figura 4.12

1º Dígito Classe de Processado		2º Dígito Tipo de Processado	
E	Fervido	H	Fogo baixo Ambiente húmido
O	Assado no forno		M
P	Frito em superfície	A	
F	Fritado, dourado		I
A	Pasterilizado	N	
L	Lavado		B
D	Desinfetado	U	
I	Picado		V
M	Moido, Triturado	W	
U	Cortado em cubos		X
B	Engarrafado	Vacantes C D E F G K L O P ... 0 1 2 ..	
S	Amassado		
Z	Misturado	Vacantes C D E F G K L O P ... 0 1 2 ..	
T	Amaciado de Carne		
H	Prensado p/ hamburg.	Vacantes C D E F G K L O P ... 0 1 2 ..	
C	Cortado		
Y	Coado, escorrido	Vacantes C D E F G K L O P ... 0 1 2 ..	
X	Outros trabalhos Man		
R	Mexido	Vacantes C D E F G K L O P ... 0 1 2 ..	
K	Descascado		
G	Homogenizado	Vacantes C D E F G K L O P ... 0 1 2 ..	
Q	Destilado		
V	Ralado	Vacantes C D E F G K L O P ... 0 1 2 ..	
W	Selecionado		
N	Decantado	Vacantes C D E F G K L O P ... 0 1 2 ..	
Vacantes J 1 2 ...			

Formação dos dois primeiros dígitos da operação Assado no Forno
Figura 4.13

1º Dígito Classe de Processado		2º Dígito Tipo de Processado	
E	Fervido	D	Desengordurado e tirado de nervaduras externas
O	Assado no forno	R	Pasado por pão ralado (ou farinha) e ovo p/ milanesa
P	Frito em superfície	M	Desengordurado e furado de carne p/ temperar
F	Fritado, dourado	H	Cortado de folhas de maços de hortalizas
A	Pasteurizado	C	Cortado de cabos de folhas, seleccionado
L	Lavado	K	Descascado de frutos que não suportam máquina
D	Desinfetado	L	Picado de elementos atemperantes.
I	Picado	O	Cortado para redução de tamanho p/outra operação
M	Moido, Triturado	A	Retalhado de Aves em geral
U	Descascado	P	Descamado de Peixes ou tirado de pele
B	Engarrafado		Vacante
S	Amassado		
Z	Misturado		
T	Amaciado de Carne		
H	Prensado p/ hamburg.		
C	Cortado		
Y	Coado, escorrido		
X	Outros trabalhos Man		
R	Mexido		
G	Homogenizado		
Q	Destilado		
V	Ralado		
W	Seleccionado		
N	Decantado		
Vacantes J 1 2 ...			
		Vacantes B E F G I J N Q S T U V W X Y Z 1 2 ..	

Formação dos dois primeiros dígitos da operação Outros Trabalhos Manuais

Figura 4.14

Código suplementar das porções

O código das porções representa unívocamente todas as porções a serem processadas no estabelecimento, e o código da operação o faz com as formas de processar matéria-prima. Entretanto com essas informações, não é possível saber exatamente de que forma vai-se planejar a fabricação de uma porção na sua totalidade. Não há neste caso, informação sobre as condições iniciais da matéria-prima, nem da forma em que os lotes chegam à indústria. Poder-se-ia dizer, que falta um nexo entre o código de porções e o código de operações. Este nexo, é o código suplementar das porções. Seria possível que este código formasse parte do código de operações, mas neste caso, o número de operações codificadas aumentaria em proporções geométricas. Como exemplo, se à cada operação ferveria somasse que o material é uma folha, ou um macarrão, e as respectivas formas obtidas de fornecedores, o número de operações possíveis seria imenso. Com o código suplementar das porções, é possível fazer uma primeira e até intuitiva classificação de matérias-primas, de acordo com as características de seu estado e natureza. As carnes, por exemplo, tem características e necessidades diferentes dos vegetais, tanto na suas características intrínsecas como nas de processos de fabricação. O código suplementar é mostrado na figura 4.15. No primeiro dígito, tem-se as características da embalagem que tem sua utilização no planejamento do roteiro de fabricação. Dependendo do seu volume, deverá estar disponível um lugar para a sua recepção, inspeção, e estocagem temporária até sua utilização. Esta informação, em conjunto com o peso (definido pelo 2º dígito), e o requerimento de pessoal envolvido com a sua manipulação na recepção.

O terceiro dígito, tem uma grande importância na obtenção de dados de similaridades das porções, por agrupar processos com matérias-primas de características similares. Para dar alguns exemplos, os tubérculos, precisam em geral ser descascados, logo lavados, e cozidos. Os macarrões, precisam ser cozidos e escurridos, tanto como o arroz (por tradição, na Argentina), alguns frutos, e grãos secos. As aves, em geral, são retalhadas e cozidas. Desta forma, uma ideia do processo em geral é obtida no código, e até uma lista de operações pode ser gerada unívocamente, com os dados até aqui mostrados.

1º Dígito		2º Dígito		3º Dígito		4º Dígito		5º Dígito	
Volume (Embalagem)		Peso		Característ. Operacionais		Material		Forma Inic da Materia-pri	
C A I X A S C A I X Ô E S S A C O L A S V A S I L H A M E S	10x10x10	A	<100 gr	A	Lavado e desinfest. L-D	E	S	M	Grão solto
	20x20x10	B	>100 <200	B					Descascado e cozido K-(E O F)
	30x30x20	C	>200 <300	C	Lavado e Fervido L-E	H	O	S	
	40x40x30	D	>300 <450	D					Desengordurado e cozido XD-(O E F FE)
	50x50x40	E	>450 <600	E	Amaciado e cozido T-(P XR-F O)	B	A	R	
	60x50x40	F	>600 <800	F					Fervido e Coado F-Y
	70x60x40	G	>800 <1 Kg	G	Amassado, prensado e cozido S-H (O P F)	P	G	E	
	60x30x20	H	>1 <1.5	H					Retalhado de Aves e Cozido XA-(O E F)
	70x30x20	I	>1.5 <3	I	Lavado cortado engarraf Paster	L	A	T	
	70x40x30	J	>3 <5	J					Vacante
2 Litros	K	>5 <7	K	Vacante	V	E	S	Suína C	
5	L	>7 <10	L					Vacante	V
10	M	>10 <15	M	Vacante	V	E	S		
15	N	>15 <25	N					Vacante	V
20	O	>25 <40	O	Vacante	V	E	S		
1 Litro	P	>40 <60	P					Vacante	V
1.5	Q	>60 <80	Q	Vacante	V	E	S		
2	R	>80 <110	R					Vacante	V
5	S	>110 <150	S	Vacante	V	E	S		
10	T	>150 <200	T					Vacante	V
20	U	>200 <300	U	Vacante	V	E	S		
50	V	>300 <400	V					Vacante	V
100	W	>400 <550	W	Vacante	V	E	S		
200	X	>550 <700	X					Vacante	V
A Granel	Y	>700 <1000	Y	Vacante	V	E	S		
Outro tipo	Z	>1000 Kg	Z					Vacante	V

Formação do código suplementar para porção
 Figura 4.15

O quarto dígito, como foi dito, provoca um primeiro agrupamento natural entre diferentes tipos de matéria-prima. Os quatro grupos principais, possuem características que os diferenciam entre si, pela sua natureza e pelos processos de transformação que eles geram. Desta forma, a forma inicial de chegada ao estabelecimento, também foi classificada nos quatro grupos principais antes especificados gerando o 5º dígito.

4.4 Formação do código de equipamento.

O código de equipamento, como foi apresentado no capítulo 2, representa as principais características do equipamento, quanto à sua função na produção. Na cozinha, a nossa proposta, está constituída por três dígitos, que consideramos suficiente na empresa estudada. Este código atinge a totalidade dos equipamentos da empresa em dois dígitos, sendo o primeiro a representação da classe de equipamento, com a finalidade de separar as funções o mais amplamente possível. O segundo dígito, denominado tipo de equipamento, depende totalmente da classe anterior, e aponta para identificação unívoca de qualquer ferramenta, utensílio ou máquina, quando acompanhado do primeiro dígito.

O terceiro dígito, denominado grau de automação, aponta para a utilização deste código frente ao planejamento de tarefas. Neste caso, foram representados os principais tipos de controle existentes no mercado de máquinas no meio em que se encontra a empresa. A capacidade de representação do dígito, (26 letras mais 10 números), não foi esgotada.

Este código está apresentado na figura 4.16.

O código suplementar do equipamento tem sua função principal no planejamento dos investimentos e na distribuição de máquinas no local de produção. Contém as informações relacionadas ao preço do equipamento (3º dígito), a potência necessária para o funcionamento (segundo dígito), o ano de compra (4º e 5º dígito), o primeiro dígito que representa a dimensão que ocupa na planta, dado este utilizado no planejamento do "Layout". Estes dados, não tem relação com a função que desempenham os equipamentos na produção, nem com o fato de a empresa não ser uma indústria metalúrgica. Por isso adotamos o código suplementar projetado na Sulzer (figuras 2.21a e 2.21b). Uma única modificação foi feita na uni-

dade monetária, utilizando-se o Dólar americano como padrão.

Classe de Equipamento	Tipo de Equipamento	Grau de Automação
Com emissão de Calor C	Forno O	Controle Manual A
	Fritadeiras F	
	Panela de Vapor V	
	Fornalha A	
de Pré-preparo E	Descascadora K	Controle de Temperatura
	Cutter C	
	Molinho M	Térmico B Elétrico C
	Amaciadora (Carne) A	
de Lavagem L	Pia B	Controle de Posição
	Balde A	
	Basoura E	
	Escova C	
de Conservação G	Câmara Frigor. G	Aberto D Fechado E
	Freezer F	
	Conservadora C	Controle de Tempo
	Vasilhame Plást. P	
Utensílios U	Faca C	Manual F
	Tábua T	
	Panela P	
	Concha O	
de Transporte T	Containers C	Mecânico G
	Carrinho Z	
	Esteira T	
	Caixa Plástico P	
de Pós-preparo O	Engarrafadora B	Elétrico H
	Maq. Encher Containers L	
	Envasadora E	

Código de Equipamento: 1º, 2º e 3º Dígito (Exemplos)
Figura 4.16

Quanto ao agrupamento de máquinas, uma primeira aproximação foi realizada para a obtenção do código de similaridades, e um critério de agrupamento por tipos de processos foi adotado. Para isso, um estudo sobre matérias-primas e suas características principais de transformação foram levadas em conta.

No terceiro dígito do código suplementar da porção, mostrado na figura 4.15, está representado este agrupamento, e o raciocínio para se chegar a ele, sai dos principais processos requeridos para transformar produtos típicos. Para dar alguns exemplos, os tubérculos em geral, precisam ser descascados, logo lavados, e cozidos, sendo utilizada uma máquina para descascar. Frutos como a abóbora ou pepino, precisam do mesmo processo, mas sem a utilização da máquina, que não é apropriada para esse serviço. As carnes podem, por exemplo, precisar de desengorduramento, fatiamento, amaciamento e cozimento, se bifes ou milanêsa forem processados. As aves, podem requerer retalhamento e cozimento. Estes agrupamentos são só alguns dos possíveis, podendo existir outros agrupamentos para a mesma matéria-prima.

Este tipo de agrupamento está mostrado na figura 4.18, com a agragação de um dígito numérico para diferenciar entre processos para diferentes números de porcionários.

4.5 Similaridades entre porções

Como já foi dito na seção 2.31, os códigos de peças, operações e de equipamentos, formam a base de conhecimento do sistema produtivo, sobre a qual vai-se processar informação ou programa de avaliação. Nosso objetivo neste trabalho é a procura de similaridades entre produtos, como foi apresentado no capítulo 1. Como consequência da procura de similaridades, tem-se a formação de grupos de produtos, característica esta que dá o nome à Tecnologia de Grupos. No caso da cozinha industrial, a capacidade de pesquisa de similaridades, tem uma razão extra além da simples busca de uma peça similar para o desenho numa empresa metalúrgica. Similaridades são procuradas no ano inteiro rotineiramente, pelo fato de serem requeridas com a mudança de estação, preços e qualidades de mercadorias. Este fator tornou a busca de similaridades, de vital importância na empresa.

Nas apresentações de licitações, a formulação das similaridades traz uma segurança para a empresa estudada e para o contratante, no que diz respeito ao comportamento futuro dos cardápios, mesmo em estações diferentes.

Formação do código de Similaridades de Porções

As similaridades entre produtos, tem para a cozinha industrial , particular importância. A formação de códigos de similaridades foi planejada contemplando a aplicação da Sulzer, com as características próprias do ambiente de informações circulantes na cozinha. Equivalentemente ao código da Sulzer apresentado no capítulo 2, a similaridade entre produtos, tem quatro partes principais, sendo estas informações obtidas dos códigos de porções, operações e equipamento, e seus suplementares. Este código, será anexado às informações próprias das porções, e constitui o elemento de trabalho na busca de substitutos no cardápio. Na figura 4.17 são apresentados alguns exemplos de porções e seus códigos de similaridades.

Este código está orientado às operações requeridas para a produção, já que duas das quatro partes que o compõem tem operações como variáveis (1^a e 3^a seção). Os materiais principais que compõem a porção, estão contemplados no 2^o dígito, sendo que as características alimentares, estão expressos na quarta seção do código. Desta forma, materias-prima principais, processos de fabricação e características alimentares, estão incluídos no código de similaridades.

Tratando agora separadamente cada seção, a *Classe das porções*, está orientada aos tipos globais de processamentos que a porção precisa . Este dado está no terceiro dígito do código de porções, e esclarece se a porção tem processo de fabricação com calor, sem calor, se vem de fornecedor externo ou se foi estocado previamente, como é mostrado na figura 4.03.

A segunda seção, contempla as principais matérias-prima que conformam a porção. Segundo observações e entrevistas realizadas na empresa estudada, os principais tipos de elementos constituintes de uma porção podem ser classificados dentro de quatro grupos principais: Secos, Carnes, Vegetais e laticínios. Uma pesquisa mais ampla deve ser feita neste caso, de modo a aumentar a eficiência da representação. É possível que esta informação tenha necessidade de dois dígitos em lugar de um. Entretanto dado que os números 0-9 estão livres há também a possibilidade de que se mantenha apenas um dígito. Este dado está incluído no código suplementar da porção, no quarto dígito da figura 4.15.

Nome das porções	Classe das porções	Material	Maquinaria envolvida	Campo Dimensional
Talharins com manteiga	G	M	F1	L
Tomate picado em conserva	I	U	X0	F
Milanêsa de carne vacuna	E	V	B1	J
Purê de batatas	B	T	T2	B
Sopa de Verduras	B	D	T2	B

Exemplos de Códigos de Similaridades para porções

Figura 4.17

A terceira seção expressa o grupo de máquinas que o processo de fabricação utiliza. Nesta seção, fomos obrigados a incluir um fator que diferencie o processo de fabricação para diferentes gamas de porcionários. Como já foi dito anteriormente, uma porção tem diferentes processos de fabricação dependendo o volume de matéria-prima a ser processada. Aqui o segundo dígito (0, 1, 2,...), corresponde a diferentes números de porcionários, que traz como consequência, diferentes grupos de equipamentos utilizados. Esta seção está detalhada na figura 4.18.

O quarto campo do código de similaridades contempla as características dimensionais da porção, no que refere à sua contribuição ao indivíduo que será alimentado. Corresponde a uma característica alimentar composta de protídios, Glicídios e lipídios. Para exprimir os tres principais nutrientes, num único dígito foi realizado um agrupamento por intervalos.

	E	T	H	V	B	F	A	P	T	H	F	B	X
	0	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	0
Forno				X			X	X				X	
Panela de pressão		X	X			X							X
Panela de Forno									X	X	X		
Fornalha					X	X					X		
Fritadeira													
Descascadora		X							X				
Cutter													
Moinho							X						X
Amaciadora de carne					X							X	
Pia	X	X	X						X	X			X
Câmara Frigorífica				X	X		X	X				X	X
Freezer													
Carrinho	X	X	X			X		X	X	X			X
Engarrafadora													X
Container	X					X	X	X			X		X
Utensílios de mão	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
Mesa de trabalho	X		X	X	X		X	X		X		X	
Amassadora							X						
Prensadora p/ Hamburg							X						

Exemplos de agrupações de operações
(Representação do terceiro dígito da figura 4.15)

Figura 4.18

Uma caracterização dos grupos nutricionais está mostrada na figura 4.19, com alguns exemplos de grupos e intervalos. Este agrupamento foi desenvolvido a partir da análise das principais porções produzidas na empresa estudada, levando-se em conta que existem porções energéticas (compostas de hidratos e lipídios) e formadoras (basicamente protéicas). Existem também porções tipicamente vitamínicas, que não serão tratadas no nosso estudo. Sua inclusão exige um tratamento diferente do anteriormente feito, e constitui uma futura ampliação do estudo realizado.

Prot	Hidr	Lipí	Grupo	Prot	Hidr	Lipí	Grupo	Prot	Hidr	Lipí	Grupo
A	A	A	A	A	A	J	E	A	A	Z	I
↓	↓	↓		↓	↓	↓		↓	↓	↓	
I	I	I		I	I	Y		I	9	9	
A	J	A	B	J	J	A	F	J	A	J	J
↓	↓	↓		↓	↓	↓		↓	↓	↓	
I	R	I		Y	Y	I		Y	I	Y	
A	S	A	C	A	J	J	G	Z	A	A	K
↓	↓	↓		↓	↓	↓		↓	↓	↓	
I	9	I		I	Y	Y		9	I	Y	
J	A	A	D	A	Z	J	H	J	J	J	L
↓	↓	↓		↓	↓	↓		↓	↓	↓	
Y	I	I		I	9	Y		Y	Y	Y	

Principais Grupos Dimensionais de Nutrientes de Porções
(Grupos dos dígitos oitavo-décimo das porções)

Figura 4.19

O quarto aspecto da similaridade entre porções (campo dimensional), é de vital importância no funcionamento cotidiano da cozinha, em razão das substituições. Este cálculo leva a uma porção substituta, e não a elementos isolados que contemplem características alimentares. Este fato impede uma substituição de materiais isolados que podem não formar uma porção. O balanceamento de dietas, desta forma evita cardápios "irreais". Neste sentido, o balanceamento terá uma ajuda a mais na formação de cardápios, na base de regras que será constituída, forçando a formação de dietas sob regras de "Bom Gosto", obtidas do conhecimento culinário da empresa estudada.

A formação das famílias

O código de similaridades nos leva diretamente à formação de famílias de porções. Estas famílias provocam um agrupamento de máquinas que as processam. Desta forma, a codificação dos parâmetros da produção modifica a distribuição de máquinas na planta. Isto implica que cada família, com características similares em processo de fabricação, possui um grupo de máquinas que a processa. Para dar um exemplo, os tubérculos, em geral, requerem uma lavagem, um descascamento, e um corte para seu cozimento. O preparo de tubérculos poderia formar um grupo, que utiliza uma descascadora, uma pia, uma mesa e uma fornalha com panela, por exemplo. Esse grupo atua como uma mini linha de produção, que processa tubérculos. Se falássemos de carnes, estas requerem uma limpeza, um corte, eventual amaciamento, e uma fornada, razão esta para formar um grupo "carnes" com uma mesa, uma amaciadora, e um forno, (caso capacidade dele suporte os usuários). Este grupo funciona como uma linha de carnes, separada do grupo tubérculos. Cabe esclarecer que esses grupos são apresentados somente a título de exemplificação, não sendo realizada a formação de famílias, simplesmente dessa forma. Os exemplos tomados, constituem porções simples.

A formação do Lay out, então, depende do agrupamento de produtos a serem fabricados. Isto induz a possibilidade da formação dinâmica do Lay out, se a produção mudar.

Na cozinha industrial estudada, os únicos equipamentos fixos existentes, são as panelas de lâmina de vapor, pelo fato de não estarem ainda instaladas as extensões das tubulações de suministro de vapor. Isto leva a pensar, que uma formação do Lay out com possibilidade de mudança sem custos, é possível. A similaridade entre porções, aqui, ganha mais uma vantagem na planificação da produção.

Este fato levou-nos à procura de uma ferramenta que leve à possibilidade da utilização das similaridades entre porções, para a formação de grupos de máquinas. Essa procura do Lay out flexível, pode ser obtida partindo-se da lista de equipamentos utilizados por cada família, resultante da terceira seção do código de similaridades de porções (figura 4.18).

Existem varios algoritmos de planejamento de Lay out's por grupos, mas todos os casos, resumem-se ao tratamento de uma matriz cujas linhas estão asso-

ciadas a porções e cujas colunas a máquinas. A formação desta matriz se realiza atribuindo-se 1 ao elemento (i,j) se a porção i utiliza a máquina j, e 0 em caso contrário. A figura 4-20 é um exemplo de formação desta matriz.

* Código da Cód. Máq. da porção							CO	CF	CP	ED	LB	EM	EC	EA	TC	UC	UT	GG	GC	CA	ET	CV	EK
C	F	A	E	O	X	R	1						1		1	1	1			1			
C	E	A	E	P	X	C									1	1	1		1	1			
A	P	C	B	F	X	M				1					1	1					1	1	
Z	M	A	B	F	X	O				1		1			1	1	1				1	1	

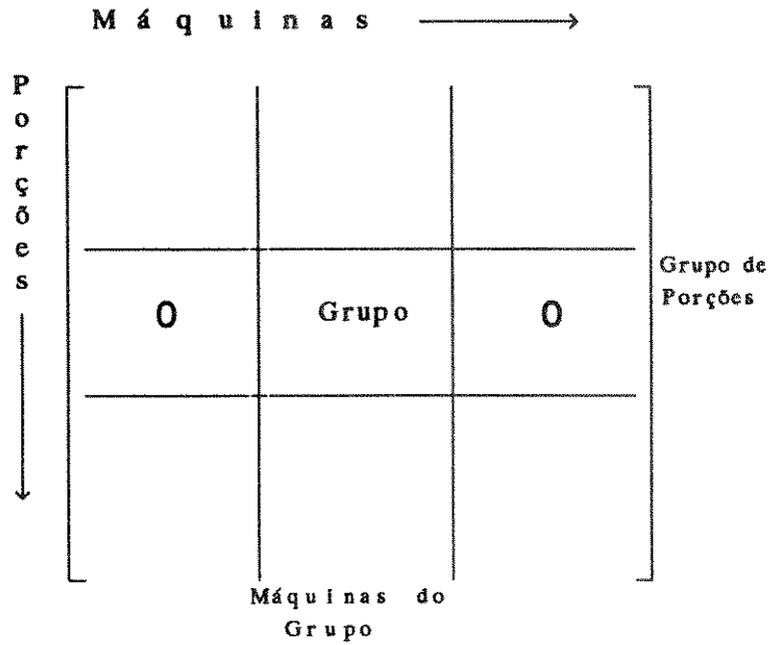
Exemplo de formação de matriz de utilização de máquinas

Figura 4.20

Todos os algoritmos procuram a formação de grupos de elementos da matriz. Na maioria deles, a obtenção de grupos se faz pelo rearranjo das linhas e colunas da matriz descrita. Um grupo fica perfeitamente caracterizado se houver uma submatriz tal que todos os elementos situados nas mesmas linhas da submatriz, mas em colunas diferentes, forem zero, como ilustrado na figura 4.21.

Dessa forma, um grupo de porções será processada num grupo de máquinas determinada. A vantagem de ter uma distribuição de máquinas que pode ser modificada com facilidade, como no caso da empresa estudada é que este estudo do Lay out poderia ser realizado, cada vez que existirem mudanças significativas no tipo de produção. Podemos falar então, de Lay out dinâmico. Até mesmo uma modificação do "lay out" em forma cotidiana pode ser planejada, ao menos relativamente aos equipamentos de maior mobilidade, como são as mesas de trabalho e algumas pias. Existem varios algoritmos para a obtenção de grupos de termos de uma matriz, (Liang, 1991), (Harhalakis, 1990), (Chu, 1991), (Raoot, 1991), (Naz-zeta, 1992),

É importante observar que, em geral, a formação de grupos é imperfeita de modo que porções de um determinado grupo necessitem utilizar máquinas de outro grupo. Nestes casos podem ser utilizadas heurísticas para que grupos que compartilhem máquinas sejam situados fisicamente próximos um do outro no "lay out".



Exemplo de formação de grupo
Figura 4.21

CAPÍTULO 5

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA BASEADO EM CONHECIMENTO NO PLANEJAMENTO DE TAREFAS DE UMA COZINHA INDUSTRIAL

CAPÍTULO 5

Alguma coisa acontece no meu coração,
que só quando cruza a Ipiranga e avenida São João...

Caetano Veloso

5.1 Introdução

Como foi tratado no capítulo três, o sistema desenvolvido neste trabalho, é constituído basicamente num sistema baseado em conhecimento, formado por uma base de conhecimento de tipo regras de produção estruturadas, e uma máquina de inferência que trabalha com um mecanismo Modus Ponens, e um algoritmo de busca principal de encadeamento reverso, com a possibilidade de atuar também com encadeamento direto, se for requerido. Os dados do sistema-empresa referidos à situação no momento de se processar informação, está armazenado numa base de fatos, que deve ser carregada manualmente pelo pessoal envolvido com o processamento de dados. Portanto o sistema baseado em conhecimento está formado pela base de regras, que contém informação sobre a 'história' da empresa, os dados atualizados na base de fatos, e um "programa" que processa toda a informação, ou máquina de inferência. Cada uma das tarefas a serem realizadas pela máquina de inferência, é gerenciada por um procedimento que resolve alguma tarefa administrativa da empresa.

A linguagem de implementação exerce uma forte influência no tipo de estruturas de conhecimento, sendo que a escolhida é uma linguagem não tipificada. Esta característica permite o fácil tratamento da linguagem natural, na qual são feitas as entrevistas na empresa.

O PROLOG (*Programação em Lógica*), surgiu no início da década de setenta, sob a ideia de gerar uma linguagem de programação que usasse lógica. Os primeiros a desenvolver esta linguagem, foram Robert Kowalski (na fase teórica), e Maarten van Emdem (demonstração experimental), ambos de Edinburgo, e Alain Colmerauer (na implementação) de Marselha (Bratko, 1986).

5.2 Caracterização da Linguagem PROLOG

A linguagem PROLOG está baseada num número de tipos de dados que podem ser combinados para formar estruturas de dados mais complexas. Tem também, um número de operadores de controle que definem a estrutura do programa. Foi criada para a programação simbólica, não numérica, e tem bom desempenho para definir objetos e relações entre eles.

Pasamos a seguir, a apresentar exemplos que ilustram a utilização da linguagem PROLOG na aplicação pretendida. Espera-se desta forma caracterizar minimamente esta linguagem, lembrando que a caracterização formal e rigorosa é encontrada em bibliografia específica. (Bratko, 1986), (Rowe, 1988).

É possível definir por exemplo, o nome e código de uma certa porção.

```
porcao('Milanesa',[c,f,a,e,o,x,r,n,i,l]).
```

Esta cláusula indica que a milanesa é uma porção, com código entre colchetes. Outro exemplo define o nome e código do purê de batatas:

```
porcao('Pure de batatas',[a,p,c,b,f,x,m,f,n,h]).
```

Uma base de conhecimento sobre porções e seus códigos, poderia ser então, uma sequência de várias *cláusulas*, como as mostradas. Uma cláusula é formada por cabeça e corpo. A cabeça dá o nome à cláusula, sendo que o corpo é alguma característica ou relação especificada. A palavra 'milanesa', entre (' ') é interpretada pelo PROLOG como um átomo, ou constante textual, assim como também as letras minúsculas indicativas do código da porção. Uma variável é representada com

a primeira letra maiúscula, sendo que uma lista é encerrada entre colchetes.

As cláusulas antes apresentadas são formas típicas das estruturas utilizadas em PROLOG. É possível por exemplo saber os últimos três dígitos da milanesa, que representam as características alimentares da porção, (protídios, glicídios e lipídios), bastando escrever

```
?- porcao('Milanesa',[c,f,a,e,o,x,r,A,B,C]).
```

para o que PROLOG responde

```
A=n
```

```
B=i
```

```
C=l
```

Desta forma, uma cláusula transforma-se numa pergunta.

Outra forma de cláusula, constitui-se numa regra de definição,

```
substituir('Pure de batata','Arroz com manteiga'):-
```

```
estacao(inverno);
```

```
preco(batata,alto).
```

Esta cláusula representa que uma substituição de Purê de Batatas por Arroz com Manteiga será recomendada se a estação for inverno ou o preço da batata for alto. Notar que ";" entre as cláusulas estação e preço representa o operador lógico "ou". Idênticamente "," entre cláusulas representa o operador "e". Outro exemplo de cláusula regra:

```
utilizar('panela de pressao'):-
```

```
operacao(fervido),
```

```
usuarios('maior que 1000');
```

```
panelas(ocupadas).
```

```
utilizar('panela de pressao'):-  
    operacao(fervido),  
    fornalhas(ocupadas),  
    panela_de_pressao(desocupada).
```

No primeiro caso, deve-se utilizar a panela de pressão, se for preciso ferver para mais de 1000 porcionários, ou as panelas de fornalha estiverem sendo utilizadas. A segunda cláusula, diz que também "deve" ser utilizada a panela de pressão se as fornalhas estiverem ocupadas e a panela de pressão desocupada. Uma característica importante de um sistema baseado em conhecimento é que os resultados obtidos pelo sistema recomendam uma ação, que pode ou não ser cumprida. Se for preciso, a "posteriori", deverá ser comunicado ao sistema sobre a ação realizada, de modo a informá-lo para a realização de outro processamento.

Uma característica importante do PROLOG, é o "backtracking". Quando perguntamos, por exemplo na cláusula mostrada acima, se tem que se utilizar a panela de pressão, o programa vai à primeira expressão e procura verificar se a operação é de ferver, se o número dos usuários supera os mil, ou se as panelas estão ocupadas. Se alguma das cláusulas falha, PROLOG procura na segunda expressão de utilizar(), para tentar provar sua veracidade. Baseados nestes princípios fundamentais e em funções do PROLOG para manipulação de arquivos, com características similares as da linguagem C, construiu-se o sistema apresentado nesta dissertação.

5.3 Estrutura do sistema

O sistema foi desenvolvido procurando-se que seja o mais transparente possível, para facilitar tanto sua implementação, como sua manutenção. Está formado principalmente por uma máquina de inferência que trata com entidades átomos, com o objetivo de fazer o mais simples possível o funcionamento do algoritmo de busca por encadeamento reverso, e a inferência por Modus Ponens. As informações de objetos, porções, operações, equipamentos, e conhecimento em geral, são armazenadas em arquivos ASCII, totalmente visíveis, para permitir facilmente a etapa de aprendizagem. Quando o sistema estiver à disposição de usuários comuns, uma

metodologia de criptografia baseada num utilitário de compactação de arquivos será utilizado, para salvaguardar de erros de operação, e do mal uso da base de conhecimento.

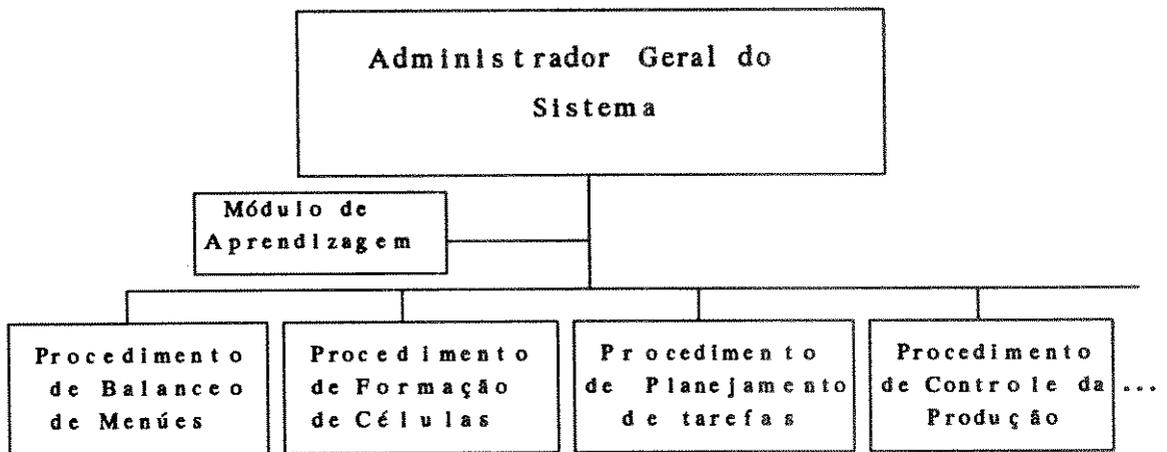
A estruturação da base de regras, está baseada na separação do domínio de inferência, a um número restrito de informações, definido para cada atividade na qual é requerido processamento de informação. Cada grupo de regras está identificado por um nome de "Assunto". Desta forma, o conhecimento pode atingir grandes quantidades de informação na medida que sejam somadas mais atividades de processamento. Cada assunto deverá ser guardado num arquivo independente, com o nome correspondente.

A organização do sistema está baseada na obtenção de conhecimento pela máquina de inferência, mas cada necessidade ou utilização tem um procedimento que organiza de forma particular o uso da inferência. Na Figura 5.01 mostra-se este esquema.

O fato de serem os arquivos guardados em formato ASCII, tem a sua base, na intenção primeira do sistema (e da tecnologia de grupo), de integrar as diferentes áreas da empresa. O formato ASCII é lido por qualquer tipo de linguagem, e as estruturas de cláusulas são de fácil e unívoca interpretação. Como prevenção de possíveis modificações indesejáveis na base de conhecimento, os arquivos correspondentes terão atributos de leitura unicamente. Arquivos de salvaguarda guardados em alguma forma física, provavelmente discos flexíveis.

Esta preocupação tem sua base no papel que a base de conhecimento tem na empresa. Primeiramente constitui o seu "Know How", e além disso, quando o sistema estiver em condições de operar, o seu funcionamento terá uma grande importância econômica.

O módulo de aprendizagem, até o momento consta de duas partes. A primeira delas é formada de vários procedimentos para carregar informação nas bases de regras, e a segunda coleta dados sobre as atividades diárias onde se tem processamento com a máquina de inferência. Isto se faz com um procedimento de inferência que dispara todas as regras possíveis de um assunto em particular e carrega estas informações em arquivos formato ASCII. As análises destes dados não foram tratadas até o momento da apresentação desta dissertação.



Hierarquias do Sistema Completo de tratamento de informações

Figura 5.01

Representação dos objetos de Tecnologia de Grupo

Cada objeto da Tecnologia de Grupo (porção, operação, equipamento, etc.), apresentado no capítulo 4 pode ser facilmente representado por meio de uma cláusula com todos os dados. Os menus, por exemplo

```
menu([1, [                               Numero do menu
    ['mayonesa de aves',[],[peso]], Entrada, códigos, peso
    ['bife a la plancha',[],[peso]], Porção Principal ,código,
    ['ensalada lechuga                                     peso
    ['tomate cebolla',[],[peso]], Porção complementar
    ['fruta naranja',[],[peso]], Sobremesa, códigos, peso
    ]).
```

Neste caso, o número de porções pode variar, de acordo à combinação realizada entre as diferentes porções e as necessidades alimentares. Cada porção tem atribuído um nome, seu código de Tecnologia de Grupo, e o peso da porção por pessoa.

Se quisermos agora, representar as porções,
porcion('Nome da Porção',
 ['Código de GT'],
 [['porção principal', peso],
 ['porção secundária', peso]],
 [código suplementar da porção],
 [código de similaridade]).

está representada pelo nome, pelo código dado pela Tecnologia de grupo, os componentes com o peso percentual (que cada um deles ocupa na porção), o código suplementar, e os dados sobre a similaridade.

Estes dados representam univocamente uma porção, como foram apresentados no capítulo 4. Os dados sobre a porção principal e a secundária estão baseados no fato de existirem porções que podem ser tratadas como compostas, se as operações de fabricação de cada parte são as definitórias. Para dar um exemplo, talharins com molho de carne e tomate, tem um processo para os talharins, e outro totalmente diferente para o molho. O terceiro dígito das porções, como mostrado no capítulo 4, explicita o complemento aqui assinalado. Portanto, no menu, deve ser explicitado o molho como porção separada dos talharins.

O código suplementar da porção tem informação sobre a matéria-prima, sua natureza, tipo e peso da embalagem, e uma caracterização do tipo de processo que envolve o processamento da matéria prima. Estes dados são de vital importância na obtenção de famílias de produtos, como foi também apresentado no capítulo 4.

As operações, serão representadas numa cláusula de quatro partes, onde consta o código dado pela tecnologia de grupo, com três dígitos, e o tempo de execução, junto ao código(s) do(s) equipamento(s) necessário(s), e o código da operação prévia necessária (se existir),

operacion([código da operação],
 [tempo de execução em minutos],
 [[código do equipamento utilizado],[]],
 [código da operação prévia],
 [código da operação posterior]).

Nesta representação, vimo-nos obrigados a incluir as operações prévia e posterior, requeridas pela operação(se existir), para a implementação de um planejamento com informações redundantes. Quanto aos tempos de execução, um estudo exaustivo deverá ser realizado para a determinação dos tempos das diferentes operações existentes na empresa. A sua obtenção, por ser de vital importância neste trabalho, está apresentada no apêndice A.

Como foi apresentado no capítulo 4, as informações referentes ao equipamento, têm duas partes principais. Uma contém informação referida à capacidade de produção, e a outra, às características dentro do "lay out" da empresa. Devido à intenção de implantar uma tendência de "lay out" extremamente flexível, (com a possibilidade de mudança rápida com uma mudança de objetivos da produção), os parâmetros dos equipamentos referidos à distribuição em planta e potência utilizada, serão incluídos na informação de tratamento cotidiano. Estes parâmetros são utilizados normalmente no momento de ser projetado o sistema produtivo. A cláusula de informações sobre o equipamento está apresentada a seguir.

equipamento('nome',
[código],
[código suplementar 1º e 2º dígito]).

As informações contidas nos códigos apresentados até agora, permitem conhecer os produtos, as operações e os equipamentos, e portanto se conhecem os dados suficientes para um planejamento da produção. Quanto às famílias de produtos, achamos que um estudo profundo deve ser realizado, na empresa em questão, para a obtenção do conhecimento necessário. O trabalho realizado até o momento nos levou à obtenção dos parâmetros para a sua obtenção, mas não à formação da base de conhecimento completa.

Os outros dados que devem ser representados, são as tabelas e todo tipo de dados fixos. As tabelas em particular, que possuem intervalos de valores para cada dígito, são representadas no sistema, pelo valor médio do intervalo. Assim uma tabela como a que representa as características alimentares de uma porção, é transcrita da seguinte forma,

caracteristicas_alimentares(a,0.50).

caracteristicas_alimentares(b,0.50).

caracteristicas_alimentares(9,330).

Base de regras

A estrutura da base de regras, como já foi dito, é armazenada em arquivos, por assuntos, para serem processados pela máquina de inferência. As regras têm o formato mostrado na figura 5.02, compostas principalmente de átomos. Alguns átomos podem vir a ser analisados, caso necessário, no processo interno de inferência. Este aspecto foi adotado, por não se conhecer exactamente as necessidades da empresa e por necessitar-se um estudo ainda mais profundo do que até hoje foi realizado. A característica de poder agregar estruturas sem a necessidade de modificar a anterior, é própria do PROLOG. No desenvolvimento do sistema foi adotado o trabalho de interpretação da realidade da empresa por etapas, somando sempre, sem a necessidade de modificar procedimentos provados anteriormente.

A base de regras, por sua vez foi definida de modo que qualquer fator não incluído até então fôsse facilmente agregado. Por essa razão, as regras armazenam informações na forma atômica, e na máquina de inferência o átomo é analisado à procura de estruturas mais complexas. Isto garante que qualquer tipo não contemplado seja agregado sem problemas, somente com a implementação de um analisador desse operador.

Todas as bases de regras são cláusulas escritas em arquivos formato ASCII, que são interpretados por PROLOG. São chamadas a partir da máquina de inferência, a qual é chamada a partir de qualquer procedimento que requeira informação com processamento lógico. A base de regras no exemplo da figura 5.02, é procurada no processamento de balanceio de dietas, ou no cálculo de características alimentares de porções. Aqui, o dado procurado é se a porção possui proteínas do tipo animal ou vegetal, para o cálculo das proteínas absorvidas em líquido.

```
base_de_regras ( busca_de_factor_proteico,  
                [[['milanesa'], [animal]],  
                 [['bife a la plancha'], [animal]],  
                 [['pollo'], [animal]],  
                 [['carne al horno'], [animal]],  
                 [['guiso de porotos'], [vegetal]],  
                 [['sopa de verduras'], [vegetal]],  
                 .  
                 .  
                [ultima]).
```

Base de Regras para a identificação do tipo de proteína das porções

Figura 5.02

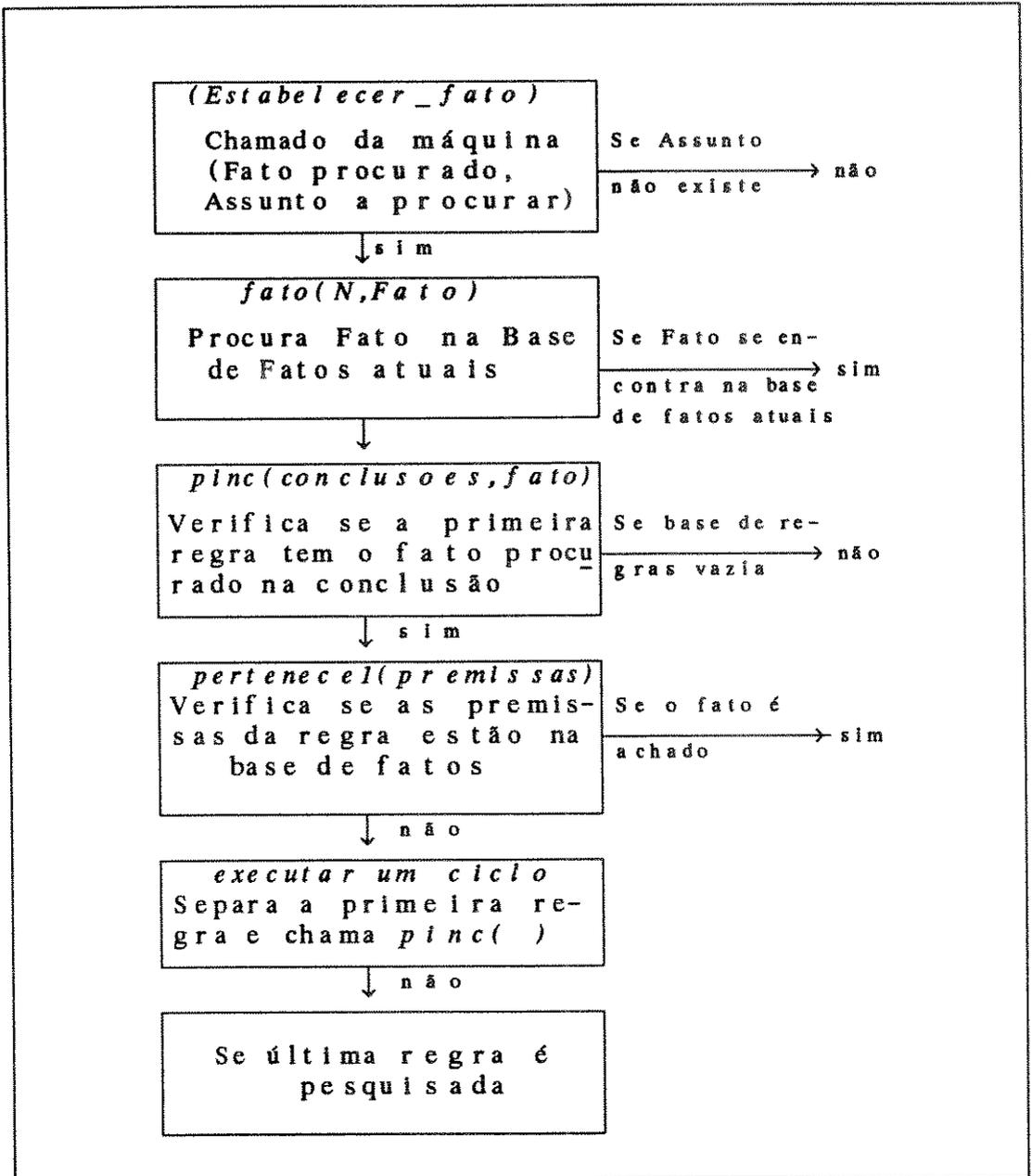
Tratamento da informação pela máquina de inferência

O principal procedimento de tratamento de informação é a máquina de inferência. Esta possui duas formas de procura de informação. Um tipo de busca, como foi dito, é o encadeamento reverso. O outro é o direto. O que se procura, é informação que dependa exclusivamente da base de fatos no momento em que a máquina é chamada. Para exemplificar isto, na base de regras mostrada na figura 5.02, a máquina de inferência vai procurar se a proteína é vegetal. Nas regras que possuem vegetal nas conclusões, a máquina vai confirmar se alguma regra contém a porção que está sendo procurada nas premissas. Se a porção for 'Sopa de Verduras', por exemplo, a máquina de inferência vai devolver "verdadeiro".

A informação tratada pela máquina de inferência, é restrita aos procedimen-

tos particulares de resolução de alguma área de conhecimento.

Na figura 5.03 é mostrado um esquema do funcionamento da máquina de inferência com encadeamento reverso.



Esquema de funcionamento da máquina de inferência com encadeamento reverso

Figura 5.03

O encadeamento direto por nós implementado, têm a particularidade de dispa-

rar todas as regras que se tem possibilidade com a base de fatos atualizada. Não procura um fato em particular, e tem a função especial de gerador de estatísticas sobre situações particulares durante o ano. Até o momento da apresentação deste trabalho, só foi implementado um armazenador de dados, com a finalidade exclusiva de recompilar informações. Uma análise dos dados será realizada quando pelo menos um ciclo anual esteja completo. O funcionamento deste procedimento será automático, em tempo livre de CPU. Pelos cálculos esboçados durante o desenvolvimento deste procedimento, cada assunto tratado com o encadeamento direto, pode levar no máximo, 10 segundos de trabalho desde a CPU até o armazenamento em disco.

Procedimentos de processamento de dados

A máquina de inferência, processa informação armazenada em regras, mas ela é chamada cada vez que um procedimento de resolução de atividade, necessita. Dentro dos procedimentos de resolução mostrados na figura 5.01, o de planejamento de menus foi o primeiro por nós implementado, pelo fato de ser uma necessidade requerida a curto prazo pela empresa. O planejamento da produção requer um estudo muito profundo da problemática da produção alimentar. Mesmo sendo este o nosso alvo principal, sobre o qual foram realizadas entrevistas na indústria, avalio-se que um trabalho de coleta de dados por um ciclo anual, é requerido como mínimo.

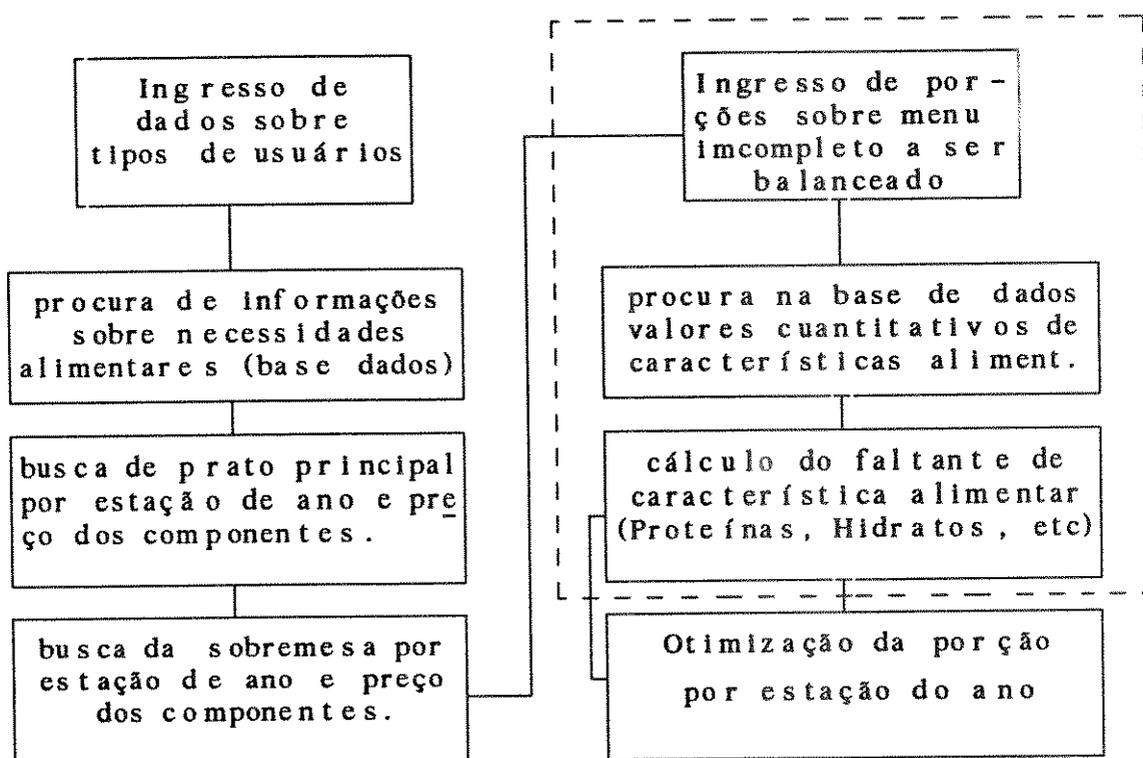
Módulo de Balanceio de Menus.

O balanceio dos menus numa cozinha industrial equivale ao desenho de produtos compostos de várias peças já projetadas numa empresa metalúrgica. As porções típicas e mais utilizadas da empresa, estão armazenadas num arquivo, com os componentes e as suas proporções. A combinação destas porções ao longo do ano, com a solução mais econômica dentro das regras da nutrição é o objetivo principal dos menus. Estas regras estão normalizadas a nível mundial, com especificação das necessidades alimentares para cada idade, sexo e tipo de atividade realizada pela pessoa usuária do serviço de comidas (Watt, 1950). As licitações expressam um tipo de usuário, com necessidades determinadas no edital. A empresa

estudada, requer um tipo de procedimento de balanceo genérico, onde seja introduzido o tipo de usuário, ou de necessidades alimentares, para a realização automática dos menus. Neste processamento de informação, um banco de dados sobre as porções e seu desempenho durante as diferentes estações do ano é pesquisada.

Para a substituição cotidiana de menus, o processo de balanceamento é simplificado à busca de características alimentares e à lista de porções possíveis. Um esquema do funcionamento do procedimento de balanceamento dos menus, é mostrado na figura 5.04.

Devido à necessidade de informações coletadas durante o mínimo de um ciclo anual, o procedimento implementado até a apresentação deste trabalho, é o encerrado entre linhas tracejadas.



Procedimento Completo de obtenção de Dietas Balanceadas

Figura 5.04

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

CAPÍTULO 6

O que será, que será...
...o que nunca tem governo, nem nunca terá
o que não tem vergonha, nem nunca terá.
O que não tem juízo.

Chico Buarque de Holanda

Conclusão

O trabalho realizado até o momento da apresentação desta dissertação, atinge o primeiro nível de uma implantação de Tecnologia de Grupos, que se constitui na procura das características do objetivo da empresa, tanto dos produtos a serem fabricados, como as expectativas de atendimento de um mercado consumidor determinado. Esta última premissa possui uma grande importância, pelo fato de constituir-se na base das pesquisas tecnológicas. Se a previsão do tamanho do mercado, e portanto do aparelho produtivo, não for realizada com precisão, as soluções apresentadas podem não atingir a realidade. Neste aspecto da discussão, temo-nos adherido às previsões realizadas pelos administradores da empresa estudada, e sobre a indagação da história da empresa e do mercado ao qual serve.

Quanto aos estágios cumpridos, temos implementado a base sobre a qual a Tecnologia de Grupos exerce seu poder de planejador, com a finalidade de flexibilizar o aparelho produtivo, sendo que o trabalho a ser desenvolvido futuramente, constitui-se de desenvolvimento de metodologias de trabalho próprias de uma cozinha industrial, requerendo um estudo de caso por tempos significativos no mercado econômico que se desenvolve. Quanto ao sistema baseado em conhecimento implementado, temos criado a base sobre a qual se constrói um sistema que trata

conhecimento de forma não numérica. Os procedimentos de tratamento de informações com objetivos específicos, como os de planejamento e controle da produção, escalas salariais, devem basear-se nos estudos de cada metodologia em particular.

Por esta razão, podemos dizer que um trabalho árduo se tem pela frente, como o demostram os trabalhos de implantação que temos referência, (Arn, 1975), (Sério, 1990), (Stoll, 1986), nos quais a modificação das metodologias de trabalho da empresa foram modificados profundamente.

Outro aspecto a relevar, constitui-se no papel que cabe ao engenheiro nesta etapa de mudanças. Requer-se de objetividade na análise e solução dos problemas, tanto técnicos como humanísticos, fator este fundamental numa implantação de Tecnologia de Grupos. Quanto ao papel que ao analista-engenheiro cabe na implantação de uma metodologia administrativa, achamos importante uma posição de respeito aos membros da organização produtiva, que são também, fonte de informação. Uma postura deve ser tomada neste aspecto, e uma transparência de objetivos, deve ser procurada no início do projeto (Schlemenson, 1988).

APÊNDICE

METODOLOGIA PARA A OBTENÇÃO DOS TEMPOS PADRÕES

APÊNDICE A

A.1 Introdução

Dentro da organização industrial existem alguns níveis de informação tecnológica que representam as bases nas quais as suas atividades serão organizadas.

1. Existência de desenhos e/ou descrições tanto do conjunto quanto de detalhamento para todas as peças a serem fabricadas. Estes desenhos são os documentos nos quais está a tecnologia de produto da empresa. No caso da empresa de alimentos, os documentos estão na forma de receitas de comidas, que neste caso estarão explicitadas tendo em conta a unidade de produção chamada porção. Um prato composto será um conjunto ordenado de porções. O fato de ser ordenado, está baseado na sequência de uma refeição, a qual tem uma entrada, um prato principal e uma sobremesa.

2. Existência dos roteiros de manufatura ou processos de manufatura, onde se fixa parte da tecnologia de manufatura da empresa. Aqui o nosso trabalho na cozinha tem uma diferença de funcionamento com uma empresa metalúrgica. Nesta empresa a forma de produção deve ter uma adaptação rápida frente aos diferentes tamanhos de lotes a serem fabricados, já que não é o mesmo produzir para um restaurante de 200 pessoas que para um plano alimentar de escolas, com 3000 porções. A empresa em questão precisa se adaptar a essa diferença, sendo que na realidade assim acontece. Por essa razão, vão existir para um produto (Porção) mais de uma forma de fazer, com mais de um roteiro de fabricação. Esta característica deverá utilizar conhecimentos extraídos do funcionamento da empresa respeito à eleição do tipo de processo a seguir. O uso de heurísticas torna-se apropriado nesta aplicação.

3 Existência dos tempos necessários para cada operação do processo de manu-

fatura. Este parâmetro fixa o restante das informações de manufatura, tais como condições de usinagem, roteiro da peça no parque de máquinas, arranjo físico, etc.

A sua observação permitirá, além do controle gerencial da produtividade da empresa, a fixação dos custos de manufatura, necessidade de investimentos futuros, etc. Será vital, portanto, que os tempos de manufatura sejam os mais estáveis possíveis, pois eles servirão de base para todos os controles posteriores. Dessa condição advém a sua denominação tradicional de tempo padrão (standard).

A.2 A realidade atual da empresa

Na empresa em estudo os tempos padrões possuem uma característica de complexidade alta, por ter processos de produção diferenciados para certo número de porções a serem processadas. Para dar um exemplo real, a preparação de salade de alface tomate e cebola para 300 pessoas é feito manualmente e para 2000 o corte dos componentes é realizado numa máquina cortadora (Cutter), que possui uma grande capacidade de produção.

Tanto as descrições das porções como os roteiros de fabricação, são tomados do funcionamento atual da empresa. Quanto aos tempos gastos em cada processo, a empresa não possui um estudo realizado. Os tempos são calculados de acordo com a experiência, sobre a base do tempo de cocção do prato principal. Com as observações realizadas, pode-se inferir que uma otimização do uso das instalações possibilitar-ia a realização de serviços em lotes médios, característicos dos restaurantes fabriles, que tem a maior rentabilidade, segundo declarações do pessoal administrativo entrevistado.

Por essa razão, uma metodologia da obtenção dos tempos padrões é apresentada a seguir.

A.3 Definição de Tempo Padrão

O tempo T necessário para uma operação do ciclo de manufatura é a soma do tempo de montagem por peça mais o tempo padrão (por peça).

$$T = \frac{t_s}{m} + t_p$$

onde t_s é o tempo de montagem ("Set-Up") correspondente à preparação da máquina para a peça em questão. m é a quantidade de peças fabricadas por lote. O tempo de montagem inclui todo o tempo gasto pelo montador ou operador para que um lote determinado seja processado. Compreende:

- 1) Tempo de familiarização com os desenhos e informações de processos da peça. Na cozinha industrial, este é o tempo de familiarização com o menu. Até o momento, este tempo é gasto no início da licitação. Mais, quando um produto novo está chegando, como a preparação de conservas, no tempo gasto está incluído um bromatólogo especializado.
- 2) Tempo de preparação do local de trabalho, equipamento, dispositivos e máquinas. A preparação, aqui, está composta por limpeza de painéis, mesas, utensílios.
- 3) Tempo de montagem de máquina.
- 4) Tempo de transporte de Materia prima
- 5) Tempo para desmontar a máquina após o lote é usinado e devolver o ferramental até o depósito.
- 6) Tempo para limpar a máquina, colocar em ordem o local de trabalho, etc.

O tempo padrão t_p pode ser expressado por:

$$t_p = t_{pr} + t_h + t_l + t_f$$

onde: t_{pr} - tempo de processamento básico da peça

t_h - tempo de carga e descarga

t_1 - tempo de preparação do local do trabalho

t_f - tempo para necessidades pessoais e descanso em caso de trabalho extenuante (também conhecido como tolerância de fadiga).

Detalhando-se a expressão anterior, tem-se:

- O Tempo de processamento básico t_{pr} é utilizado para se alterar a forma, tamanho, condições de acabamento, estrutura do material, e outras, da peça em bruto ou provida de operações anteriores, ou ainda operações de montagens quando se tratar estágios próprios das operações de transformação, sem a participação direta de mão de obra. Se o trabalho for manual, sem uso de equipamento, o trabalho é chamado manual, e de máquina t_m , quando o trabalho é feito conjuntamente entre o operador e a máquina. Na empresa estudada, os tempos de processamento, estão compostos das operações de transformação de alimentos, como fervido, cozinhado ao forno, à chapa, moido, coado, picado, lavado, descascado, etc.

- O Tempo de Carga e Descarga, t_h é utilizado em movimentos durante o trabalho acessório à mudança de forma, dimensões e outros. Tais movimentos incluem: carga, montagem e fixação da peça em bruto, liberação e descarga da peça acabada; Dar partida e parar máquinas e dispositivos de movimentação de materiais; Carregar e remover peças de fornos e banhos de recobrimento; Medir e movimentar peças ao local de trabalho, e outros. Voltando a nosso exemplo de aplicação, estes tempos correspondem a carga de panelas, a retirada de formas de fornos, o esquentamento da marmita, da chapa, do forno, transportes internos entre as diferentes seções da empresa, como por exemplo da área de lavagem de matéria-prima à área de processamento propriamente dita.

A soma do tempo de processamento básico e do tempo de carga e descarga é chamado de tempo de ciclo t_c .

$$t_c = t_{pr} + t_h$$

- O tempo de preparação do local de trabalho, t_1 é o tempo gasto para se cuidar do local ou máquina-ferramenta (lubrificação, retirada de cavacos, resi-

duos, limpeza, etc.), e na manutenção do local em condições apropriadas. Como regra geral, e o tempo t_h é subdividido em tempos administrativos e técnicos. Os administrativos ou organizacionais inclui lubrificação e limpeza do equipamento, remoção do cavaco e resíduos da máquina, assim como também colocação do local em ordem.

Neste aspecto do tempo padrão, nosso exemplo possui características próprias diferentes de uma empresa metalúrgica, por ser a limpeza dos dispositivos e do local de vital importância, pelo fato de ser este tipo de instalações, uma potencial geradora de epidemias em grande escala, por serem os porcionários, pacientes, crianças e trabalhadores em números grandes. Se adota normalmente o tempo t_1 em porcentagem do tempo t_c .

- Tempo de fadiga, t_f inclui o tempo estipulado para certas condições de trabalho. Por exemplo para serviços que requeram trabalho intensivo ou esforço físico extenuante. Normalmente este tempo só inclui necessidades pessoais. Variam muito de trabalho em trabalho, e uma avaliação exaustiva deve ser feita desde a observação das condições de trabalho. Existem varias tarefas no exemplo estudado, que requerem um profundo estudo de condições de trabalho. Para citar um exemplo, o cortado de folhas para salade, como o repolho, exige uma concentração geralmente num tempo longo, quando trata-se de mais de 300 porcionários, trazendo quase na maioria das observações realizadas, cortes nas mãos das operárias.

Tanto o tempo de preparação do local, como o tempo de fadiga são normalmente expressados em porcentagens do tempo de ciclo t_c .

$$t_p = t_c \left(1 + \left(\frac{t_1 + t_f}{100} \right) \right)$$

Este tempo padrão, como até agora foi definido, representa o tempo gasto por peça, para ser fabricada. No caso da cozinha industrial em estudo, o tempo corresponde à preparação de uma ração de um componente de um prato. Isto poderia ser uma porção de salade, ou um bife de carne. O caso do prato, é uma composição de porções, ou um conjunto de peças de acordo à nomenclatura até agora utilizada.

A.4 Métodos de medida do tempo padrão

O tempo padrão é a medida sobre a qual se monta todo o aparelho administrativo da produção. Sem ele os custos não podem ser avaliados com certeza numa manufatura. Não se pode prever com certeza o tempo de saída de uma produção, nem saber quantas horas-máquina vão se precisar para um certo lote. Seu valor deve ser medido com muita cautela e o valor obtido deve ter a estabilidade suficiente. Isso significa que não deve ser dependente do operário, da metodologia, nem do observador. As medições devem ser feitas varias vezes antes de ser estabelecido como parâmetro organizacional.

Para nosso estudo, achamos conveniente a obtenção dos tempos em forma direta, pelo pessoal dirigente da cozinha, baseado num treinamento prévio, e uma método que leve a anotações concisas e mínimas, com formulários estudados para obter uma interação simples.

A implantação de um planejamento auxiliado por computador exige indefetivelmente uso de tempos de operação, mais devido aos tempos mínimos necessários de obtenção de conhecimento na área de produção, é possível o estabelecimento de tempos padrões com pelo menos um ano de maturidade, tempo este o requerido para um ciclo anual mínimo de produção e consumo de materias-prima. Avaliações posteriores no desempenho do sistema, brindarão elementos de crítica para sua correção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addis, T.R. (1986), *Designing Knowledge-Based Systems*. Prentice-Hall, Englewoods Cliffs, New Jersey, EUA.
- Afentakis, P. (1986), "A Model for Layout Design in FMS", in *Flexible Manufacturing Systems: Methods and Studies*, Andrew Kusiak Editor, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, Netherlands.
- Agostinho, L (1989), *Sistemas de Manufatura e Tecnologia de Grupo*, Notas de Aula, FEM, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.
- Agostinho, L (1989), *Sistemas de Manufatura Flexível*, Notas de Aula, FEM, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.
- Agostinho, L (1990), *Manufatura Integrada por Computador*, Notas de Aula, FEM, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.
- Arity Corporation, (1988), *Prolog Language Reference Manual*, Massachusetts, EUA.
- Arn, E.A.(1975), *Group Technology, An integrated planning and implementation concept for small and medium batch production*. Springer-Verlag, Berlin, Germany
- Bastos da Silva, L., Pinheiro Monnerat, M. (1986), *Alimentação para Coletividades*, Editora Cultura Médica, Rio de Janeiro, Brasil.
- Branchman, R., Levesque, H. (1985), *Readings in Knowledge representation*. Morgan Kaufmann, Los Altos, CA, EUA.
- Bratko, I. (1986), *Prolog Programming for Artificial Intelligence*, Addison-Wesley publishing Company, Wokingham, England.

- Bolk, H., van Manen, M. (1990), "Technologies and Culture: A proposal for a wider point of view and some implications for implementation of Flexible Manufacturing". apresentado em IFAC 1990, URSS.
- Cercone, N., McCalla, G. (1987), "What is Knowledge Representation ?" in (Cercone & McCalla, 1987).
- Cercone, N., McCalla, G. (Editors) (1987), *The Knowledge Frontier: Essays in the Representation of Knowledge*, Springer Verlag, New York, EUA.
- Chang, C., Lee, R.C. (1973), *Symbolic Logic and Mechanical Theorem Proving*, Academic Press, New York, EUA. (apud Kusiak, 1990).
- Chu, C.H., Hayya, J.C. (1991), "A fuzzy clustering approach to manufacturing cell formation". *Int. J. of Prod. Res.*, Vol. 29, Nº 7.
- Cichy, R. (1983), Productivity pointers to promote a profitable performance. *The Consultant* 16:35, (Winter), (apud Spears, 1985).
- Deane, P. (1975), *A Revolução Industrial*. Zahar Editores, Rio de Janeiro, Brasil.
- De, S. (1988), "Knowledge representation in Manufacturing Systems", in A. Kusiak (Ed.), *Experts Systems: Strategies and Solutions in Manufacturing Design and Planning*, Society of Manufacturing Engineers, Dearbon, Mich, Eua. (apud (Kusiak, 1989)).
- Elliot, J. (1965), *The changing culture of a Factory*. Tavistock, London, England.
- Emspak, F. (1990), "Skills-Based Automation: it can succeed in America?. A case Study." apresentado em IFAC 1990, URSS.

- Flynn, B.B., Jacobs, F.R. (1986), "A Simulation comparison of Group Technology with traditional job shop manufacturing", *Int. J. of Prod. Res.*, Vol. 24, Nº 5.
- Fox, M.S. (1987), "Industrial Applications of Artificial Intelligence", in *ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MANUFACTURING*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, Netherlands.
- Freyssenot, M. (1974), "O processo de desqualificação-super qualificação", Centre de Sociologie Urbaine, CNRS, Paris, França. (Tradução de Helena Hirata para "Tecnologia, processos de trabalho e políticas de emprego", Curso de Pós-Graduação, IFCH, Unicamp.
- Glew, G. (1977), *Catering Equipment and Systems Design*, Applied Science Publishers LTD, London.
- Gorz, A. (1989), *Crítica da Divisão do Trabalho*, Martins Fontes, São Paulo, Brasil.
- Harhalakis, G., Nagi, R., Proth, J.M. (1990), "An efficient heuristic in manufacturing cell formation for Group Technology applications", *Int. J. of Prod. Res.*, Vol 28, Nº 1.
- Hirata, H. (1989), "Subjetividade e Produtividade: Individuo e Coletivo no processo de Trabalho", Apresentado no Simpósio Internacional "Políticas de Gestão, Relações de Trabalho e Produção Simbólica". USP/FEA-FFLCH, São Paulo, Brasil.
- Hirsch-Kreinsen, H., Schultz-Wild, R. (1990), "Skilled and cooperative production work in Computer Integrated Manufacturing", apresentado em IFAC 1990, URSS.
- Kusiak, A. (1990), *Intelligent Manufacturing Systems*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, EUA.

- Levin, M. (1990), "Participative Design of new Technology: How workers participation shaped an efficient new work organisation", apresentado em IFAC 1990, URSS.
- Liang, G.S., Wang, M.J.J. (1991), "A fuzzy multi-criteria decision-making method for facility site selection", *Int. J. of Prod. Res.*, Vol. 29, Nº 11.
- Martensson, L.K. (1990), "Flexible man in automated manufacturing and assembly systems", apresentado em IFAC 1990, URSS.
- Marx, K. (1958), *El Capital*. Editorial Atlas, Buenos Aires, Argentina.
- Minsky, M. (1975), "A framework for representing knowlegde", in P. H. Winston, (Ed.), *The Psycology of computer viston*, McGraw Hill, New York, EUA. (apud Kusiak, 1990).
- Mitrofanov, S.P. (1960), *Wissenschaftliche Grundlagen der Gruppentechnologie*. VEB Verlag Technik, Berlin RFA. (apud Arn, 1975).
- Nazzeta, R. (1992), " Um algoritmo para agrupa.....", Comunicação interna do Depto. de Comp. e Autom. da FEE, UNICAMP.
- Newell, A., Simon, H.A.(1956), "The Logic Theory Machine: A Complex Information Processing System", *IRE Transactions on Information Theory*, Vol IT-2, Nº 3, PP 61-79. (apud Fox, 1987).
- Niwa, K. (1989), "Comparison and selection of knowledge representation schemes", in A. Kusiak (Ed.), *Knowledge-Based Systems in Manufacturing*, Taylor & Francis, London, UK.
- Niwa, K., Sasaki, K., Ihara, K. (1984), "An experimental comparison of knowledge representation schemes", *The AI Magazine*, Vol Nº 5, Nº 2.
- Opitz, H. (1968), *Werkstückbeschreibendes Klassifizierungssystem*. W Giradet,

- Berlin, RFA. (apud Arn, 1975).
- Peryam, D.R., Pilgrim, F.J. (1957), "Hedonic Scale method of measuring food preference", *Food Technology*, 11:9, EUA.(apud Spears e Vaden, 1985)
- Pham, D.T., Pham, P.T.N. (1988), "Expert Systems, A Review", in D.T. Pham, (Ed.), *Expert Systems in Engeneering*. IFS Publications, Kempston, UK., and Springer Verlag, New York. (apud Kusiak, 1990).
- Proença, A., Mansur Caulliraux, H. (1988), "Desintegração Integrada: un novo padrão de organização industrial ?", Apresentado no Seminário "Padrões Tecnológicos e Políticas de Gestão: Processos de Trabalho na indústria Brasileira", São Paulo, Brasil. (25/11/88)
- Raoot, A. D., Rakshit, A. (1991), "A fuzzy approach to facilities lay-out planning". *Int. J. of Prod. Res.*, Vol. 29, Nº4.
- Rosenbrock, H.H. (1981), "Engeneers and the work people do", *IEEE Control Systems Magazine*, Vol. Nº 1, Nº3.
- Rowe, N.C. (1988), *Artificial Intelligence through Prolog*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, EUA.
- Sathi, A., Fox, M.S., and Greenberg, M (1985), "Representation of Activity Knowledge for Project Management", *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol PAMI-7, Nº 5, September 1985, pp 531-552.
- Schlemenson, A. (1988), *Análisis Organizacional y Empresa Unipersonal: Crisis y conflicto en contextos turbulentos*. Paidos, Buenos Aires, Argentina
- Schildt, H. (1989), *Inteligência Artificial utilizando Linguagem C*. Mc Graw Hill Ltda., São Paulo, Brasil.
- Sério, L.C. (1990), *Tecnologia de Grupo no Planejamento de um Sistema Produtivo*,

Ícone Editora, São Paulo, Brasil.

Spears, M.C., Vaden, A.G. (1985), *Foodservice Organizations, A managerial and Systems Approach*, Macmillan Publishing Company, New York, EUA.

Spink, P. (1979), "Teoría e Prática no planejamento do trabalho: Reflexões acerca de uma área em confusão". Ensaio apresentado no II Seminário Internacional de Produtividade e Humanização do Trabalho. São Paulo, Brasil.

Stoll, H.W., (1986), "Design for Manufacture: An Overview", *ASME Applied Mechanics Reviews*, Vol 39, Nº 9 (September 1986).

Watt, B.K., Merrill, A.L., (1950), *Composition of Foods*, U.S. Department of Agriculture, Washington DC, EUA.

Wilson, E.D., Fisher, K.H., Fuqua, M.E. (1975), *Principles of Nutrition*, John Wiley & Sons, EUA.

Winston, P.H., Horn, B.K.P. (1984), *LISP*, Addison-Wesley. Reading, Massachusetts, EUA. (apud Kusiak, 1990).

Young, R.E., Mayer, R. (1984), *The Information Dilema: To conceptualize Manufacturing as an information Process*. *Industrial Engineering*, Sep, p. 28-34.