

## A INTEGRAÇÃO DA MANUFATURA NA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

Carlos Alberto Marques Couto

Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT  
Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP.  
Telex (021) 23468 FINE BR, Rio de Janeiro, RJ

### Resumo

A automação da manufatura, juntamente com o controle de processos, são as divisões da Automação Industrial, um dos planos industriais do 1º PLANIN. Neste trabalho, mostramos a evolução do conceito de automação em função dos avanços tecnológicos observados pela micro-eletrônica. Caracterizamos os aspectos coincidentes entre a automação e a integração da manufatura por computador - IMC. Sugerimos a necessidade de estudar a arquitetura da IMC, em função dos modelos existentes. As dificuldades de implantação da IMC são devidas principalmente à falta de consenso de arquitetura, visto que a tecnologia de componentes se encontra em desenvolvimento. A apresentação de algumas sugestões para implementação da IMC indicam a necessidade das nossas indústrias atingirem um estágio mínimo de organização e uma participação das Universidades e Institutos de Pesquisa neste processo. Verificamos ainda, a adequação dos programas de apoio à automação em vigência na FINEP, com as sugestões apresentadas no 1º Seminário de Integração da Manufatura na Indústria Metal-Mecânica - Análise Prospectiva, recentemente realizado na FINEP.

### Manufacturing Integration in the Mechanical Industry

#### Abstract

The automation of manufacturing in conjunction with process control are divisions of Industrial Automation, which is one of the areas of the first PLANIN.

In this paper we analyse the concept of evolution in automation, in function of technological advances observed in microelectronics. We characterize some correlations between automation and computer integration manufacturing - CIM. We suggest the necessity of studying the CIM architecture in light of existing models. The difficulties of CIM implementation are mainly due to the lack of an overall integration strategy, because the technology of the components is being developed.

The presentation of suggestions for CIM implementation, show both the necessity of our industries to achieve a minimum stage of organization and the participation of Universities and Research Institutes in the process. We also verify the compatibility of FINEP's programs with the suggestions presented at the first seminar of manufacturing recently held at FINEP.

### 1. INTRODUÇÃO

O Primeiro Plano Nacional de Desenvolvimento da Nova República, abrangendo o período de 1986 a 1989, prevê como estratégia industrial algumas ações dentre as quais explicitamos:

- "desenvolvimento das atividades produtivas no campo da informática e microeletrônica, da química fina e da mecânica de precisão";

- "desenvolvimento da capacitação tecnológica nacional, particularmente nos setores de ponta - microeletrônica, biotecnologia e novos materiais";

Como Ação Setorial em Bens de Capital, o IPND (1985), estabelece as medidas;

- "incentivo à normatização e padronização industrial";

- "apoio a projetos para incorporação de componentes eletrônicos;
- "maior integração e cooperação entre universidades, institutos de pesquisa, centros de tecnologia e as empresas do setor, incentivando-se, por um lado, maior adequação dos projetos desenvolvidos pela comunidade técnico-científica às reais necessidades da indústria e por outro, a transferência, pelas empresas, sobretudo estatais, aos centros de pesquisa, das tecnologias adquiridas no exterior ou já consolidadas nacionalmente".

A questão da informática no Brasil teve, em outubro de 1984, a aprovação da Lei de Informática, quando foram estabelecidos os "... princípios, objetivos e diretrizes da Política Nacional de Informática, seus fins e mecanismos de formulação, ... o Conselho Nacional de Informática e Automação - CONIN, dispõe sobre a Secretaria Especial de Informática - SEI, ..., institui o Plano Nacional de Informática e Automação...". (Fregni, 1985).

Cabe ao CONIN, (in Fregni, 1985) "propor, a cada 3(três) anos, ao Presidente da República o Plano Nacional de Informática e Automação, a ser aprovado e anualmente avaliado pelo Congresso Nacional, e supervisionar sua execução".

Compete à SEI (in Fregni, 1985) dentre outras atribuições, "elaborar a proposta do Plano Nacional de Informática e Automação, submetê-la ao Conselho Nacional de Informática e Automação e executá-la na sua área de competência", bem como "analisar e decidir sobre os projetos de desenvolvimento e produção de bens de informática".

Atualmente, está em vigência o 1º PLANIN, composto por planos setoriais; dentre os quais se insere a Automação Industrial. Esta se subdivide em duas áreas; Controle de Processos e Automação da Manufatura. No documento Automação da Manufatura, elaborado pela SEI, versão de 20 de março de 1987, constam propostas de aperfeiçoamento nas áreas de computação gráfica, CAD/CAM/CAE e Processamento de Imagens, CNC e Robótica e Sistemas Integrados de Manufatura.

Observamos assim uma orientação clara no sentido de incorporar o computador na indústria, através da integração progressiva da manufatura.

Decorre que a introdução de novas tecnologias de produção, baseadas em microprocessadores, se sustenta numa organização eficiente, em conceitos de codificação, normatização, tecnologia de grupo, etc, muitas vezes inexistentes em nossas empresas.

No caso específico das indústrias metal-mecânicas, são grandes as dificuldades de controle, devido aos vários itens processados simultaneamente. Nesse sentido, a programação de carga de máquinas, o controle de estoques e do fluxo de materiais, o planeja-

mento, a programação e o controle de produção, assumem papel relevante na garantia da eficiência e produtividade.

Visando o debate do tema e promovendo desta forma uma interação entre universidades, institutos de pesquisa, instituições e empresas atuantes no setor, a FINEP promoveu nos dias 09 e 10 de abril de 1987, o seminário Integração da Manufatura na Indústria Metal-Mecânica - Análise Prospectiva.

Com o presente trabalho, nos propomos a caracterizar pontos coincidentes entre automação e integração, apresentar algumas arquiteturas de integração e avaliar a adequação dos programas da FINEP às questões propostas no seminário de Integração da Manufatura.

## 2. FORMAS DE AUTOMAÇÃO

### 2.1 - CONSIDERAÇÕES SOBRE AUTOMAÇÃO

O conceito de automação, com as novas tecnologias de produção baseadas em microeletrônica, tem sofrido um crescente processo de evolução. Talvez seja esta uma das razões que justifique a afirmativa de Bell (in Kaplinsky, 1984) sobre a inadequação da literatura existente sobre o assunto.

Por um lado, Kaplinsky avalia a tendência de se definir a automação como a substituição do trabalho mental e manual pela máquina. Por outro, utilizando a apreciação de Thomas (in Kaplinsky, 1984), a "automação é uma tecnologia completamente distinta da mecanização e é voltada para a substituição ou auxílio ao esforço mental do homem, distinto do auxílio ao esforço físico do homem". Esta conceitualização possui grande analogia com a cibernética. Baseia-se na capacidade da máquina introduzir modificações no processo, através da avaliação dos dados (feed-back control). Neste caso, Kaplinsky julga inadequado não considerar como automação equipamentos de alta produção, como linhas de transferência rígidas, que não possuem dispositivos de julgamento.

A abrangência dos conceitos de mecanização e realimentação foi observada por Bright (in Kaplinsky, 1984) ao estabelecer dezesseis níveis de automação. O mais elevado dos níveis, de número dezessete, "avalia a ação requerida e promove os ajustes necessários para provê-la". Também Amber and Amber (in Kaplinsky, 1984) estabeleceu critérios para avaliação do nível de automação. A décima fase, a mais alta, prevê uma substituição ao atributo humano do domínio, através do comando de outros equipamentos, considerado por Kaplinsky fora da realidade.

Após citar Bell e Coombs como aqueles que reconheceram as diferenças da automação e função da evolução tecnológica, ainda assim Kaplinsky considerou insuficiente os conceitos emitidos sobre automação. Isto porque somente uma das esferas da produção estaria sendo analisada, como veremos no § 2.2.

## 2.2 - A AUTOMAÇÃO SEGUNDO KAPLINSKY

A divisão de funções em uma empresa industrial, na fase pré-eletrônica, pode ser apresentada conforme a figura 1.

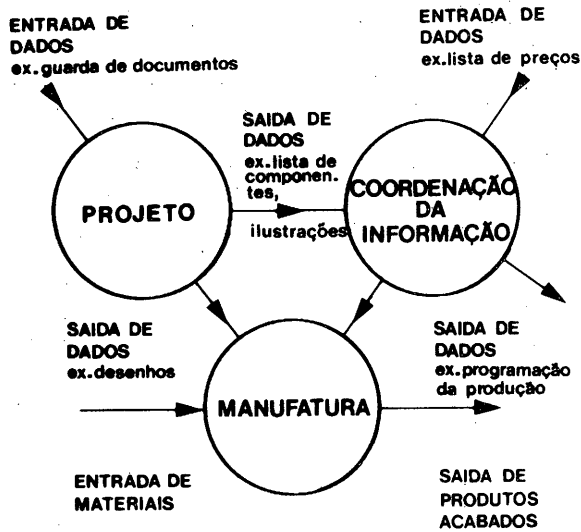


Fig. 1

Fonte: Kaplinsky (1984).

Cada uma das esferas possui um dimensionamento coerente com o nível de tecnologia do produto, o tipo de produção e outras variáveis. Por exemplo, se estamos analisando uma indústria que trabalha com produtos simples, de baixo nível tecnológico, provavelmente a esfera do projeto será pouco desenvolvida. No caso em que sejam vários os produtos fabricados, com muitos itens em processo, tanto a manufatura como a coordenação da informação deverão ter um peso representativo.

Os parâmetros para avaliar o nível de automação, cobertos pela literatura, se referem basicamente à esfera da manufatura. Ocorre que o processo de automação pode se desenvolver de uma forma independente em cada uma das esferas consideradas. A partir destas observações, Kaplinsky (1984) estabeleceu três diferentes tipos de automação: Intra-atividade, Intra-esfera e Inter-esfera.

### 2.2.1 INTRA-ATIVIDADE

A automação intra-atividade, conforme indica a figura 2, representa a substituição de uma operação manual por uma máquina, independente do nível de complexidade desta substituição. O que caracteriza este tipo de automação, é o seu isolamento dentro da esfera considerada, referindo-se a uma atividade específica. Sistemas de desenho automático, dispositivos de fabricação, dispositivos automáticos de teste, são exemplos que caracterizam a automação intra-atividade.

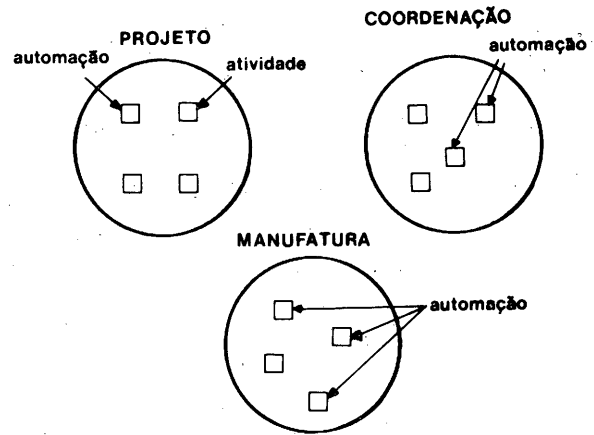


Fig. 2

Fonte: Kaplinsky (1984).

### 2.2.2 INTRA-ESFERA

A automação intra-esfera, conforme apresentado na figura 3, indica a ligação de atividades anteriormente desenvolvidas de forma independente, e agora executadas de forma conjunta. As linhas de montagem, as linhas de transferência e recentemente as células e sistemas flexíveis de manufatura são exemplos da automação intra-esfera.

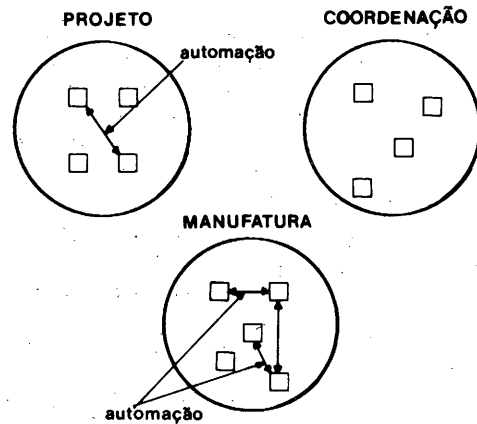


Fig. 3

Fonte: Kaplinsky (1984).

### 2.2.3 INTER-ESFERA

Neste caso, a automação promove a ligação de atividades entre as esferas de projeto, manufatura e coordenação, conforme apresentado na figura 4:

Um exemplo característico é a junção entre o projeto e a manufatura, quando parâ-

tros de projeto são usados para programar máquinas ferramenta.

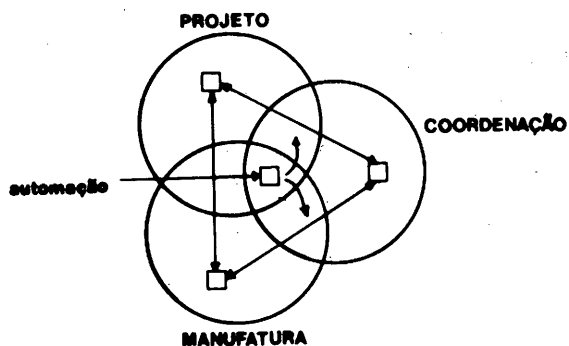


Fig. 4

Fonte: Kaplinsky (1984).

A automação inter-esfera, apresentada por Kaplinsky, representa uma tendência futura de integração da manufatura. Este conceito também tem sido estudado através da Integração da Manufatura por Computador - IMC (Computer Integrated Manufacturing - CIM), não havendo ainda uma concordância geral sobre a abrangência do termo, assunto que trataremos a seguir.

### 3. A INTEGRAÇÃO DA MANUFATURA

#### 3.1 - CONCEITUAÇÃO

Ao pesquisar sobre a conceituação da Integração da Manufatura por Computador - IMC, Boaden (1986) consultou um número superior a cinquenta livros e artigos relativos ao assunto. A partir destes dados, foram selecionadas trinta e quatro definições, divididas em dez categorias:

- (1) - "A computarização das principais funções de uma organização";
- (2) - "Uma filosofia ou ferramenta para uma gerência estratégica";
- (3) - "Uma visão da organização como um todo";
- (4) - "Um exercício em gerência da informação";
- (5) - "Um sistema de computação operando a partir de uma base de dados única";
- (6) - "Um sistema de realimentação fechado";
- (7) - "Um sistema que permite uma melhor resposta de organização às condições de mercado";
- (8) - "Um sistema integrado PAC/FAC (Projeto Assistido por Computador/Fabricação Assistida por Computador);
- (9) - "O uso da mais avançada tecnologia da manufatura";
- (10) - "Um sistema que promove um grande impacto nas pessoas";

a partir destas dez categorias, foram formadas três classes:

- A - Definições voltadas para a organização como um todo, abrangendo as categorias (1), (2) e (3).
- B - Definições voltadas para sistemas de informação, englobando as categorias (4), (5), (6) e (7).
- C - Definições caracterizando os componentes reunindo as categorias (8), (9) e (10).

No quadro da figura 5, apresentamos a incidência do número de definições por categoria, versus classes gerais;

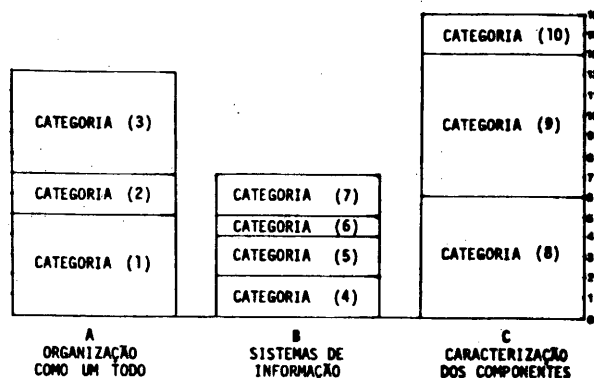


Fig. 5

Fonte: Boaden (1986).

A observação da figura 5 nos mostra uma incidência maior de definições nas categorias (1), (3), (8) e (9). Estes aspectos foram analisados por Boaden (1986), que se posicionou favorável à categoria (3), ou seja, "a integração da manufatura deve ser uma visão da organização como um todo". Nesta decisão, foram consideradas menos significativas outras categorias que, a nosso ver, merecem alguns comentários. Por exemplo, na categoria (1) foi apresentada por Wills and Sullivan (in Boaden, 1986) a definição; "o núcleo da IMC é a integração do projeto, manufatura, distribuição e funções financeiras em um sistema coerente apoiado por computadores". Na categoria (8), Vernadat (in Boaden, 1986) nos diz que: "IMC é a integração do projeto assistido por computador, manufatura assistida por computador e gerência da produção". A IMC não deve ser caracterizada por funções ou departamentos existentes, mas sim por um conceito global ou filosófico, que congrega a organização como um todo.

Retornando ao § 2.2.3, observamos que a automação inter-esfera proposta por Kaplinsky,

envolvendo as funções de projeto, manufatura e coordenação pode ser considerada uma fase embrionária da IMC. Isto porque, na automação inter-esfera, ainda se caracteriza uma divisão funcional ou departamental, de acordo com as definições vistas no parágrafo anterior, nas categorias (1) e (8). Na realidade, a divisão funcional é um instrumento de avaliação da IMC.

### 3.2 - ALGUNS MODELOS DE INTEGRAÇÃO DA MANUFATURA POR COMPUTADOR

A partir da análise conceitual efetuada no § 3.1, julgamos oportuna a apresentação de alguns modelos de IMC, tecendo alguns comentários sobre os mesmos.

#### 3.2.1 - SISTEMA ESPRIT - Fig. 6

O modelo se baseia em pesquisas empreendidas pela "Commission of the European Communities - CEC" do programa da "European Strategic Planning for Research in Information Technology - ESPRIT" (Yeomans, 1985).

As atividades são grupadas em cinco divisões principais:

- Projeto Assistido por Computador - PAC;
- Engenharia da Produção Assistida por Computador - EPAC;
- Fabricação Assistida por Computador - FAC;
- Transporte e Armazenagem Assistidos por Computador - TAAC;
- Planejamento da Produção Assistido por Computador - PPAC;

que possuem funções específicas e detalhadas em sub-sistemas, conforme pode ser observado na figura 6.

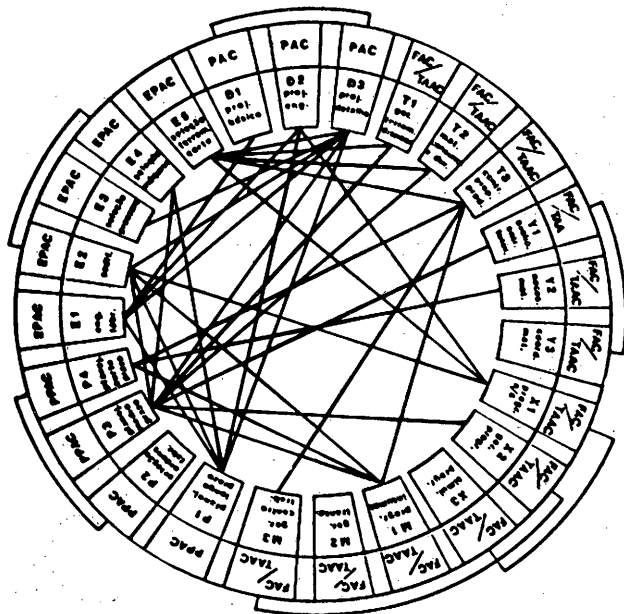


Fig. 6

Fonte: Yeomans e outros (1985)

#### 3.2.2 - SISTEMA CONCEITO TOTAL - Fig. 7

Neste caso, as atividades são grupadas em quatro divisões principais:

- Banco de Dados;
- Processos e Técnicas;
- Materiais;
- Equipamentos e Ferramentas.

É interessante notar que o controle de qualidade está representado no Banco de Dados, Processos e Técnicas, Equipamentos e Ferramentas.

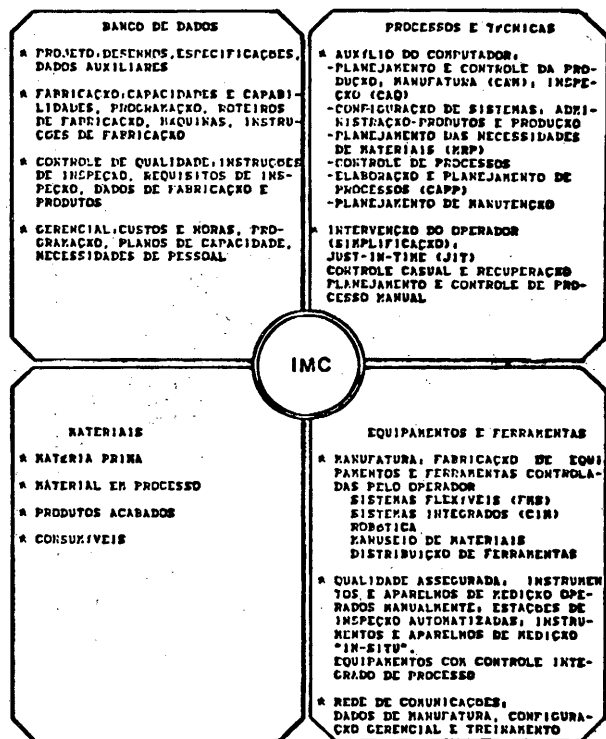


Fig. 7

Fonte: Benzin (1985)

#### 3.2.3 - SISTEMA INGERSOLL ENGINEERS - Fig. 8

A configuração proposta apresenta uma abrangência sobre a maioria das atividades desenvolvidas na organização. Os grupamentos podem ser explicitados nas divisões:

- Planejamento e estratégia global;
- Contabilidade, Suprimentos, Mercado, Vendas;
- Pesquisa e Desenvolvimento, Métodos, Fabricação, SFM, Treinamento, Qualidade;
- Finanças.

Algumas atividades classificadas no sistema ESPRIT como PAC ou FAC estão reunidas em Pesquisa e Desenvolvimento. O PAC novamente surge em Métodos e FAC na Fabricação, denotando um tratamento diferenciado do projeto e fabricação relativos a Pesquisa e Desenvolvimento.

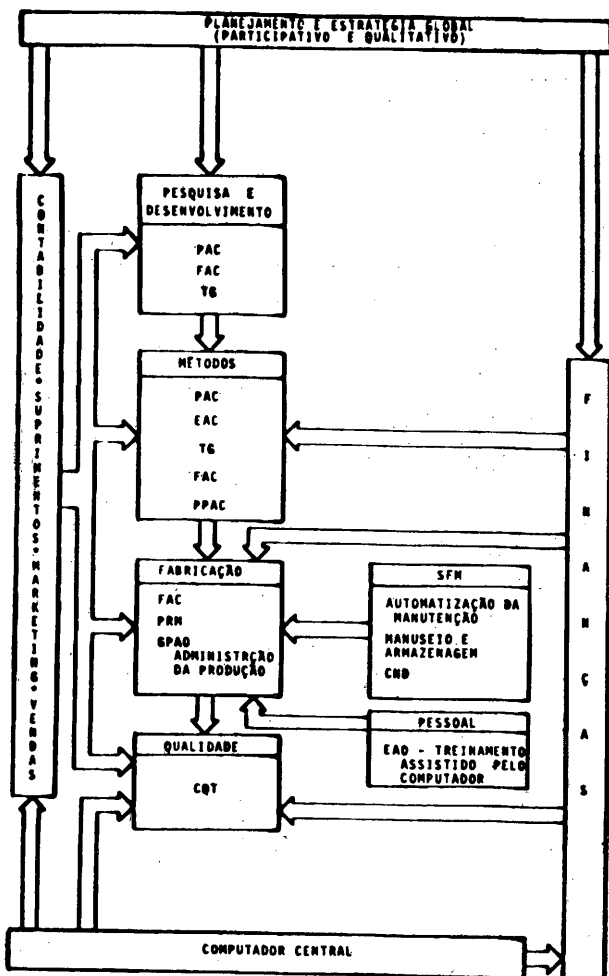


Fig. 8

Fonte: Ingersoll Engineers.

### 3.2.4 - SISTEMA SIEMENS - Fig. 9

O sistema pode ser representado por cinco divisões:

- Planejamento de Programação - PP;
- Engenharia Assistida por Computador - EAC;
  - . Projeto Assistido por Computador - PAC;
  - . Planejamento Assistido por Computador - P&AC;
- Planejamento e Controle de Produção - PCP, associado a Planejamento e Necessidade de Materiais - PNM;
- Controle de Qualidade Assistido por Computador - CQAC;
- Fabricação Assistida por Computador - FAC.

Em relação ao sistema ESPRIT apresentado no § 3.2.1., observamos a inclusão do Controle de Qualidade. Por outro lado, a Engenharia Assistida por Computador abrange o Projeto Assistido por Computador e o Planejamento Assistido por Computador.

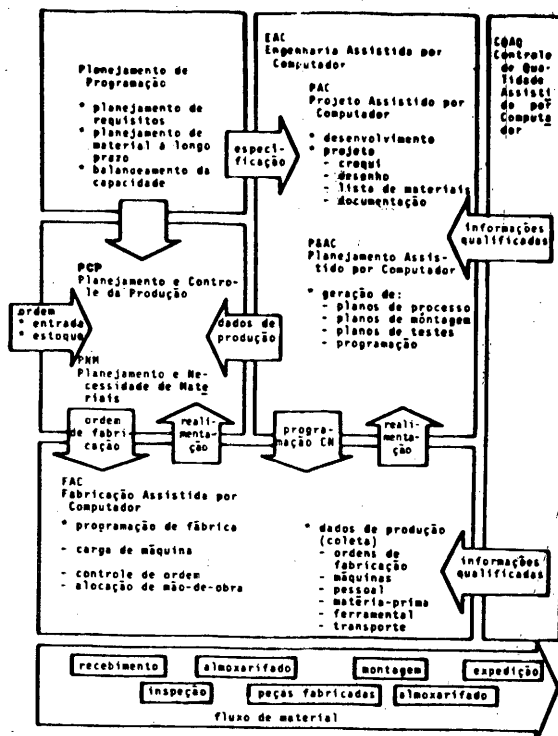


Fig. 9

Fonte: Siemens (in Bullinger, 1985).

### 3.2.5 - SISTEMA ARTHUR ANDERSEN - Fig. 10

Divisões apresentadas:

- Projeto Assistido por Computador - PAC;
- Tecnologia de Grupo - TG;
- Planejamento e Controle da Produção - PCP;
- Manipulação Automática de Materiais - MAM;
- Fabricação Assistida por Computador - FAC;
- Robótica.

O sistema prioriza algumas divisões, tais como Manipulação Automática de Materiais e Robótica.

O conceito fundamental é a integração, pela informática, destas seis divisões desenvolvidas independentemente ao longo do tempo.

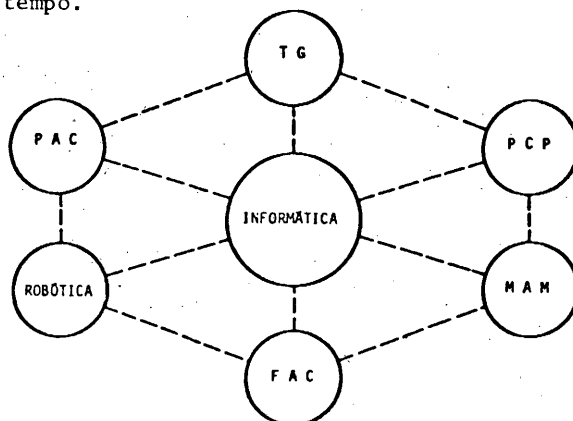


Fig. 10

Fonte: Arthur Andersen.

3.2.6 - SISTEMA AMERICAN MACHINIST - Fig. 11

O sistema é identificado por quatro divisões:

- Gerência de Operações - GO;
- Engenharia de Projeto & Fabricação - EP&F;
- Fabricação - F;
- Armazenagem & Recuperação - A&R.

As divisões convergem para uma gerência de dados, que centraliza as decisões.

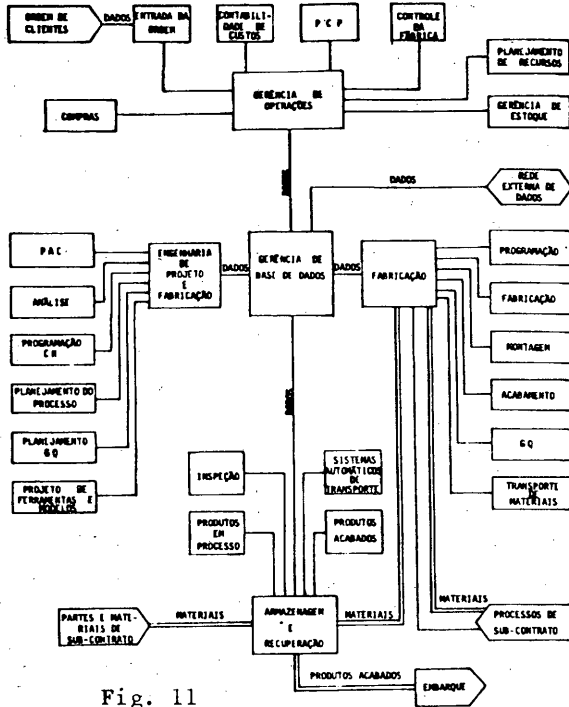


Fig. 11

Fonte: American Machinist.

3.2.7 - SISTEMA ST - GD - Fig. 12

O modelo reúne três níveis principais, caracterizados por:

- Sistema de Planejamento de Recursos da Fabricação;
- Sistema de Projeto e Fabricação;
- Sistema Administrativo e Financeiro.

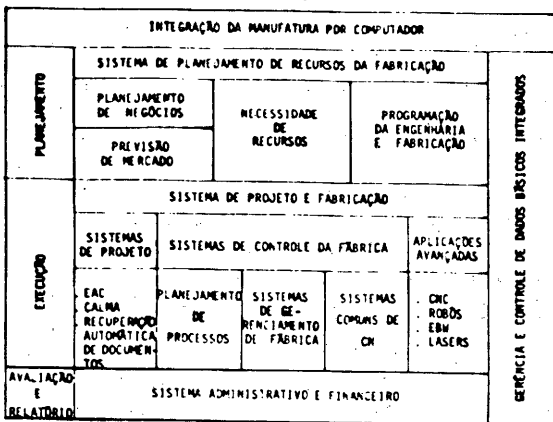


Fig. 12

Fonte: ST-GD (in Searle e outros, 1985).

3.2.8 - SISTEMA SME - Fig. 13

As divisões apresentadas são:

- Engenharia de Projetos;
- Planejamento da Fabricação;
- Controle da Fabricação;
- Automação de Fábrica.

circundadas por:

- Fatores humanos;
- Produtividade;
- Tecnologia do Computador;
- Educação/Desenvolvimento Profissional.

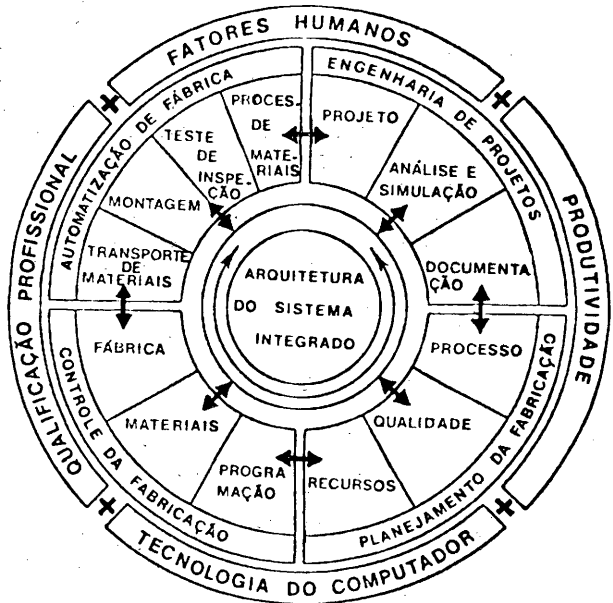


Fig. 13

Fonte: SME Newsletter, abr/1985 (in ECE, 1986).

3.2.9 - SISTEMA CRONOLÓGICO - Fig. 14

Neste caso, a representação do sistema indica uma analogia com os conceitos estabelecidos no § 2.2, onde a coordenação da informação é definida como planificação e controle. A implementação de metodologias e tecnologias é distribuída ao longo do tempo, indicando um caminho natural para a Integração.

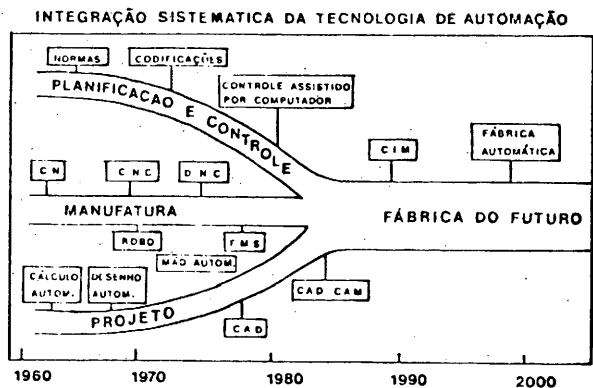


Fig. 14

Fonte: Rovetta, (1986).

### 3.3-ASPECTOS DA INTEGRAÇÃO

Segundo Sadowsky (1984), "faltam líderes executivos com a percepção de entender a Integração da Manufatura como algo mais do que um desafio puramente técnico, mas também, e principalmente, como um desafio gerencial". Esta afirmativa foi feita nos EUA que, em fins de setenta e início dos anos oitenta, observou uma crescente utilização de aplicativos nas áreas de fabricação e controle de estoques assistidos por computador. Ocorre que estes desenvolvimentos, na maioria das vezes, não foram projetados com uma visão de Integração da Manufatura. Conforme vimos no § 2.2.2, a aplicação usualmente visava a automação intra-esfera, e não a inter-esfera. É evidente que com isso não estamos dizendo que a automação intra-esfera seja simples. Como exemplo, apresentamos na figura 15 os maiores componentes tecnológicos que se encontram em um sistema flexível de manufatura. (classificado como automação intra-esfera).

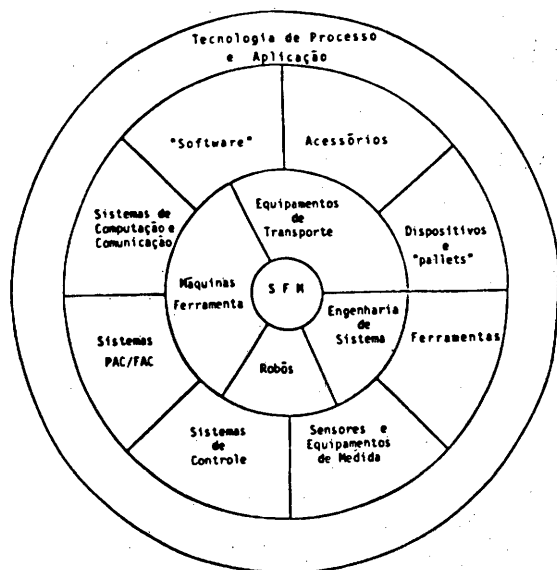


Fig. 15

Fonte: ECE, (1986)

Os componentes básicos da Integração da Manufatura são o computador e o "software" que faz o sistema operar. A base de dados e a rede local permitem a comunicação entre sistemas de inteligência artificial, máquinas de controle numérico, células e sistemas flexíveis de manufatura, controles adaptativos e robôs.

Como consequência do tipo de operação desenvolvida pelo computador, existe uma hierarquia a ser observada, de tal forma que o fluxo de informações seja ordenado e permita o funcionamento global do sistema.

A conexão dos diversos equipamentos (Cross, 1984) é relativamente simples. "A Interconexão de Sistemas Computacionais Abertos, isto é, interconexão independente de fabricante e tipo de equipamento, é possível através da utilização do Modelo de Referência OSI da

ISO". (Mendes e outros, 1987).

A partir destas considerações, surge uma questão fundamental. Qual o melhor caminho a ser seguido para iniciarmos um processo de Integração da Manufatura? Este tema foi analisado no Seminário Integração da Manufatura na Indústria Metal-Mecânica, e algumas sugestões são apresentadas a seguir.

### 3.4 - SUGESTÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO

Segundo Agostinho (1987), deve haver um estágio inicial, onde deverá se processar a disseminação de conceitos fundamentais, tipo tolerância, roteiros de fabricação, desenhos estruturados, etc;

- no SENAI, através da formação de mão-de-obra;
- nas Escolas de Engenharia, na formação de cursos de Engenharia de Manufatura;
- no nível governamental, com a necessária divulgação da estruturação básica dos conceitos de organização industrial, talvez fazendo parte de uma política industrial em termos estruturais, para pequenas e médias empresas".

Após alcançar a infraestrutura básica, sete estágios deverão ser implementados:

Estágio 1 - "Automação dos processos tecnológicos/operações através da tecnologia NC. (Uma condição importante neste estágio é que os comandos CNC devem permitir conexões com outras máquinas e/ou computadores).

Estágio 2 - Aplicação de Tecnologia de Grupo para a formação de células de manufatura. A aplicação de tecnologia de grupo deve ser feita de modo a se formar as células com a maior parte das máquinas-ferramenta CNC, de modo a permitir integração futura.

Estágio 3 - Aplicação de sistemas automáticos de fabricação juntamente com as máquinas-ferramenta CNC, principalmente na carga e descarga.

Estágio 4 - Aplicação dos princípios e componentes comuns a sistemas de produção automatizados na integração de máquinas-ferramenta convencionais e CNC controlados por mini/microcomputadores.

Estágio 5 - Aplicação dos sistemas automáticos flexíveis para transporte e estocagem de peças nas células já previamente instaladas. Formação dos Sistemas Flexíveis de Manufatura.

Estágio 6 - Aplicação de sistemas gráficos CAD-CAM (Computer Aided Design - Computer Aided Manufacturing), um sistema integrado de "hardware" e "software", que permite a integração do fluxo de informações de engenharia e manufatura.

Estágio 7 - Fábrica altamente automatizada, controlada por um conjunto hierárquico de computadores, com mínimas necessidades de mão-de-obra".



Para apoio à implantação dos estágios propostos, deverão participar ativamente os Centros de Pesquisa e Escolas de Engenharia no desenvolvimento de tecnologias e aplicação de tecnologias existentes e ainda não disseminadas no meio industrial.

As alternativas deverão ser analisadas segundo os aspectos:

- "adequação à possibilidade de fornecimento de equipamentos e máquinas-ferramenta pelos fornecedores nacionais";
- "estágio atual de desenvolvimento dos sistemas automáticos de carga, descarga e transporte de materiais e ferramentas";
- "tecnologia nacional disponível para integração de máquinas-ferramenta e computadores";
- "hardwares à disposição, tanto para máquinas-ferramenta quanto para computadores";
- "análise de pontos de equilíbrio que leve em consideração, sob o aspecto de custo, do grau de automação adequado ao custo de mão-de-obra no momento";
- "estágio inicial das pesquisas neste campo, pelos órgãos de pesquisas, universidades e centros de formação de mão-de-obra";

Visando uma redução de estoques no início da implantação, possibilitando assim uma maior disponibilidade financeira para a continuidade do processo de integração, Serio (1987) sugere:

- 1 - "a compra de insumos por controle de fluxo, ao invés de controle de estoque";
- 2 - "o lay-out por célula, ao invés do lay-out funcional";
- 3 - "a classificação e codificação de produtos, componentes e ferramentas";
- 4 - "a análise de valor de produtos componentes";
- 5 - "a redução de variedades de produtos, componentes e materiais";
- 6 - "a padronização de produtos e componentes";
- 7 - "o desenvolvimento tecnológico dos métodos de produção".

As sugestões voltadas para órgãos financiadores, enfocaram:

- a criação de banco de dados e divulgação dos nomes significativos na área e as atividades desenvolvidas;
- a realização de seminários para a disseminação dos conhecimentos em Integração de Manufatura;
- a criação de mecanismos para a introdução de metodologias e tecnologias em pequenas e médias empresas;
- a criação de laboratórios de automação/robótica/controle numérico/etc., nas universidades e institutos de pesquisa;
- o apoio ao estudo de arquiteturas de integração e desmembramento em sub-

sistemas, que seriam desenvolvidos por diferentes instituições de ensino e pesquisa, de forma conjunta.

#### 4. APOIO A PROJETOS DE AUTOMAÇÃO

A FINEP possui programas específicos para apoio a projetos em automação, nos setores de microeletrônica, "software", equipamentos, instrumentação e teleinformática. Estas linhas de financiamento são voltadas para universidades, centros de pesquisa, empresas de consultoria, instituições governamentais, indústrias, associações e outras, tendo como objetivo o desenvolvimento da ciência e tecnologia.

No Programa de Automação da Manufatura e Controle de Processos - PAI, podemos explicar alguns projetos apoiáveis:

- computação gráfica e CAD/CAM;
- CNC e robótica;
- integração de sistemas de manufatura;
- desenvolvimento de técnicas de processamento distribuído;
- sensores e atuadores digitais;
- levantamento e análise de impactos sócio-econômicos resultantes da automação;
- normatização, homologação e certificação de produtos e serviços de automação.

O Programa de Apoio à Metal-Mecânica - PAMM trata dos projetos dos setores de máquinas, equipamentos e bens de capital. São enquadráveis as solicitações que visam a automação industrial, integração da manufatura, tecnologia industrial básica (metrologia, normatização, qualidade e propriedade industrial), além de outras atividades aqui não mencionadas, onde a participação da mecânica é representativa.

Deve ser observado que, havendo uma escolha inadequada de um dos programas pelo solicitante, o encaminhamento correto será feito internamente à FINEP, para a devida apreciação do projeto.

#### 5. CONCLUSÕES

A evolução do conceito de automação da manufatura, como consequência dos avanços tecnológicos observados pela microeletrônica, é uma ferramenta para a avaliação da Integração da Manufatura por Computador - IMC.

A diversidade dos modelos de IMC existentes, nos mostram a necessidade de estabelecermos uma arquitetura adequada ao estágio tecnológico em que se encontram as indústrias metal-mecânicas do país. Neste processo, é fundamental a participação de universidades e institutos de pesquisa em conjunto com as indústrias.

Observamos que as sugestões apresentadas no 1º Seminário de Integração da Manufatura na Indústria Metal-Mecânica - Análise Prospectiva, são apoiáveis através do Pro-

grama de Automação da Manufatura e Controle de Processos - PAI e Programas de Apoio à Metal-Mecânica - PAMM, em operação pela FINEP.

Por último, verificamos a adequação das linhas de apoio em Automação Industrial em relação à Lei de Informática.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Agostinho, O.L., (1987). "Manufatura Integrada por Computador". 1º Seminário para Planejamento Estratégico - Integração da Manufatura, FINEP, RJ, abril/1987.
- American Machinist, (1982) in CAD/CAM, Selected Articles on Advanced Manufacturing Technologies, Technology Assessment Directorate, Ottawa, (3a. ed.).
- Arthur Andersen, (citado por L.C.Serio, in 1º Seminário para Planejamento Estratégico - Integração da Manufatura, FINEP, RJ, abril/1987).
- Benzin, R.W., (1985). "Total System Concept in the Factory of the Future", Science Applications International Co in Annual Int. I.E. Conference Proceeding (citado por Serio, L.C., in 1º Seminário para Planejamento Estratégico - Integração da Manufatura, FINEP, RJ, abril/1987).
- Boaden, R.J. & Dale, B.G., (1986). "What is Computer-Integrated Manufacturing?" Int. Journ. of Operations & Production Management, Vol. 6, nº 3: 30-37.
- Bullinger, H.J. & Warnecke, H.J. & Lentz, H.P., (1985). Toward the Factory of the Future, Proceedings of the 8th Int. Conf. on Production Research and 5th Working Conf. of the Fraunhofer - Inst. for Ind. Engineering.
- ECE - Economic Commission for Europe, (1986). FMS Recent Trends in Flexible Manufacturing, N.Y., United Nations Publication, capítulo II.
- Fregni, E., (1985). A Informática e a Nova República, S. Paulo, Hucitec, capítulo 3.
- Gross, J.L., (1984). "Components Can Be Added Gradually By Logically Mapping Out Present, Future Uses". Ind. Engineering, Vol. 16, nº 1: 28-37.
- Ingersoll Engineers, (citado por L.C. Serio, in 1º Seminário para Planejamento Estratégico - Integração da Manufatura, FINEP, RJ, abril/1987).
- Kaplinsky, R., (1984). Automation; The Technology and Society, London, Longman Group, capítulo 2.
- Mendes, J.M.; Ferreira, L.R.; Leite, J.R.E. (1987). "Interconexão de Sistemas Computacionais Abertos em Automação Industrial". Revista SBA: Controle & Automação, vol.1, nº1: 22-30.
- 1º PND, (1985). 1º Plano Nacional de Desenvolvimento da Nova República, (Projeto). Brasília, SEPLAN.
- Rovetta, A. (1986). "Curso Automação e Robótica". COPPE, RJ.
- Sadowski, R.P. (1984). "Computer-Integrated Manufacturing Series Will Apply Systems Approach to Factory of the Future". Ind. Engineering, vol.16, nº 1:35-40.
- Searle, D.R.; Kniskern, J.M. & King, F.E. (1985). "Steam Turbine Generators". Mechanical Engineering, vol.107, nº 4: 46-55.
- Serio, L.C. (1987). "Sistema Integrado de Manufatura - Organização Fabril CIM". 1º Seminário para Planejamento Estratégico - Integração da Manufatura, FINEP, RJ, abril/1987.
- Yeomans, R.W.; Choudry, A. & Ten Hagen, P.J.W. (1985). Design Rates for a CIM System, Elsevier Science Publishing.