

## Extensão

1 ou mais disciplinas isoladas (36 horas/disciplinas).  
Opção livre entre todas as disciplinas.

3 disciplinas isoladas dão direito a uma quarta, gratuita.  
Certificados de conclusão individuais por disciplina.

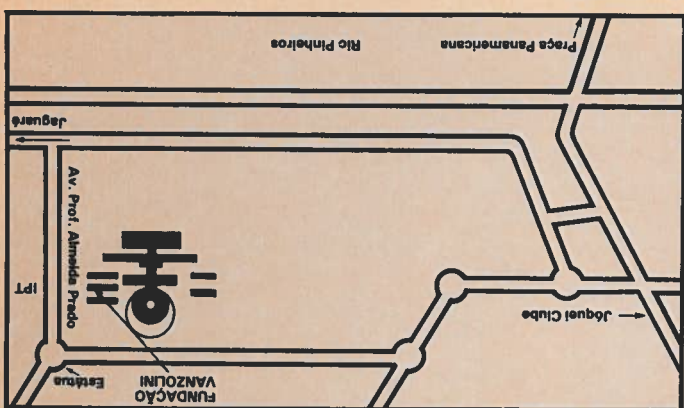
Antonio Carlos Alvarenga  
Antonio Rafael Namur Muscat  
Celso Claudio de Hildebrand e Grisi  
Clovis Eduardo Nunes Hegedus  
Djalma de Pinho Rebouças  
Ernani Beyrodt  
Fauze Najib Mattar  
Francisco Carone Filho  
Gustavo Boog  
Irineu Gustavo Nogueira Giansi  
Israel Brunstein  
João Amato Neto  
João Roberto Marino  
José Alberto Pacheco Vieira  
José Joaquim do Amaral Ferreira

Lourenço Ribeiro de Almeida  
Luis Cesar de Moura Menezes  
Marcia Terra da Silva  
Marcos Jorge Isaac  
Marcos Pontual  
Maria Regina Pinto Pereira  
Mauro Caon  
Max Barcellos Correa  
Nelson Haguiara  
Octavio Pontieri Filho  
Omar Moore de Madureira  
Ricardo André Gutierrez  
Roberto Claudio Neuding  
Roberto Marx  
Rubens Cahin  
Thadeu Eduardo de Miranda Santos

## Professores

Fones: 815-9322 (r. 3.365), 814-7366 e 815-1828  
Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2, n.º 128 - bloco D2, 1.º andar  
sala 29 e 38 (das 9 às 12h, das 13 às 18h e das 19 às 21h).  
Cidade Universitária - São Paulo - SP.

**FUNDAÇÃO VANZOLINI**



**COMO CHEGAR LÁ.**

**VANTAGENS PERMANENTES**  
1. Certificados de aprovação oficiais emitidos pela USP.  
2. Corpo docente especializado e experiente.  
3. Livros e apostilas incluídos.  
4. Bolsas de estudo de 10 a 30%, para os cursos de especialização.  
5. Qualquer disciplina ou curso pode ser ministrado em empresa, mediante consulta.

**PLANO DE PAGAMENTO**  
ESPECIALIZAÇÃO: à vista 3.273 BTRF  
Curso Anual: Taxa de inscrição: 178 BTRF  
Curso Bienal: Taxa de inscrição: 178 BTRF  
Prestações: 12 de 273 BTRF  
Curso Mensal: Taxa de inscrição: 178 BTRF  
Prestações: 24 de 144 BTRF  
EXTENSÃO (por disciplina): à vista 439 BTRF  
Parcelado: Taxa de inscrição: 60 BTRF  
Prestações: 4 de 97 BTRF  
A primeira prestação deve ser paga até o início das aulas.

Obs.: Na eventualidade de o BTRF deixar de ser utilizado como índice de correção monetária, as prestações serão atualizadas pela BTN. Caso esta última seja extinta, será empregado o IGP da FGV na mesma atualização.

**PROGRAMAÇÃO GERAL**  
CARGA HORÁRIA:  
As aulas são ministradas às 2.ª, 3.ª, 4.ª e 5.ª-feiras, das 19:30 às 22:30 h, uma disciplina por dia, totalizando, no quadriestrate, 36 horas por disciplina.

**PERÍODOS LETIVOS DOS QUADRIMESTRES:**  
• 1.º 21/01/91 a 18/04/91 • 2.º 06/05/91 a 27/06/91 a 29/07/91 a 22/08/91  
• 3.º 09/09/91 a 28/11/91  
De 07/01/91 até 17/01/91  
Documentos: • 1 foto 3x4  
• comprovante de conclusão do curso superior

**EXAME DE BOLSAS:**  
Dia 17/01/91 às 20 horas, somente para os participantes dos cursos de especialização que não sejam subsidiados por empresas.

## VAGAS LIMITADAS

# ADMINISTRAÇÃO INDUSTRIAL

## DOMINE ASSUNTOS VITAIS PARA SUA EMPRESA E CRESÇA COM ELA.

Cursos de Extensão e Especialização com ênfase em Produtividade e Qualidade.



**FUNDAÇÃO VANZOLINI**



**Escola Politécnica USP**

PORTE PAGO  
DR/SP  
ISR-40-4875/81



Unidade Postal: Cidade de S.P.

# AQUI VOCÊ TEM LIBERDADE DE ESCOLHA.

A Fundação Vanzolini dispõe de amplo espectro de disciplinas de nível de extensão (pós-graduação), sendo 12 básicas e as restantes opcionais. Estas disciplinas podem ser agrupadas em cursos de diferentes durações, em função de sua área de interesse e disponibilidade de horário. No programa estão incluídos cursos de ESPECIALIZAÇÃO (12 disciplinas) e EXTENSÃO (disciplinas isoladas). É você quem decide.

A Fundação Vanzolini é uma instituição privada, sem fins lucrativos, criada e dirigida pelo corpo docente do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Seus objetivos fundamentais são a pesquisa e o aprimoramento de ensino nas áreas de Engenharia de Produção e Administração Industrial. No cumprimento de seus objetivos, a Fundação Vanzolini presta serviços à sociedade, desenvolvendo projetos de pesquisa e programas de capacitação de recursos humanos para entidades privadas e governamentais, dentro das suas áreas de atuação. Através de convênio com a Escola Politécnica, está instalada no Campus da Universidade de São Paulo, junto ao Departamento de Engenharia de Produção, tendo, portanto, grande facilidade de utilização dos recursos humanos e materiais da Universidade.

- Curso de Administração Industrial**
- 12 disciplinas (432 horas)
  - Disciplinas e seqüência escolhidas pelo aluno.
  - Até 4 disciplinas básicas podem ser substituídas por disciplinas opcionais.

- Duração: 1 ou 2 anos.
  - 1 ano: 4 disciplinas por quadrimestre.
  - 2 anos: 12 disciplinas distribuídas em 6 quadrimestres, a critério do aluno.

## Especialização

## Disciplinas Básicas Disciplinas Opcionais

### Administração de Recursos Humanos (2.º ou 4.º feira)

- Filosofia e objeto da ARH • Fundamentos comportamentais da ARH
- Avaliação • Compensação e desenvolvimento de RH • Desenvolvimento gerencial • Relações trabalhistas.

### Administração, Indivíduo e Sociedade (4.º -feira)

- Uma filosofia de administração • Planejamento e controle sistêmicos
- A função de informação • O indivíduo na empresa • A empresa na sociedade • Evolução dos conceitos de administração e organização
- Decisão e chefia.

### Aplicações da Estatística na Administração Industrial (5.º feira)

- Modelos probabilísticos: aplicações • Decisões empresariais • Técnicas de amostragem: dimensionamento • Análise de regressão: aplicações e previsões.

### Aplicações de Modelos Determinísticos de Pesquisa Operacional (5.º -feira)

- Programação linear: composição de misturas e nível de produção
- Uso de pacotes de computador • Modelo de transporte: distribuição, programação de produção e atribuição • Branch and Bound: composição de cargas, corte de chapas e roteiros • Redes e grafos: criação de malhas, árvore mínima e fluxo.

### Contabilidade e Custos (5.º feira)

- Sistema contábil e os principais demonstrativos • Fundamentos da contabilidade de custos • Custeio direto e por absorção • Custos padrão e histórico • Custos por processo e por ordem de produção • Custos como instrumento gerencial.

### Controle da Qualidade (2.º ou 5.º feira)

- CQ, produtividade e competitividade • Criação da qualidade • Qualidade do produto e do processo • Qualidade dos fornecedores • Caracterizadores da qualidade • Controle através da inspeção x qualidade pelo processo. (Pré-requisito recomendado: Estatística).

### Engenharia Econômica - Decisões entre Alternativas (3.º ou 4.º -feira)

- Matemática financeira, juros, capitalização, amortização: Tabela Price, sistemas do BNH • Depreciação • Avaliação e seleção de alternativas de investimentos • Influência de impostos • Comprar ou alugar ("leasing").

### Finanças das Empresas (2.º ou 4.º feira)

- Objetivos e funções da administração financeira • Estrutura de capital e política de financiamento • Abertura de capital • Emissões de debêntures • Limite estrutural • Planejamento estratégico financeiro. (Pré-requisito recomendado: Contabilidade e Engenharia Econômica)

### Informática na Empresa (2.º ou 3.º -feira)

- Hardware: CPU, memórias, periféricos • Principais micros • Software: sistemas operacionais, linguagens, aplicativos, pacotes • Aula prática • Uso de processamento de dados em sistemas de produção.

### Marketing (3.º ou 5.º -feira)

- Conceito de Marketing • O ambiente • Sistemas de informações • Estrutura organizacional • Planejamento • O programa de ações • O controle.

### Planejamento, Programação e Controle de Produção (3.º feira)

- Introdução, conceitos básicos e tipos de produção • Informações básicas para P.P.C.P. • Planejamento e programação de produção • Controle.

### Projeto de Métodos e Medida do Trabalho (4.º -feira)

- Conceito e medida de produtividade • Criatividade e inovação. Análise de valores. Melhoria e eliminação de operações • Diagramas utilizados em projeto de métodos • Ergonomia e princípios de economia de movimentos • Cronometragem, avaliação de ritmo e tolerâncias • Amostragem de trabalho • Sistema M.T.M. ("Methods - Time Measurement").

### Administração de Materiais e de Compras (3.º feira)

- Administração de suprimentos: localização, desenvolvimento e controle de fornecedores • Custos: a administração, aquisição e posse • Avaliação do desempenho da administração de materiais • Técnicas de negociação.

### Administração de Projetos (2.º feira)

- Caracterização de projeto, programa e empreendimento • Planejamento, programação e controle de projetos
- Estrutura matricial • Aspectos comportamentais, administração dos conflitos • Fatores do sucesso.

### Análise Econômica para Decisões na Empresa (5.º -feira)

- Modelo econômico da empresa e sua estrutura de custos • Margem de contribuição • Programação econômica a curto prazo • Otimização da rentabilidade • Programação a longo prazo • Ajustes dinâmicos das operações.

### Arranjo Físico ("Plant Layout") - Work Shop (2.º feira)

- Tipos de arranjo físico • A formação de células produtivas e administrativas • As "minifábricas" dentro da fábrica
- Preparação para a implantação de sistemas flexíveis de manufatura • A movimentação de materiais sob o ponto de vista da Análise do Valor/Engenharia do Valor • O conceito de "KAN BAN" • Informações para o projeto • As fases do projeto • Técnicas diagramáticas para o arranjo • O conceito e implantação de células em "U" • O conceito de "LEAD TIME" • O conceito "HOUSE KEEPING" • Geração de alternativas • Apresentação do projeto dentro do conceito "JIT"

### Automação e Novas Formas de Gestão da Produção (4.º feira)

- Descrição de robôs, CNs, CLPs, FMS, CAD/CAM, sistemas de armazenagem, controle e supervisão SDCD
- JIT/Kanban • Tecnologia de grupo/Arranjo físico celular • Informática na produção: MRP/MRP II • Planejamento e impactos na organização • Jit-Game.

### Distribuição Física e Logística (3.º feira)

- Enfoque sistêmico • Operações logísticas • Conceito do custo total • Organização logística • Modelos de Decisão: localização, distribuição física e estoques (MRP, DRP) • Análise de desempenho de sistemas logísticos
- Sistemas de Informação.

### Engenharia e Análise de Valor (4.º feira) DISCIPLINA NOVA

- Aspectos comportamentais para mudanças • Identificação de oportunidades para melhoria permanente
- Engenharia e análise de valor: evolução e conceitos • Criatividade - técnica e aplicações • Análise estruturada de sistemas através da análise funcional • Identificação de pontos de estrangulamento de um sistema e aplicação da análise do valor • Desenvolvimento do produto com engenharia de valor.

### Estudo de Mercado para Expansão de Empresas (5.º -feira)

- Produto e mercado • Critério de escolha e seleção de produtos • Análise setorial • Dimensão do mercado e tamanho ótimo da fábrica • Projeção de demanda • Localização, área e volume do mercado da fábrica.

### Gerenciamento da Qualidade (2.º feira)

- Principais ferramentas gerenciais para a qualidade • Benchmarking • Kaizen • Auditorias da Qualidade • Custos da Qualidade • Planejamento estratégico para o sucesso da qualidade.

(Pré-requisito recomendado: Controle da Qualidade ou Planej. e Org. da Qualidade).

### Gestão de Operações de Serviços (2.º feira) DISCIPLINA NOVA

- Conceitualização da atividade de serviços • Sistemas prestadores de serviços: projeto, gestão da capacidade e gestão da qualidade • Administração de Recursos Humanos e a relação funcionário/cliente • Estratégia operacional • Cultura do mercado consumidor.

### Marketing: Teoria, Pesquisa e Gerência (5.º feira) DISCIPLINA NOVA

- Modelos causais implícitos à teoria de marketing • Sistematização de informações para a gerência de marketing
- O papel da pesquisa: teoria e fatos • Pesquisas: de comunicação, relativas a produtos e a uso de marcas, relativas a preços, sobre métodos e processos de distribuição, de segmentação e posicionamento, e, de imagem. (Pré-requisito recomendado: Marketing).

### Movimentação de Materiais e Transportes (2.º feira)

- Função logística na empresa • Sistemas básicos de movimentação e armazenagem • Arranjo físico • Modalidades de transporte • Roteirização/otimização dos transportes • Centros de distribuição • Estudos de casos.

### Organização e Motivação para Produtividade (3.º -feira)

- Abordagem técnica, social (motivação) e sócio-técnica • "Group technology". O modelo japonês e o C.C.Q.
- Automação na fábrica e no escritório • A prática da organização do trabalho no Brasil.

### Planejamento e Organização da Qualidade (3.º feira)

- Filosofia e linhas em qualidade • Políticas de qualidade • Organização da qualidade • Sistemas de garantia • Relações com agentes internos e externos.

### Planejamento Estratégico (5.º -feira)

- Conceitos e tipos de planejamento • Metodologias • Sistema de informação estratégica • Missão • Propósito • Posição competitiva • Cenários e análise de matrizes • Realização de um planejamento estratégico.

### Planejamento e Desenvolvimento de Produtos (4.º feira) DISCIPLINA NOVA

- Planejamento e seleção do Produto • A viabilidade do projeto: concepção e análise das soluções • O projeto básico: modelagem, otimização e ensaios do projeto • O projeto executivo: programação do projeto, projeto de componentes e peças, construção e testes dos protótipos, certificação do projeto.

# PRODUÇÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO



Volume 1 Nº 1  
outubro 1990

Uma Publicação da Associação Brasileira de Engenharia de Produção

ISSN 0103-6513

# PRODUÇÃO

Vol. 1, Nº 1, outubro de 1990

A Função de Controle nos Sistemas Integrados de Manufatura, 7  
Flávio Cesar F. Fernandes

Avaliação e Perspectivas em Ciência e Tecnologia  
na Área de Engenharia de Produção, 23

Modernização Industrial em Indústria de Mão-de-obra:  
Automação, Informatização e Inovações Organizacionais  
na Indústria do Vestuário, 41  
Silvio Roberto Souza Tavares

Entrevista, 49  
Ruy Aguiar da Silva Leme

Resenhas, 55

Orientação aos Colaboradores, 57

ABEPRO, 59

IMPRESSÃO:  SETOR INDUSTRIAL GRÁFICO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

# PRODUÇÃO

OUTUBRO DE 1990

Volume 1  
Número 1



ABEPRO

Uma Publicação da

Associação Brasileira de Engenharia de Produção

A P O I O :



COPPE  
UFRJ

© 1990 - Copyright by Abepro - Impresso no Brasil - Título registrado no INPI  
ISSN 0103-6513

## Produção

Publicação semestral da Associação Brasileira de Engenharia de Produção

### Conselho Consultivo

Carlos Alberto Nunes Cosenza (COPPE/UFRJ)  
Henrique Silveira de Almeida (POLI/USP)  
Plínio Oswaldo Assmann (METRO/RJ)  
Raul Valentim da Silva (DEP/UFSC)  
Ruy Aguiar da Silva Leme (FEA/USP)  
Sérgio Augusto Penna Kehl (GAPP)

### Conselho Editorial

Afonso Carlos Correa Fleury (POLI/USP)  
Alceu Gomes Alves Filho (DEP/UFSCar)  
Antonio de Araújo Freitas Jr. (DEP/UFF)  
Clovis de Faro (DEP/UFF)  
Eduardo Villa Gonçalves Filho (EESCar/USP)  
Geraldo Robson Mateus (DEP/UFMG)  
Henrique Rozenfeld (EESCar/USP)  
Heitor Mansur Caulliraux (COPPE/UFRJ)  
Itiro Iida (CNPq)  
João Ernesto E. Castro (DEP/UFSC)  
José Luiz Olivério (DEDINI)  
José Carlos de Toledo (DEP/UFSCar)  
Luiz Fernando Hainek (DEP/UFSC)  
Melvin Cymbalista (POLI/USP)  
Nelson Back (DEP/UFSC)  
Oswaldo Fadigas Fontes Torres (POLI/USP)  
Oswaldo Luiz Agostinho (CLARK/UNICAMP)  
Paulo Roberto Tavares Dalcol (DEP/PUC-RJ)  
Paulo Renato de Moraes (INPE)  
Rolando Soliz Estrada (DEP/UFMS)  
Sílvio Roberto Souza Tavares (COPPE/UFRJ)  
Ubirajara A.O. Mattos (DEP/UFSCar)  
Vicente Falconi (DEP/UFMG)

### Editor

Prof. Ricardo Manfredi Naveiro - Programa de Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ - Centro de Tecnologia - Bloco G - Sala 207 - C. Postal 68507 - Cidade Universitária - 21945 - Rio de Janeiro-RJ.

### Editores adjuntos

Raul Valentim da Silva - Universidade Federal de Santa Catarina/Centro Tecnológico - Florianópolis - Brasil.  
Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto - Universidade de São Paulo/Escola Politécnica - São Paulo - Brasil.

### Secretária-executiva

Maria de Fatima Santiago Costa  
COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro - Programa de Engenharia de Produção - Caixa Postal 68507 - Cidade Universitária - Ilha do Fundão - 21945 - Rio de Janeiro-RJ. - Tel.: (021)280-8832 - Ramais: 426/441/415/446  
Fax: (021) 290-6626 - Telex: (021) 33817 UFGO RJ.

### Projeto Gráfico e Arte Final

Sérgio Nazaré de Sá Duque Estrada Meyer

### Digitação

Jaciara Roberta Barbosa  
Denise Mina Firmiano

### Copidesque

Angela Almeida

## PRODUÇÃO

Vol. 1, Nº 1, outubro de 1990

### Sumário

A Função de Controle nos Sistemas Integrados de Manufatura	7
Avaliação e Perspectivas em Ciência e Tecnologia na Área de Engenharia de Produção	23
Modernização Industrial em Indústria de Mão-de-obra: Automação, Informatização e Inovações Organizacionais na Indústria do Vestuário	41
Entrevista	49
Resenhas	55
Orientação aos Colaboradores	57
	59

## Notícias

### ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Foi realizado em Belo Horizonte no início do mês de setembro mais um Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENESEP), cujo tema principal foi "A Engenharia de Produção e a integração Universidade-Empresa para a modernização da Indústria Brasileira, face aos padrões de competitividade".

Este encontro, o décimo desde 1981, apresenta uma evolução significativa em termos de participação e prestígio do evento. O Encontro contou com o número recorde de 750 participantes, tendo recebido 325 trabalhos, dos quais foram selecionados 199 para apresentação, sendo 134 artigos e 65 comunicações.

Os trabalhos foram agrupados em oito grupos temáticos: gerência da produção, organização e condições de trabalho, engenharia do produto, qualidade e confiabilidade, engenharia de produção civil, ensino e exercício profissional, engenharia econômica, mineração e metalurgia e pesquisa operacional. As apresentações foram organizadas em sessões técnicas, totalizando 58 sessões realizadas durante o evento. Houve cinco conferências, três palestras e doze mini-cursos e dois painéis ligados ao tema geral do Encontro:

"Novos padrões de competitividade internacional: Avanços e oportunidades para a indústria brasileira" e "Formas de integração universidade-empresa diante das ameaças e oportunidades de competição internacional" e contou com a presença de diversos profissionais renomados com atuação destacada em empresas públicas e privadas e em Universidades.

As conferências foram apresentadas pelos Profs. John R. Mackness, Pierre Veltz, Philip Zarifan, Vicente Falconi e Jack Fillion, cobrindo os temas de "Organização do trabalho e qualificação", "Qualidade industrial" e "Capacitação do engenheiro de produção frente a competitividade e o empreendimento".

Os mini-cursos foram ministrados pelos Profs. Jack Fillion, Afonso C. Fleury, John Mackness, Mauro Chermont, Carlos A. Oliveira e Roberto Galvão e versaram sobre aspectos específicos dos temas citados anteriormente.

O próximo Encontro será realizado em setembro de 1991, no Rio de Janeiro.

## Editorial

É com grande satisfação que a ABEPRO lança o primeiro número da sua revista. Passa-se a cumprir, assim, uma das mais importantes objetivos da sua proposta de atuação.

A consecução desta meta, porém não foi fácil. Muitas dificuldades tiveram de ser superadas, o que retardou sobremaneira o lançamento, contrariando o desejo de todos nós. Mas temos certeza de que o esforço foi válido.

A importância desta revista é evidente. Com ela está criado um canal, que se espera permanente, para a divulgação, à comunidade ligada à Engenharia de Produção, dos trabalhos, pesquisas, realizações e idéias oriundas dos que se dedicam a esse multifacetado campo. Nossa revista vem, desta forma, se constituir em uma publicação que procura, a nível nacional, amalgamar alguns esforços isolados anteriores que buscavam, cada um em seu meio, promover a difusão do conhecimento em Engenharia de Produção.

Por decisão da editoria, respaldada pela diretoria da ABEPRO, a revista deverá divulgar artigos e trabalhos de natureza técnico-aplicada no campo da Engenharia de Produção ou afins. Com isto, se busca torná-la de interesse para uma gama muito ampla de leitores, nos meios acadêmico e empresarial, atingindo, assim, os variados segmentos da comunidade.

Fica, pois, aberto este canal. Ele é de todos nós. Cabe a nós, portanto, tratar de utilizá-lo e aprimorá-lo. Toda colaboração de qualidade será bem recebida, sendo a própria razão de continuidade da revista.

Ao encerrar quero, em nome da diretoria da ABEPRO, expressar o agradecimento a todos os que deram seu melhor esforço para a viabilização desta importante conquista, sem o que a tarefa não teria sido possível. A eles se deve a criação deste instrumento que vem ao encontro do principal objetivo da nossa Associação, que é o desenvolvimento da Engenharia de Produção em nosso país.



Pedro Luiz de Oliveria Costa Neto  
Diretor Presidente

## Política Editorial

A Revista PRODUÇÃO tem como objetivo principal a divulgação da Engenharia de Produção, através da publicação e divulgação de matérias, trabalhos, projetos e entrevistas relacionadas a este abrangente campo do conhecimento delimitado como Engenharia de Produção.

A Revista PRODUÇÃO se propõe a publicar tanto trabalhos teóricos e de natureza técnico-aplicada. Será sempre dada preferência aos trabalhos de conteúdo original, seja na natureza do tema, nos resultados obtidos e na forma de abordagem do assunto.

A Revista PRODUÇÃO procurará, como critérios de publicação, manter um equilíbrio entre as diversas áreas que constituem o campo de trabalho da Engenharia de Produção e entre os trabalhos de natureza teórica e técnico-aplicativa.

A Revista PRODUÇÃO é composta de seções permanentes e seções eventuais. Entre as seções permanentes destacam-se: Resenhas, Artigos, Resumos de Tese e Normas para publicação de artigos. Entre as seções eventuais destacam-se: Entrevistas, Empresas, Traduções, Reportagens, Ensaio e Comunicações de Pesquisa.

Os colaboradores que desejarem submeter trabalhos ou matérias poderão fazê-lo para quaisquer das seções da Revista. Os trabalhos ou matérias encaminhadas ao Editor serão sempre analisados pelo Conselho Editorial da Revista ou por consultores indicados pelos conselheiros.

# A Função de Controle nos Sistemas Integrados de Manufatura

*RESUMO: Faz-se uma proposição de vários conceitos atinentes ao gerenciamento da produção, muitos dos quais são válidos também para os Sistemas de Manufatura Convencional, mas que estão aqui colocados dentro do contexto dos Sistemas Integrados de Manufatura (SIMs), que são os sistemas desenvolvidos sob a filosofia de fabricação CIM ('Computer Integrated Manufacturing = Manufatura Integrada por Computador). Mostra-se que a integração depende basicamente da função controle.*

*ABSTRACT: Manufacturing integration is reviewed and various concepts and definitions founded in literature are presented for conventional and automated manufacturing systems. The survey emphasizes information system management and control importance in order to improve manufacturing functions integration.*

**palavras-chave:** sistemas de produção, manufatura integradas, gerência da produção

**Key words:** production systems, integrated manufacturing, production management

**Flavio Cesar F. Fernandes**

Professor Assistente DEP-UFSCar. Mestre em Engenharia de Produção pela EPUSP.  
Doutorando em Engenharia de Fabricação na EESC-USP.  
Departamento de Engenharia de Produção  
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar  
Via Washington Luiz, km. 235 13560 - São Carlos - SP

## Introdução

Com o desenvolvimento da tecnologia de informação, o computador tem se tornado um elemento catalisador da integração das funções desempenhadas no sistema fabril: integração do projeto do produto com o planejamento do processo, este com o gerenciamento da produção, este com a fabricação, etc., e como agentes dessa catalisação aparecem os Sistemas de Informação (SI), que são subsistema do Sistema de Controle. (Há os que colocam a seguinte relação, Sistema de Controle = SI + processo decisório.)

Isso pode ser constatado na literatura recente. Por exemplo, em Hitomi [13], a Tecnologia de Fabricação é incorporada à Tecnologia de Gerenciamento. Hitomi entende que a tecnologia de fabricação trata do fluxo de materiais, incluindo-se aí a transformação dos materiais, enquanto que a tecnologia de gerenciamento lida principalmente com o fluxo de informações de forma a gerenciar efetivamente o fluxo de materiais através do planejamento e de controle. Os capítulos do livro de Hitomi se sucedem em ordem compatível com as próprias etapas naturais do desenvolvimento dos Sistemas de Fabricação (SF). Tem-se os princípios dos SF e o processo; o gerenciamento da produção e a otimização das atividades de gerenciamento; a automação com as tecnologias do tipo 'computer-aided' e o Sistema de Informação (SI) que é um requisito para a obtenção de um SF integrado (sem SI não há controle, sem controle não há integração).

Como no ambiente integrado todos os aspectos devem ser levados em conta, o volume de dados é alto e deve ser alta a qualidade da transformação desses dados em informações úteis. Portanto o computador é uma ferramenta essencial e o Sistema de Informação o agente do processo de integração.

Os FMSs (Sistemas Flexíveis de Manufatura) no geral estão presentes nos SIMs.

Para Ferdows e Lindberg [8], mais do que um investimento em tecnologia, a implantação de FMSs revela uma maneira mais profícua de pensar e gerenciar a manufatura, colocando a manufatura num papel estratégico dentro da empresa. Não tem sentido, ou seja, não deve haver implantação de FMSs num ambiente em que a filosofia CIM (Manufatura Integrada por Computador) de fabricação não tenha sido adotada. Pela pesquisa que realizaram, Ferdows e Lindberg [8] concluíram: "aqueles que estão enfatizando FMS também estão dando ênfase a muitas outras idéias avançadas no gerenciamento da produção".

Merchant [17] previu que sistemas computadorizados para a completa automação e otimização da fabricação de peças estariam totalmente desenvolvidos entre 1980 e 1985. Mesmo que a sua previsão ainda não esteja totalmente confirmada, não há dúvida de que os esforços e desenvolvimentos apontam nessa direção.

Tudo isso está ocorrendo nos Sistemas Integrados de Manufatura (SIMs), que são os sistemas desenvolvidos sob a filosofia de fabricação CIM ('Computer Integrated Manufacturing') - Manufatura Integrada por Computador.

A faixa de aplicação do CIM é intermediária, aproximadamente de médio volume e de média variedade (veja Figura 1).

Nos SIMs, a caríssima tecnologia da automação está presente e, para se obter resultados compensadores, há necessidade de se obter integração entre os cinco componentes do sistema, a saber: 'hardware', 'software', gerenciamento da base de dados, tecnologia da comunicação e recursos humanos. Para Singhal et alii [19], atualmente é virtualmente impossível projetar e instalar um sistema desses onde cada um dos cinco subsistemas possa completamente explorar os outros quatro. Isso naturalmente configura um campo motivador de pesquisas.

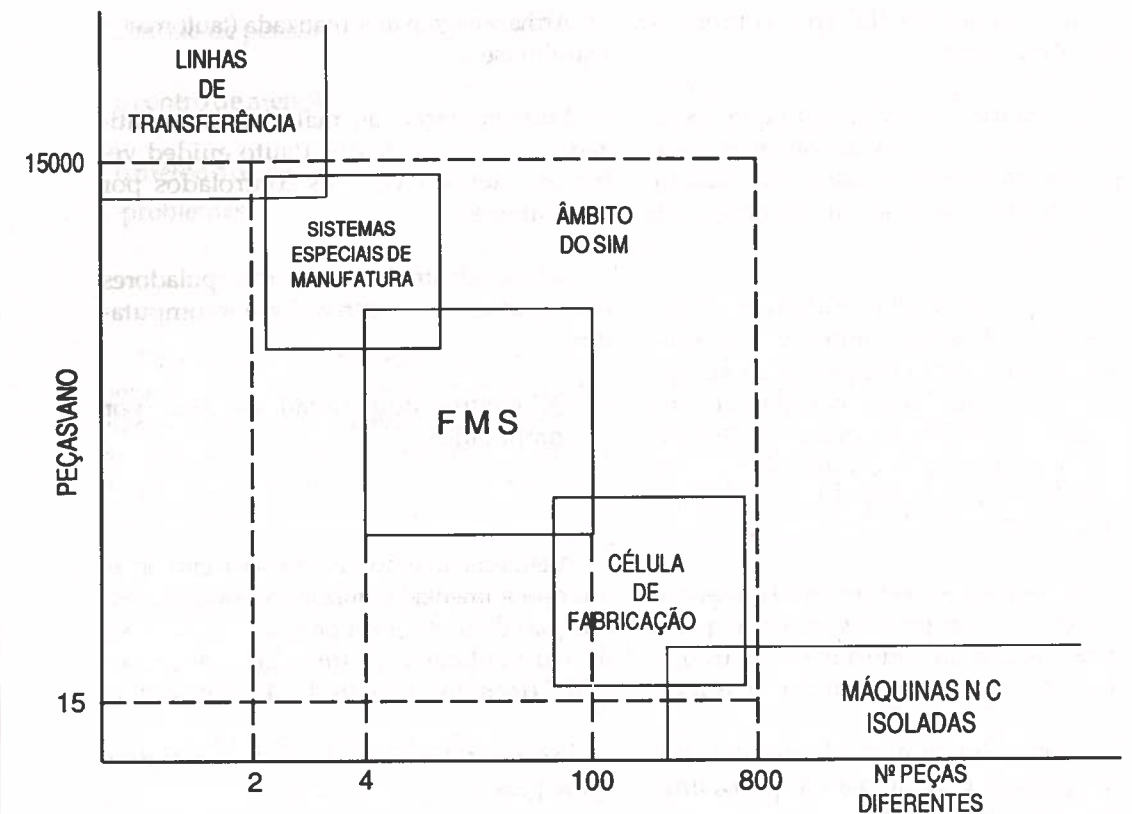


Figura 1. O âmbito do SIM adaptado de Groover [11].

Uma evidência de que a Manufatura Atual está se tornando complexa e por outro lado 'chic', é a explosão de siglas com as quais o leitor deve se familiarizar. Outra observação é que não fazemos questão de traduzir termos em inglês que já se impregnaram na linguagem da manufatura: 'job-shop', 'flow-shop', 'scheduling', 'computer-aided', etc.

## Visão Geral Sobre o SIM

O SIM, Sistema Integrado de Manufatura, é a fábrica do futuro, e por sinal um futuro que já está se tornando presente nos países mais desenvolvidos. É a fábrica onde graças à automação flexível, com poucas pessoas se consegue um alto volume de produção pela

fabricação de média variedade de produtos feitos em quantidades moderadas.

O SIM teve, como causa de seu aparecimento, mudanças no mercado produto (aumento da competição, introdução de novas tecnologias), no mercado consumidor (procura de produtos diversificados, diferenciados e renovados num curto intervalo de tempo) e na sociedade em geral (insatisfação com o trabalho nas fábricas, maior interesse por empregos no setor de serviços, etc.), e, como catalisador de seu desenvolvimento, tem-se as inovações tecnológicas (tecnologias do tipo 'computer-aided', redes locais de interligação (LAN), etc.) e as inovações metodológicas (o CIM, que é uma filosofia de fabricação baseada no enfoque sistêmico e na existência da tecnologia da informação.).



Como tecnologias do tipo 'computer-aided' compreende-se:

CAD ('computer-aided design') que "pode ser definido como o uso dos sistemas computacionais para auxiliar na criação, modificação, análise ou otimização de um projeto" [12];

CAM ('computer-aided manufacturing') que "pode ser definido como o uso dos sistemas computacionais para planejar, gerenciar e controlar as operações de uma instalação de manufatura através de interface direta ou indireta do computador com os recursos produtivos da instalação" [12];

DNC ('direct numerical control') envolve o uso de um computador de certo porte para controlar um certo número de máquinas NC ('numerical control') separadas;

CNC ('computer numerical control'), um computador é usado para controlar uma máquina-ferramenta;

CAPP ('computer-aided process planning') é o planejamento do processo auxiliado por computador;

CPC ('computer process control') é o controle do processo por computador;

MRP II ('materials resource planning') "possui duas características que o distancia do MRP ('material requirement planning'):

1. é um sistema financeiro e operacional

2. é um simulador

Por ser simulador está apto a responder a questões do tipo: o que aconteceria se..." [12];

Armazenagem automatizada ('automated warehouse');

Movimentação de materiais automatizada, através de AGVs ('auto guided vehicles') que são veículos controlados por computador;

Robôs industriais que são manipuladores reprogramáveis e controlados por computador;

CAQC, controle de qualidade auxiliado por computador,

etc.

A eficácia do emprego dessas tecnologias pode ser aumentada utilizando-se algumas estratégias de controle da produção, tais como: JIT ('just-in-time'), GT (tecnologia de grupo) e OPT (tecnologia da produção otimizada).

Essas estratégias são baseadas em alguns princípios.

Entre os princípios do JIT se destacam a produção com zero defeito, zero atraso, zero estoque, zero quebra e zero papel (os 5 zeros).

Os princípios da GT são:

a) formação de famílias de peças semelhantes em termos de projeto e/ou processo;

b) formação de grupos de equipamentos cada um dos quais, na medida do possível, fabricando uma família de peças.

Alguns dos princípios da OPT são: o ótimo local (um subsistema qualquer) pode não contribuir para o ótimo global (sistema como um todo); balancear o fluxo e não a capacidade, etc. [1].

Já o enfoque sistêmico é a abordagem onde

	DEIXOU DE SER	PASSOU A SER
* o modo de pensar		
* o centro de atenção	primeiro analítico depois sintético a parte	primeiro sintético depois analítico o todo
* o método de resolver problemas	dividir em problemas menores, resolver cada um, juntar as soluções	resolver o problema, decompor a solução

Essa abordagem estabelece que: o desempenho do todo depende do entrosamento entre as partes, e não apenas do desempenho de cada uma, ou seja, o melhor funcionamento do todo não corresponde, via de regra, somente ao melhor funcionamento de cada parte

isoladamente.

As principais diferenças entre a Filosofia de Fabricação Convencional e a Filosofia de Fabricação CIM estão colocadas na Figura 2, tendo como fonte a referência [5].

FILOSOFIA DE MANUFATURA	
CONVENCIONAL	CIM
DIVISÃO DO TRABALHO	
<input type="radio"/> Maior possível, o que acarreta: - trabalho simples com a menor categoria de salário possível; - baixo envolvimento do trabalho; - muitos pontos de interfaceamento.	<input type="radio"/> Menor possível, o que acarreta: - trabalho qualificado com pessoal o mais qualificado possível; - alto envolvimento do trabalho; - poucos pontos de interfaceamento.
EXECUÇÃO DO TRABALHO	
<input type="radio"/> Em lotes. <input type="radio"/> Uma operação após a outra. <input type="radio"/> Abordagem "empurra" a produção/orientada para a utilização.	<input type="radio"/> De acordo com a demanda. <input type="radio"/> Sobreposição de operações. <input type="radio"/> Abordagem "puxa" a produção/orientada para o processo.
TEMPO REQUERIDO PARA EXECUÇÃO	
<input type="radio"/> Mínimo por operação. <input type="radio"/> Máxima produção por minuto.	<input type="radio"/> Mínimo por ordem. <input type="radio"/> Máxima utilização por período.
FLUXO DE MATERIAL E INFORMAÇÃO	
<input type="radio"/> Consideração de forma isolada.	<input type="radio"/> Integração.

Figura 2. Filosofia de fabricação (CIM e Convencional). Fonte: BULLINGER et alii [5].

Uma possível arquitetura para um Sistema Integrado de Manufatura encontra-se na Figura 3.

Como se pode ver, o sistema é controlado por uma estrutura hierárquica onde um conjunto de computadores interagem enviando instruções de um nível mais alto (um controle gerencial, como definiremos na próxima seção), até o nível mais baixo (controle físico dos equipamentos) para que as operações sejam realizadas.

A integração necessita de uma estrutura de controle hierarquizada cujos elementos sejam compatíveis e comunicáveis entre si. Assim a interligação dos computadores de controle deve ser feita através de redes locais de interligação (LANs) apropriadas.

Em nível de chão de fábrica aparecem os FMSs ('Flexible Manufacturing Systems' = Sistemas Flexíveis de Manufatura), que são subsistemas vitais do SIM. Um FMS consiste de um conjunto de máquinas-ferramenta, equipamentos de movimentação de materiais e 'facilidades' para a armazenagem em processo que estão sob o controle de um sistema de computador [6]. Foram introduzidos por volta de 1970, exigem alto investimento e trazem um aumento substancial da produtividade na fabricação em lotes [12].

Os fatores que contribuem para a flexibilidade dos FMSs são:

- tempos de preparação muito reduzidos;
- versatilidade dos centros de usinagem dos FMSs para realizar uma grande variedade de operações em uma peça;

c) possibilidade de mudar o roteiro de fabricação para contornar o problema de máquinas paradas para reparo;

d) disponibilidade de operações alternativas de forma a balancear a carga das máquinas.

Esse último fator recai num problema de controle da produção. Com as operações alternativas para fins de programação da produção ('scheduling', que mostraremos na próxima seção, é uma atividade de controle da produção), pode-se aliviar as máquinas-gargalos levando a um aumento global da produtividade do FMS. Ränky [18] denomina isso de 'scheduling' dinâmico.

Um bom sistema de controle da produção trará como principais benefícios:

- redução dos estoques de material comprado e de material em processo, de modo que se empregue menor capital de giro e não se ultrapasse o espaço disponível para estoques nas estações de trabalho, que é muito reduzido nos SIMs;
- aumento da taxa de produção devido a vários fatores entre os quais a redução do tempo de preparação ('set up') e a melhor utilização da mão-de-obra;
- maior cumprimento dos prazos de entrega, fornecendo, assim, trunfos de vendas para a empresa;
- maior eficiência no processo de montagem, uma vez que os itens certos estarão no momento certo na seção de montagem.

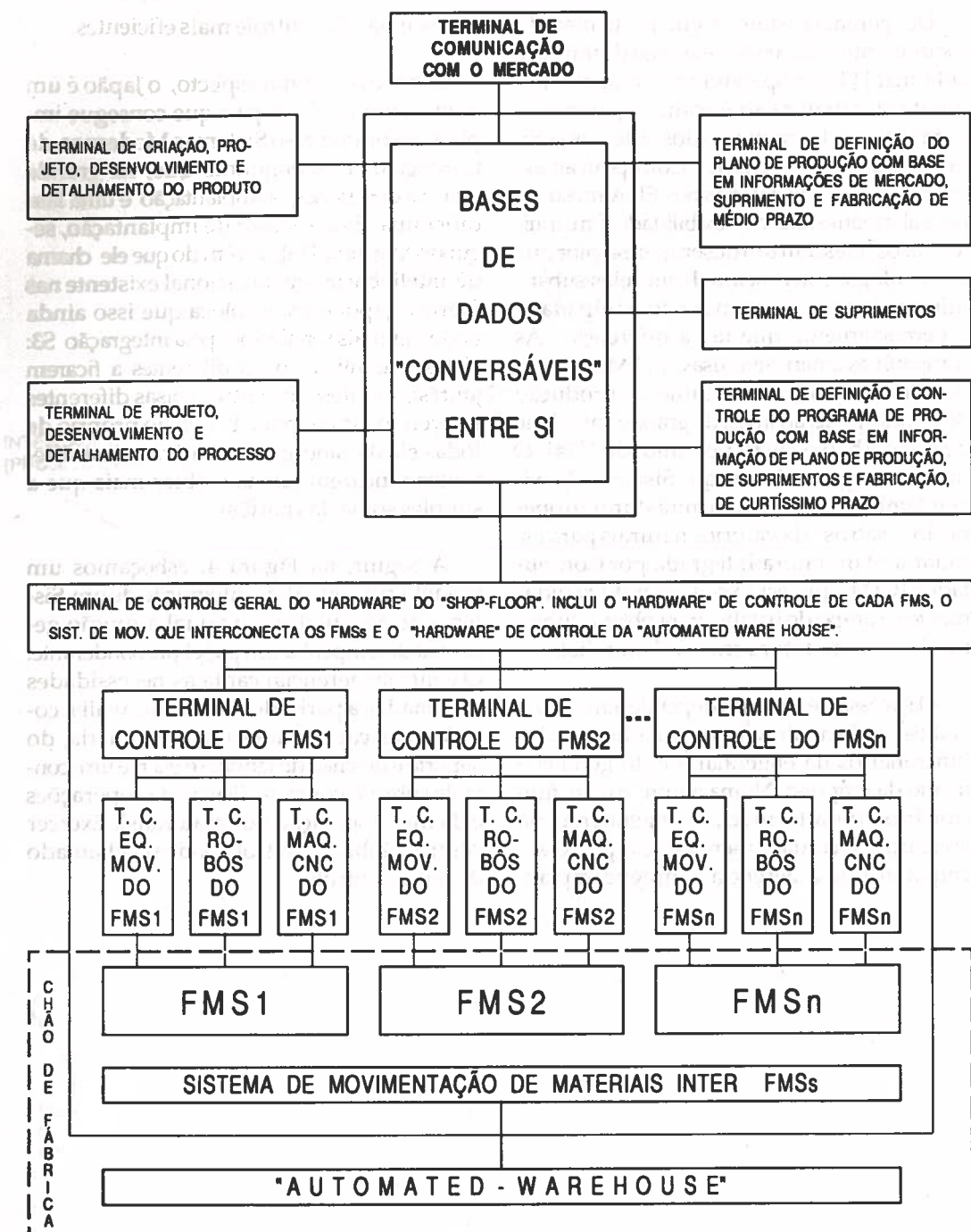


Figura 3. Arquitetura de 'hardware' em nível de integração total (+ nó de rede local de interligação; tc = terminal de controle)

Do gerenciamento e em particular do controle, muito depende o sucesso de um SIM. Jaikumar [14], comparando sistemas avançados de manufatura americanos e japoneses, afirma que o desempenho dos sistemas japoneses era muito melhor. "Com poucas exceções, os FMSs instalados nos EUA mostram uma alarmante falta de flexibilidade. Em muitos casos, eles têm um desempenho pior que a tecnologia convencional que eles substituíram. A tecnologia em si não é culpada; é o gerenciamento que faz a diferença... As companhias americanas usavam FMSs da forma errada - para alto volume de produção de poucas peças ao invés de grande variedade de peças e baixo custo por unidade" [14]. O mesmo artigo evidencia que Sistemas Flexíveis lembram fábricas em miniatura em operação, e são os laboratórios naturais para estudar a Manufatura Integrada por Computador (CIM) que estão se tornando rapidamente o campo de batalha para obter a supremacia na manufatura em nível mundial.

O sucesso de um SIM depende, em última análise, principalmente da qualificação dos funcionários da engenharia e do gerenciamento da empresa. Numa empresa com funcionários de alto nível, a engenharia cria levando em conta o mercado e o processo, enquanto que a gerência consegue implan-

tar sistemas de controle mais eficientes.

Sobre esse último aspecto, o Japão é um bom exemplo. É um país que consegue implantar com sucesso Sistemas Modernos de Gerenciamento, enquanto que, na grande maioria dos países, a implantação é uma fase difícil. Esse sucesso de implantação, segundo Matsuda [16], advém do que ele chama de inteligência organizacional existente nas fábricas japonesas, e coloca que isso ainda pode ser mais fortalecido pela integração S3: síntese (incentiva coisas diferentes a ficarem juntas), simbiose (incentiva coisas diferentes a viverem juntas para benefício próprio de todas elas) e sinergia (incentiva coisas diferentes a ficarem juntas e obter mais que a simples soma das partes).

A seguir, na Figura 4, esboçamos um modelo conceitual de integração de um Sistema de Manufatura, no qual a função gerencial desempenha um papel preponderante. O controle gerencial capta as necessidades (detonadas a partir do mercado), avalia, coordena as capacidades (da engenharia, do suporte e do chão de fábrica) e exerce um controle sobre o controle físico (das operações e da movimentação dos materiais). Exercer controle sobre o controle pode ser chamado de meta-controle.

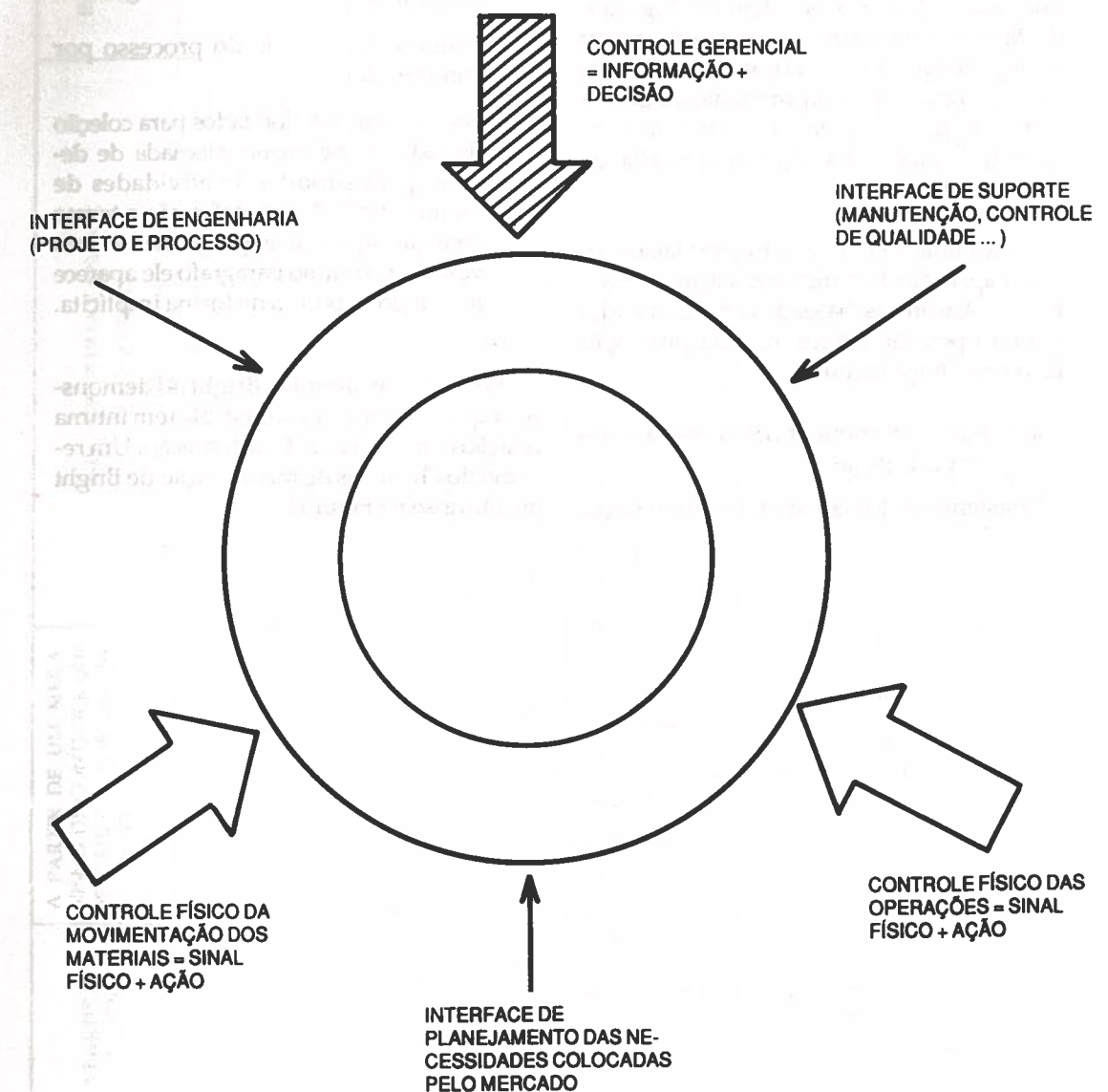


Figura 4. Modelo conceitual de integração de um sistema de manufatura.

### Controle, a Função Vital Para se Obter Integração

É de conhecimento comum que a atividade de controle é fundamental para a execução de qualquer trabalho. Nos Sistemas Integrados de Manufatura (SIMs) a automação ocupa uma posição da mais alta importância, e por sua vez o controle num ambiente automatizado tem um papel crítico. Para ficar mais claro tomemos a definição encontrada em Goover [11]:

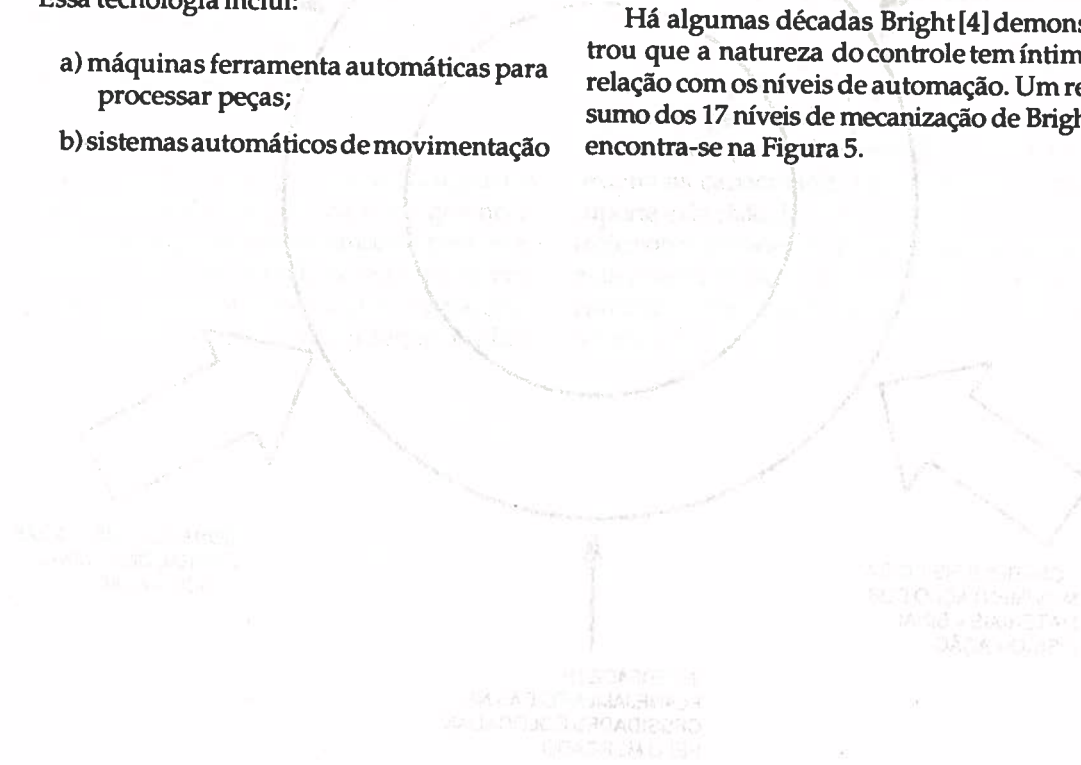
“Automação é a tecnologia relacionada com a aplicação de complexos sistemas mecânicos e eletrônicos, baseados no computador para a operação e o controle da produção. Essa tecnologia inclui:

- a) máquinas ferramenta automáticas para processar peças;
- b) sistemas automáticos de movimentação

de materiais;

- c) máquinas para montagem automática;
- d) processos contínuos;
- e) sistemas de controle com realimentação ('feedback');
- f) sistemas de controle do processo por computador;
- g) sistemas computadorizados para coleção de dados, planejamento e tomada de decisão para suportar as atividades de manufatura”. Nessa definição o termo controle aparece explicitamente três vezes, e no último parágrafo ele aparece novamente, porém de forma implícita.

Há algumas décadas Bright [4] demonstrou que a natureza do controle tem íntima relação com os níveis de automação. Um resumo dos 17 níveis de mecanização de Bright encontra-se na Figura 5.



INICIANDO A FONTE DE CONTROLE	FONTE DE ENERGIA		NÚMERO DO NÍVEL	NÍVEL DE MECANIZAÇÃO
A PARTIR DE UMA VARIÁVEL NO AMBIENTE	RESPONDE COM AÇÃO	MODIFICA A PRÓPRIA AÇÃO SOBRE UMA FAIXA LARGA DE VARIAÇÃO	17	Antecipa a ação necessária para produzir o desempenho requerido e de acordo com isso se auto-regula
			16	Corrige o desempenho enquanto opera
			15	Corrige o desempenho após operar
			14	Identifica e seleciona conjunto apropriado de ações
			13	Automaticamente aceita ou rejeita o produto de acordo com a medição realizada
	RESPONDE COM SINAL	SELECIONA A PARTIR DE UMA GAMA LIMITADA DE POSSÍVEIS AÇÕES PRÉ-FIXADAS	12	Altera velocidade, posição, direção de acordo com o sinal de mensuração
			11	Registra o desempenho
			10	Além de medir o sistema compara e pode assumir detectar os erros
			9	Sistema atua e mede alguma (s) característica (s) do trabalho realizado
			8	Sistema atua ao ser introduzida a peça a ser manufaturada
A PARTIR DE UM MECANISMO DE CONTROLE QUE SE ORIENTA POR UM PADRÃO PRÉ-DETERMINADO DE AÇÃO	FIXO DENTRO DA MÁQUINA	7	Sistema de ferramentas providas com energia e com controle remoto	
		6	Ferramenta provida com energia e controle programado (seqüência de funções fixas)	
		5	Ferramenta provida com energia e com ciclo fixo (função única)	
A PARTIR DO HOMEM	VARIÁVEL	4	Ferramenta provida com energia e com controle manual	
		3	Ferramenta manual provida com energia	
		MANUAL	2	Ferramenta manual
			1	Manual

Figura 5. Os 17 níveis de mecanização e suas relações com as fontes de energia e de controle. Fonte: BRIGHT [4].

A visão de controle mais estreita é a que o considera apenas como monitoramento. E talvez a mais abrangente é a de Leeuw (apud [3]) que entende que qualquer fenômeno de interesse pode ser modelado como uma configuração de controle, que consiste de um controlador, um sistema controlado e um ambiente. Para ele, controle é qualquer forma de influência dirigida do controlador sobre o sistema controlado. Leeuw estabelece que um controlador efetivo deve ter: (a) um objetivo; (b) um modelo de sistema controlado; (c) informação sobre o ambiente e o estado do sistema controlado; (d) ações adequadas de controle e (e) suficiente capacidade de processamento de informação.

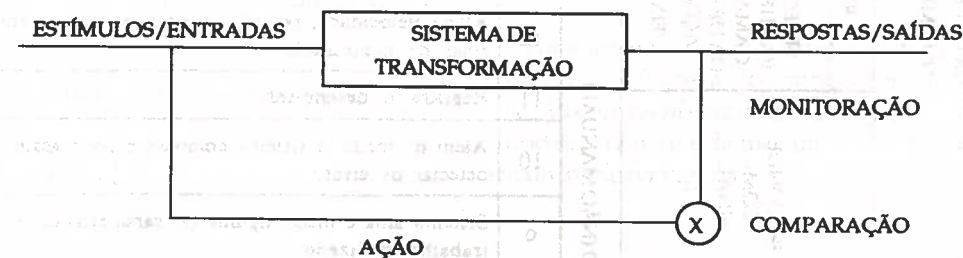


Figura 6. O esquema do processo de controle.

Qualquer sistema "é um conjunto de elementos que atuam juntos na execução do objetivo global do todo" [7].

Quanto à natureza dos elementos existem os sistemas "físicos" e os sistemas "gerenciais". Nos primeiros os elementos são entidades físicas (por exemplo, um automóvel), enquanto que nos segundos os elementos são procedimentos (por exemplo, os sistemas MRP).

Da mesma forma que num automóvel existem subsistemas, por exemplo o Sistema de Comando de Válvulas para controlar a injeção de combustível nos cilindros, num Sistema de Manufatura também existem subsistemas, por exemplo o Sistema de Informações cha-

De uma maneira geral, todo controle engloba:

- a) a definição de um padrão de resposta do sistema que está sendo controlado. Isso implica um processo de tomada de decisão;
- b) a monitoração da resposta para efeito de comparação com o padrão selecionado. No monitoramento, dados sobre o processo são transmitidos para o computador;
- c) ação para alterar, se for necessário, os estímulos/entradas/padrões de forma a se atingir os resultados desejados (veja Figura 6).

mado de Sistema de Programação da Produção que irá controlar o fluxo de materiais e a seqüência de operações no chão da fábrica.

Dessa forma podemos depreender dois tipos de controle:

1. controle físico
2. controle gerencial

O controle físico é o controle existente, por exemplo, no governador das máquinas a vapor (James Watt, fins do século XVIII), cuja finalidade é manter sob controle o número de rotações por minuto do eixo da máquina. Se a velocidade aumenta, aumenta a força centrífuga sobre duas esferas acopladas ao

eixo de saída, com isso elas se afastam do eixo, e quanto maior o afastamento mais se fecham as válvulas que controlam a entrada de vapor nos êmbolos, fazendo então a velocidade diminuir em direção ao padrão.

Já o controle da produção, o qual engloba a programação da produção, é um controle tipicamente gerencial. A informação é o "sangue" que flui tanto se o sistema é manual (via documentos, tais como ordens de serviço, etc.) ou se é automatizado (via terminais, redes locais de interligação (LAN - 'local area network'), etc.).

Há portanto uma perfeita analogia entre os tipos de sistemas e os tipos de controle. A parte visível de qualquer sistema de manufatura são subsistemas físicos cuja operação depende de sistemas de controle físicos. Já a integração dos vários subsistemas físicos é feita por sistemas gerenciais que realizam o controle do tipo gerencial. Quanto mais integração for requerida, mais apurado deve ser o controle gerencial.

E mais ainda, existem vários tipos de controles gerenciais de acordo com o problema que ele aborda: controle da produção, controle da produtividade, controle da qualidade, controle de manutenção, controle dos estoques, controle da movimentação dos materiais, etc.

Um parâmetro que é comum a todos esses controles é o tempo. No controle físico o tempo de desencadeamento de uma ação no 'loop' de realimentação (Figura 6) é instantâneo, enquanto que no controle gerencial isso ocorre no geral em intervalos nítidos de tempo; nesse sentido dizemos que o controle gerencial é geralmente 'off line' enquanto que o controle físico é sempre 'on-line'.

O controle gerencial da produção é o que mais afeta a integração, e a maior atenção damos a ele. Além disso, num SIM o controle

da produção e da manutenção passam a ter uma importância muito maior do que têm nos sistemas de fabricação convencionais. As razões disso são que num SIM os equipamentos são caríssimos e assim devem ser cortados ao máximo os tempos improdutivos evitáveis: a diminuição dos tempos de preparação através de uma programação da produção eficiente (que deve levar em conta outros fatores, tais como prazos de entrega e inventários em processo) e a diminuição da ociosidade das máquinas através de uma programação da manutenção que preveja reparos preventivos exatamente quando o equipamento não estiver sendo usado pela programação da produção.

O acompanhamento da produção deve ser capaz de coletar os dados certos na hora certa sobre o que está ocorrendo no chão da fábrica de forma que as reprogramações da produção e da manutenção sejam feitas com dados atualizados.

O controle da produção compreende:

- a) definir (estabelecer padrão) o que deve ser feito em cada estação de trabalho numa base de tempo de curto prazo (programação da produção = 'scheduling');
- b) monitorar o que está acontecendo no chão da fábrica ('shop-floor control');
- c) comparar o que está acontecendo com o programado e, em casos de desvios, realimentar o processo através de uma reprogramação.

A fase (a) ou seja a programação da produção, é basicamente um processo de tomada de decisão. É aí que metodologias como Pesquisa Operacional (PO) e mais recentemente Inteligência Artificial (IA) têm importância no controle da produção, principalmente na Manufatura Integrada. A relevância da Pesquisa

Operacional no controle dos SIMs será objeto de exploração num outro artigo.

### Considerações Finais

Os fatores estratégicos para uma empresa de manufatura se manter no mercado futuro são: adaptabilidade (capacidade da engenharia de projeto criar e desenvolver produtos na velocidade que o mercado consumidor demande), flexibilidade (capacidade do processo de fabricação se adaptar a tempo para produzir os novos produtos introduzidos), qualidade e produtividade [9].

Não se pode ter uma dosagem apropriada de adaptabilidade, flexibilidade, produtividade e qualidade sem haver integração. Empresas não integradas tendem a ser fortes em aspectos não tão essenciais e fracas em aspectos cruciais para as suas características de relacionamento com o mercado consumidor. Por exemplo, ser apenas altamente produtiva quando sua situação exige alta adaptabilidade.

Como vimos essa integração depende basicamente dos controles gerenciais.

Uma tendência marcante nos SIMs que estão sendo desenvolvidos nos países mais adiantados é que está havendo uma centralização do controle, algo que foi previsto há três décadas. Em 1958, Leavitt e Whisler [15] previram que na década de 80, com a combinação da MS ('Management Science' = PO no âmbito do gerenciamento) e da Tecnologia da Informação, haveria uma descentralização em nível de tomada de decisão, uma centralização em nível de controle, uma redução grande do número de gerentes médios e maior controle da alta gerência sobre a empresa. Essa descentralização em nível de tomada de decisão deve se tornar maior à medida que os DSSs

('Decision Support Systems' = Sistemas de Apoio à Decisão) vão sendo desenvolvidos e implantados. Além disso os computadores estão assumindo muitas funções de controle que cabiam aos gerentes médios. Os gerentes de linha, que estão bem como a alta gerência, estão passando a ter uma responsabilidade maior.

Acreditamos que essa maior centralização do controle é fruto do desenvolvimento da tecnologia da informação, enquanto que a descentralização da tomada de decisões está se tornando fruto do desenvolvimento do DSS que é um tipo de SI (Sistema de Informação) que faz uso das técnicas de MIS (Sistemas de Informações Gerenciais), das de PO (Pesquisa Operacional) e das de IA (Inteligência Artificial), e não descarta, na solução de problemas não-estruturados ou até mesmo semi-estruturados, a participação da gerência.

Applegate et alii [1] acreditam que o efeito dessas tecnologias será o aparecimento de uma nova forma organizacional, a organização 'cluster' (organização de grupos), onde os grupos de pessoas, mesmo fisicamente distanciadas, trabalham juntas para resolver os problemas da companhia ou para definir um processo. Assim os sistemas de informação e comunicação permitirão às pessoas com habilidades que se complementam, trabalharem juntas.

Para finalizar, enfatizando a importância do controle para a empresa industrial, citamos Beer [2] que mostra a correspondência existente entre o sistema de controle de uma empresa e o sistema nervoso central do corpo humano: "... existem óbvias semelhanças entre os controles usados numa empresa e aqueles usados no corpo humano. Por exemplo: ambos são hierárquicos, ambos são redundantes e ambos incorporam subsistemas de maior ou menor autonomia".

### Referências Bibliográficas

- [1] APPLGATE, L., CASH JR, J., MILLS, Q. "Information Technology and Tomorrow's Manager", *Harvard Business Review*, pp. 128-136, nov-dec. 1988.
- [2] BEER, S., *Decision and Control*, Wiley, 1966.
- [3] BOER, H., DURING, W.E. "Management of process innovation the case of FMS a system approach", *Int. J. Production Res.*, vol. 25, n.o 11, pp. 1671-1682, 1987.
- [4] BRIGHT, J.R. *Automation and Management*, Harvard University, 1958.
- [5] BULLINGER, H.J., WARNECKE, H.S., LENTIS, H.P. "Toward the factory of the Future", *Int. J. Production Res.*, vol. 24, n.o 4, pp. 697-741, 1986.
- [6] BUZACOTT, J.A., SHANTHIKUMAR, J.G. "Models for Understanding Flexible Manufacturing Systems, *AIIE Transation*, Dec. 1980.
- [7] CHURCHMAN, C.W. *Introdução à teoria dos sistemas*, Ed. Vozes, 1972.
- [8] FERDOWS, K., LINDBERG, P. "FMS as Indicator of the Strategic Role of Manufacturing", *Int. J. of Production Res.*, vol. 25, n.o 11, pp. 1563-1571, 1987.
- [9] GERELLE, E.G.R., STARK, J. *Integrated Manufacturing Strategy, Planning and Implementation*, McGraw-Hill, 1988.
- [10] GOLDRATT, E., COX, J. *A Meta*, IMAM (Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais).
- [11] GROOVER, M.P. *Automation, Production Systems and Computer-Aided Manufacturing*, Prentice-Hall, 1980.
- [12] GROOVER, M.P., ZIMMERS JR., E.W. *CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing*, Prentice Hall, 1984.
- [13] HITOMI, K. *Manufacturing Systems Engineering*, Taylor & Francis, London, 1979.
- [14] JAIKUMAR, R. "Postindustrial Manufacturing". *Harvard Business Review*, pp. 69-76, nov.-dec. 1986.
- [15] LEAVITT, H.J., WHISLER, T.L. "Management in the 1980's", *Harvard Business Review*, nov.-dec. 1958.
- [16] MATSUDA, T. "OR/MS, its Interaction with and Benefit from Japanese Organizational Intelligence", *Omega*, vol. 16, n.o 3, pp. 233-141, 1988.
- [17] MERCHANT, M.E. "Delphi-type Forecast of the Future of Production Engineering", *Annals of CIRP*, 20(3), pp. 213-225, 1971.
- [18] RÄNKY, P. *The Design and Operation of FMS - Flexible Manufacturing Systems*, IFS (Publications)/North Holland Publ., 1983.
- [19] SINGHAL, K., FINE, C.H., MEREDITH, J.R., SURY, R. "Research and Models for Automated Manufacturing", *Interfaces*, vol. 17, n.o 6, pp. 5-14, nov.-dec. 1987.

# Avaliação e Perspectivas em Ciência e Tecnologia na Área de Engenharia de Produção

**RESUMO:** Este artigo apresenta uma avaliação das atividades de ensino e pesquisa em Engenharia de Produção desenvolvidas nos cursos de graduação e pós-graduação e grupos de pesquisa em nosso país. São apresentadas previsões para o desenvolvimento econômico e industrial na próxima década, e a posição e evolução da Engenharia de Produção nesse cenário. É apresentado um conjunto de sugestões e recomendações para a capacitação tecnológica dos pesquisadores, assim como as áreas prioritárias de ação neste período.

**ABSTRACT:** Production Engineering research practice in Brazil is reviewed, emphasizing the activities developed by graduation and post-graduation courses, and research groups. This paper presents an assessment of Production Engineering teaching activities and research lines subjects, pointing out the various modifications and evolution occurred on these fields. Global economics scenarios forecasts for the next decade are introduced and evaluated, in order to predict Production Engineering position and evolution in this period. A set of suggestions and recommendations are presented on the subjects of personnel improvement, new courses formation and priorities for operation and investment.

**Palavras-chave:** Engenharia de Produção, avaliação setorial no Brasil, pesquisa e ensino.

**Key words:** Production Engineering, Brazilian sectorial appraisal, research and courses.

Anamaria de Moraes (ABERGO)  
Celso L. Pereira Rodrigues (UFPb)  
José A. do N. Pinto (UFSC)  
Luiz Fernando Nanni (UFRGS)  
Paulo Renato de Moraes (INPE)  
Rabah Behakouche (UFSC)  
Raul Valentim da Silva (ABEPRO)  
Ricardo Miranda Barcia (UFSC)

## Introdução

Este trabalho insere-se no programa Avaliação e Perspectivas (A&P), promovido e coordenado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que objetiva a explicitação das principais tendências e demandas nas diversas áreas de conhecimento, sendo destinado a servir de referência para o planejamento das ações das entidades de pesquisa, do CNPq e das demais agências de fomento. Em sua concepção foram colocadas ênfases em reflexões prospectivas sobre o desenvolvimento da Engenharia de Produção na próxima década, tendo como apoio os cenários projetados para o Brasil pela área de planejamento do BNDES [1], e como ponto de partida o diagnóstico da situação atual.

Os trabalhos de elaboração do documento foram iniciados em meados de 1988, envolvendo os cursos de pós-graduação da área e a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), tendo como relatores os professores Leonardo J. Lustosa (CA/CNPq) e Itiro Iida (ABEPRO). Na ocasião foram coletadas, através de questionários, informações sobre os cursos de graduação e pós-graduação. A primeira versão do documento foi debatida no VIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), em setembro de 1988, na cidade de São Carlos. Uma segunda versão foi apresentada pelos relatores em abril de 1989 [2], sendo aprovada no IX ENEGEP realizado em setembro na cidade de Porto Alegre, na forma de proposta de Programa de Desenvolvimento da Engenharia de Produção para a próxima década.

O texto aprovado serviu de base para a definição do presente documento que teve como relator o Prof. Ricardo Miranda Barcia, indicado pelo CNPq, sendo promovidas as devidas atualizações e efetuado o enquadramento na atual metodologia do programa

A&P. Para a reunião de elaboração do texto final, realizada nos dias 20 e 21 de novembro de 1989, em Florianópolis, foram convidados os coordenadores dos cursos de pós-graduação em Engenharia de Produção, o Prof. Paulo Renato de Moraes (CA/CNPq) e os representantes das associações que têm maiores vinculações com a Engenharia de Produção: ABEPRO, ABERGO (Ergonomia) e SOBRAPO (Pesquisa Operacional).

Uma das diretrizes fundamentais do programa A&P estabelece que os documentos resultantes devam ser utilizados como um efetivo instrumento de planejamento, gerando um processo com atuação de forma permanente. Para a implementação desta importante diretriz foi mantida no presente documento a recomendação, já aprovada pela ABEPRO, de constituição de um grupo permanente de acompanhamento e avaliação da área de Engenharia de Produção.

## Análise da Situação Atual

### HISTÓRICO SUCINTO DA ÁREA

Criada nos Estados Unidos no início do século atual, com o nome de Engenharia Industrial, a área só foi introduzida no ensino formal na década de 50, no Brasil, com o nome de Engenharia de Produção (EP). Esta denominação foi padronizada, para o ensino, pela resolução n-º 10/77 do Conselho Federal de Educação. Nas empresas, principalmente de origem estrangeira, ainda se usa frequentemente o termo Engenharia Industrial, como sinônimo.

Na concepção do American Institute of Industrial Engineers, utilizada pela ABEPRO, compete à Engenharia de Produção o projeto, a melhoria e a implantação de sistemas integrados envolvendo homens, materiais e equi-

pamentos, cabendo especificar, prever e avaliar os resultados obtidos nestes sistemas, recorrendo a conhecimentos especializados de matemática, física e ciências sociais, conjuntamente com os princípios e métodos de análise e projeto da engenharia.

A Engenharia de Produção, desde a sua origem, tem recebido uma grande influência norte-americana. Ela difundiu-se em diversos países americanos como curso formalmente organizado, o que não aconteceu em outras regiões. Na Europa, por exemplo, são poucos os programas acadêmicos que reúnem os elementos de conhecimentos e os objetivos característicos da EP, existindo exceções como na França e na Inglaterra onde, nos últimos dez anos, a EP tem tido apreciável desenvolvimento.

No Brasil, o primeiro curso em nível de graduação foi criado em 1957 na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, como opção do curso de Engenharia Mecânica. Só em 1966 surgiu o primeiro curso de pós-graduação, em nível de mestrado, na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, logo seguido pelo da COPPE/UFRJ, em 1967. Em 1972 foram criados os cursos de doutorado na EPUSP e na COPPE/UFRJ.

Em 1982, havia dezesseis cursos de graduação, sete de mestrado e dois de doutorado. Apesar das várias mudanças ocorridas, apenas em 1989 estas estatísticas foram alteradas com a implantação do doutoramento na UFSC.

### CURSOS

#### GRADUAÇÃO

Existem hoje, no Brasil, dezesseis cursos de graduação em Engenharia de Produção, dos quais quatorze organizados segundo os moldes da Resolução n-º 10/77 do Conselho Federal de Educação, que estabeleceu

a EP como habilitação específica, com origem em qualquer outra grande área da Engenharia (Civil, Mecânica, Elétrica, Química, Metalúrgica ou de Minas). Existem ainda os cursos da EPUSP e da UFRJ que, por serem anteriores à Resolução n-º 10/77, são organizados de forma independente de qualquer outra área da Engenharia. Finalmente, existem alguns cursos que se estruturam como ênfases de Engenharia de Produção, em outras áreas da Engenharia.

É interessante notar que, apesar de um tanto singular, a organização estabelecida pelo CFE tem se mostrado acertada. Os poucos cursos que, no Brasil, têm uma organização independente de outras áreas da Engenharia já identificaram a dificuldade de tratar a EP sem referência explícita a alguma área tecnológica. A formação do engenheiro de produção com uma sólida base de conhecimento em alguma área da Engenharia de Projeto tem sido também recomendada nos Estados Unidos. Esta parece ser uma forma de assegurar um vínculo tecnológico, sem o qual a Engenharia de Produção perde uma de suas importantes características que é a atuação nas interfaces da tecnologia com a Administração, a Economia, a Psicologia Industrial, a Matemática Aplicada, a Computação e as outras disciplinas de que se utiliza.

A oferta de empregos para engenheiros de produção cresceu substancialmente nos últimos dez anos. O número de graduados não acompanhou esse crescimento em função do pequeno aumento do número de vagas ocorrido nesse período.

Apesar dos avanços obtidos por vários cursos em relação à situação em 1981, conforme se constata nos Encontros Nacionais de Engenharia de Produção (ENEGEP) realizados anualmente, desde então algumas deficiências permanecem. Destacam-se entre elas: (a) insuficiência de livros didáticos nacionais; (b) pouca integração com o setor produtivo;



(c) baixa capacitação acadêmica de docentes em algumas subáreas e instituições e (d) desatualização dos cursos em função dos rápidos avanços da automação industrial e da informática.

#### PÓS-GRADUAÇÃO

Em nível de pós-graduação, seis cursos de mestrado relacionados na "Avaliação e Perspectivas 1982" permanecem até hoje e o sétimo, o da UFPE, interrompeu suas atividades. O curso da Universidade Federal Fluminense foi o único que surgiu desde então. As Universidades Federais de São Carlos, do Rio Grande do Sul, da Bahia e de Minas Gerais cogitam a abertura de novos cursos de mestrado, mas as dificuldades encontradas são diversas. Nos dois programas de doutoramento existentes em 1982 (EPUSP e COPPE/UFRJ) foram recentemente incluídas outras áreas de concentração além de Pesquisa Operacional. Apenas em 1989 foi implantado o terceiro doutoramento da área na Universidade Federal de Santa Catarina. A PUC/RJ, apesar de ter planos de criar seu doutorado, não deverá efetivá-los antes de 1991.

A demanda pelo mestrado tem crescido, principalmente nos últimos anos, mas o número de titulados tem evoluído lentamente. A colocação dos egressos tem sido boa, mesmo para os que não chegam a se titular, defendendo dissertação. A baixa taxa de titulação (relação entre alunos titulados sobre admitidos) é um fator preocupante. Essa taxa varia, dependendo do curso, de 10% a cerca de 50%.

A alta taxa de desistências sempre foi um problema para os cursos de mestrado, pois muitos alunos procuram na EP apenas uma forma de mudar as suas qualificações profissionais, em relação aos cursos de graduação realizados. Um diagnóstico mais detalhado deste fenômeno é importante para reformular e dimensionar a estrutura de cursos de

graduação, pós-graduação, strictosensu, latoensu e extensão.

O quadro de docentes não se expandiu mas teve uma pequena melhoria em qualidade. Os programas com quadros mais qualificados (UFSC, UFSM, EPUSP, UFF, UFRJ e PUC/RJ) têm hoje 50% ou mais de seus quadros formados por doutores ou equivalentes.

Em 1982, apenas a EPUSP e a UFRJ atingiam ou superavam essa proporção.

A situação dos quadros docentes é, de um modo geral, preocupante, pelas seguintes razões:

a) existem programas com uma significativa taxa de doutores com idade média elevada e com muito pouco pessoal em treinamento. Sendo a contratação de doutores já formada muito difícil, isto representa um sério risco de deterioração futura da competência desses quadros;

b) a procura por cursos de doutorado no exterior tem sido muito baixa e, mesmo somada às reduzidas possibilidades de formação no País não será suficiente para repor as perdas naturais;

c) uma futura retomada do crescimento econômico brasileiro irá, certamente, produzir uma ação predatória do setor produtivo sobre as Universidades, contratando seus melhores talentos;

d) os avanços em áreas afins como Informática e Engenharia Mecânica (decorrentes da automação industrial, novos produtos e novos materiais) têm se refletido na necessidade de atualizar os professores/pesquisadores da EP. A reciclagem dos atuais docentes e a contratação de novos elementos com esses conhecimentos não têm ocorrido em ritmo suficiente para atualizar os quadros, retardando o avanço de importantes linhas de pesquisa e a evolução dos currículos.

#### PESQUISA

As subáreas da EP identificadas na "Avaliação e Perspectivas 1982" sofreram alterações apreciáveis nas suas linhas de pesquisa.

#### Gerência de Produção

Nota-se um substancial crescimento relativo dos seguintes aspectos:

Garantia de Qualidade - Entendida de um modo amplo (qualidade total), que se integra com aspectos de organização do trabalho, projeto do produto e controle do processo produtivo.

Organização da Produção - Novas formas de aplicação de técnicas tradicionais, tais como Programação da Produção, "Lay-out" celular e Análise de Valores, além da ênfase no enfoque sócio-técnico, na metodologia de pesquisa-ação no planejamento participativo.

Organização do Trabalho - Ênfase em formas pós-tayloristas de organização do trabalho, empregando-se técnicas como rotação de cargos, círculos de controle de qualidade e participação do operário nas decisões.

Condições de Trabalho - Situações de periculosidade, insalubridade e dificuldade (física ou mental).

Planejamento e Controle Integrado de Manufaturas - Planejamento de Recursos de Manufaturas (MRP II), Controle Integrado de Manufatura (CIM) e outros ligados à automação flexível.

Gestão Tecnológica - Este é um tema considerado incipiente em 1982 que vem se afirmando através de ramificações de outras subáreas. Incluem-se nesta linha os estudos do impacto econômico e social de novas tecnologias, a adaptação das organizações às mudanças tecnológicas e os efeitos da automação

sobre a organização do trabalho e sobre o trabalhador. Este tema abrange também aspectos políticos, econômicos e institucionais do desenvolvimento científico e tecnológico e da difusão e transferência de tecnologias.

#### Pesquisa Operacional

Observa-se uma tendência de ampliação do escopo da PO para intensificar as aplicações clássicas e criar novas aplicações.

Implementação - Maior preocupação em produzir protótipos implementáveis em computadores, particularmente em microcomputadores.

Novas Metodologias - Utilização de Sistemas Especialistas e outras técnicas de Inteligência Artificial.

Aplicações - Organização de esforços em torno de aplicações.

Integração - Integrar modelos, dados e técnicas de solução em sistemas de apoio à tomada de decisão.

#### Engenharia Econômica

Há uma tendência de expansão em outras especialidades, reduzindo-se a importância das aplicações clássicas de matemática financeira.

Projetos Industriais - Maior ênfase em considerações de risco, aspectos institucionais e ligação com outros níveis de planejamento (planejamento setorial, planejamento regional).

Finanças - Maior ênfase na análise de mercados financeiros e considerações explícitas do risco.

#### Engenharia de Produto

Há uma tendência de abandonar as linhas metodológicas gerais e concentrar esforços em

estudos e aplicações mais específicos integrando os diversos aspectos de projeto e produção.

Projeto com Auxílio de Computador - 'Computer Aided Design' (CAD), associado ao 'Computer Aided Manufacturing' (CAM), e integração com processos automatizados de produção.

Adaptação do Produto às Necessidades do Mercado, à Capacidade Instalada das Empresas e às Características do Operador/Usuário - Política do produto, pesquisa do consumidor, testes e avaliações de produtos.

Outras linhas de pesquisa associadas à EP também evoluíram:

#### Sistemas de Transporte

Apesar de, do ponto de vista da EP, não haver razão para se privilegiar os serviços de transportes sobre outras divisões do setor de serviços, a PUC/RJ e, mais recentemente, a UFSC têm mantido linhas de pesquisa e de especialização em transportes. O planejamento de projeto e a operação de sistemas de transportes são objetos de ensino e de pesquisa com metodologias semelhantes às das demais subáreas.

#### Gerenciamento da Construção Civil

É outra área associada à Engenharia Civil que vem sendo agregada à Engenharia de Produção principalmente na UFF, na UFGRS e na UFSC.

Os esforços desenvolvidos na área da Engenharia Civil visam adaptar os conceitos de Engenharia de Produção à realidade do processo produtivo e do planejamento da Construção Civil, merecendo destaque as áreas de Organização e Condições de Trabalho, Gerenciamento da Produção, Custos Industriais, Controle do Processo e do Produto, CAD, Gestão Tecnológica e Análise de

Riscos e Viabilização de Empreendimentos de Engenharia.

### Cenário Futuro

Os cenários de apoio ao presente trabalho, elaborados pelo BNDES, consideram as perspectivas sobre a evolução sócio-econômica em nível nacional e internacional, tendo como referência o limiar do século XXI. As variações previsíveis nos fatores econômicos, sociais e tecnológicos, visualizadas através de cenários de longo prazo, foram interpretadas no contexto da Engenharia de Produção.

O cenário de Integração Competitiva, de ocorrência mais provável, identifica uma oportunidade histórica para que o Brasil possa colocar-se, no final dos anos 90, no rol das nações desenvolvidas. À Engenharia de Produção cabe um papel de destacada importância neste cenário, tanto nas metas relativas à dinamização e à expansão do mercado interno, como especialmente na conquista de significativos espaços no mercado mundial. As grandes preocupações da área de Engenharia de Produção, incluindo aumento de produtividade, redução de custos e melhoria da qualidade, ao lado da metodologia sistêmica voltada para o desenvolvimento integrado, colocam-se como fatores indispensáveis na visualização de alternativas de saída para a atual crise em que está imersa a sociedade brasileira. A melhoria da qualidade de vida da população vincula-se, nos cenários utilizados, à alavancagem do sistema produtivo de bens e serviços, em termos quantitativos e qualitativos.

A década de 90 prenuncia-se como uma época de grandes transformações econômicas e sociais em todo o mundo, acarretando uma reordenação das áreas de influência dos principais países desenvolvidos, com reflexos inevitáveis em nosso País.

De um lado, há a emergência de novos países industrializados do extremo oriente, com uma interação cada vez maior com a economia norte-americana. De outro lado, ocorre a consolidação dos diversos países europeus em um único bloco, com a eliminação de todas as barreiras alfandegárias a partir de 1992, provocando um novo ciclo de "renascimento". Este panorama é completado pela modernização e pela maior abertura econômica e política que se vem firmando nos países do bloco socialista.

O Brasil, como uma economia dependente, deverá posicionar-se diante dessa nova configuração, estabelecendo prioridades para modernizar-se e manter a competitividade em setores selecionados. Em um nível mais amplo, a integração de mercados latino-americanos, ainda muito menos significativa do que a dos megamercados europeu, americanoasiático e socialista, parece ser um imperativo político-econômico para a próxima década. Tal integração tem implicações que transcendem aos acordos formais econômicos e políticos, afetando, de modo direto, a organização da indústria, suas operações e o desenvolvimento tecnológico.

No plano interno, prevê-se um avanço da democratização, com um revigoramento da empresa privada, fortalecimento da economia de mercado e menor influência do governo. Assim, o peso relativo das empresas estatais na economia deverá reduzir-se, com a emergência de novos atores no cenário futuro. A pequena e a média empresa moderna, tecnologicamente avançadas e competitivas, deverão ter uma participação cada vez maior.

No que se refere à economia regional, haverá uma maior desconcentração espacial, com uma participação relativamente maior das regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste, indicando que os caminhos da Engenharia de Produção também devam seguir essa tendência.

### INTERNACIONALIZAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DA ECONOMIA

O processo de crescente engajamento do País no cenário internacional, que se acentuou a partir da década de 50, deverá prosseguir de forma acelerada durante a década de 90. Isso exigirá, naturalmente, uma modernização do parque industrial, para manter a sua competitividade em nível mundial. Para isso, não será suficiente o País continuar oferecendo mão-de-obra barata no mercado mundial, pois este fator é um recurso superabundante no mundo e a situação tende a agravar-se com a emergência de novos países industrializados. Deverá, isto sim, ser capaz de produzir, cada vez mais, produtos de alta qualidade a preços competitivos, visando, inclusive, o mercado dos países desenvolvidos, dos países da América Latina, além do mercado interno. Isso terá reflexos sobre os sistemas produtivos, que deverão modernizar-se para atender às exigências cada vez mais sofisticadas dos consumidores, levando em conta as novas divisões do mercado mundial e as vantagens comparativas na produção.

### AVANÇOS TECNOLÓGICOS E MEIO AMBIENTE

A introdução de novas tecnologias, como informática, telecomunicações, automação, biotecnologia e outras, provocará mudanças radicais no sistema produtivo, exigindo grandes esforços na área de formação de recursos humanos e organização da produção, para fazer face a esses novos desafios. As unidades de produção deverão ser mais integradas, flexíveis, compactas e menos poluentes, com profundos reflexos sobre os modelos de organização da produção, programação e controle da produção e estoques, política de produto e de qualidade, e assim por diante. A preservação e a recuperação do meio ambiente são preocupações de crescente importância na próxima década.

### EXIGÊNCIAS DE QUALIDADE E FLEXIBILIDADE

As novas tecnologias exigirão novos padrões de qualidade que, por sua vez, exigirão maior qualificação do pessoal produtivo e gerencial. O aumento do poder aquisitivo e do nível de informação da sociedade em geral provocarão demanda por artigos diversificados e de melhor qualidade, que possam se adaptar melhor às exigências dos consumidores e trabalhadores. Portanto, nessa nova fase, não será suficiente produzir artigos baratos e massificados, mas será necessário atender, cada vez mais, para as necessidades e as peculiaridades do consumidor, exigindo adaptações do sistema produtivo para atender a essas novas características do mercado.

### EXPANSÃO HORIZONTAL

O processo de modernização não se restringirá ao setor industrial, mas deverá permear também para os setores primário e terciário da economia. Isso significa dizer que haverá um engajamento cada vez maior da Engenharia de Produção em atividades agrícolas e de serviços, como educação, transportes, construção civil e outras. O enfoque sistêmico adotado inicialmente em situações industriais será cada vez mais aplicado em outras áreas, como abastecimento e sistemas de informações.

### PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS

Deverá haver uma diminuição da dicotomia hoje existente que coloca, de um lado, as grandes empresas do setor moderno e competitivo e, de outro lado, as empresas pequenas e médias, tecnologicamente atrasadas, produzindo artigos de qualidade inferior e pagando baixos salários. Deverá surgir uma nova geração de pequenas e médias empresas, com tecnologias modernas, ágeis e flexíveis, bastante competitivas, principalmente no mercado de peças e componentes

e na prestação de serviços. Com isso, poderá surgir um novo e promissor mercado para a atuação da EP, que deverá se adaptar a esse novo desafio, desenvolvendo técnicas e metodologias adequadas para isso. O apoio às microempresas, através de modelos simplificados de gerenciamento da produção, também deve ser incorporado à EP.

### REMODELAGEM DAS ORGANIZAÇÕES

A acelerada taxa de mudanças tecnológicas nos produtos e processos industriais de alguns setores exigirá uma organização mais ágil. As organizações clássicas, dos tipos taylorista e fordista, serão substituídas por formas mais flexíveis e dinâmicas. Esse processo exigirá uma melhor qualificação do trabalhador e uma maior autonomia em sua atuação, principalmente dos "trabalhadores do conhecimento" ("knowledge workers").

Resultarão novos conceitos de organização do trabalho, com a expansão relativa do pessoal que ocupa cargos de níveis médios da hierarquia das empresas. A tendência atual de maior influência e participação dos trabalhadores e suas entidades de classe nas decisões das empresas deverá perdurar ou se acentuar na próxima década.

O envolvimento do engenheiro de produção nessa remodelagem da organização deverá crescer, aumentando a importância dos seus conhecimentos sobre organização do trabalho e planejamento estratégico empresarial.

### CONDICIONAMENTOS POLÍTICO-SOCIAIS

Neste final de década alastram-se pelo mundo movimentos democráticos e ecológicos que terão grandes repercussões nos anos 90. O sindicalismo também aparece reconhecido e fortalecido. A consciência de cidadania enfrenta com maior vigor as injustiças sociais incrustadas especialmente no terceiro mundo.

A busca da melhoria da qualidade de vida é a tônica principal desta virada de século. O consumidor passa a questionar a qualidade de produtos e serviços exigindo melhores desempenhos. O trabalhador redobra sua luta por maiores salários e melhoria nas condições de trabalho.

Todas essas transformações recomendam uma reflexão sobre os caminhos futuros da Engenharia de Produção. Parece que uma simples extrapolação do passado já não é suficiente. Não se trata, também, de promover uma expansão quantitativa da base atualmente existente, com o expediente, por exemplo do aumento do número de vagas dos cursos atuais. Essa expansão exigirá muito mais, com uma ação coordenada em nível nacional, para a conjugação de esforços e o direcionamento dos recursos para atender a determinadas prioridades. Um acompanhamento contínuo através de mecanismos institucionalizados se faz necessário para garantir a implementação das recomendações.

### Posicionamento da EP no Cenário Futuro

Os avanços tecnológicos geralmente se referem aos progressos do "hardware", ou seja, aqueles incorporados nas máquinas, nos equipamentos e nos processos. Entretanto, estes não operam satisfatoriamente se não forem acompanhados de uma adequação da estrutura gerencial e dos recursos humanos. É na tecnologia de organização desses fatores que a EP pode dar uma contribuição mais significativa.

A internacionalização da economia provoca demandas sobre atividades de melhoria da qualidade industrial e aumento de produtividade. Essas são áreas onde a Engenharia de Produção tem atuado tradicionalmente. A EP pode também trazer contribuições na i-

dentificação de atividades industriais onde o Brasil possui maiores vantagens comparativas, no mercado internacional, através da análise de projetos industriais. Ela pode contribuir, ainda, com análises para subsidiar a tomada de decisões estratégicas sobre política industrial. Com sua abordagem ampla e diversificada, ela está em condições de fazer a seleção e acelerar a absorção de novas tecnologias, promovendo a ligação entre os aspectos tecnológicos e as suas conseqüências humanas e econômicas, dentro do sistema produtivo. Isso complementa as habilidades de outras áreas da engenharia, como mecânica, elétrica, civil e química, cujas abordagens são predominantemente técnicas, não considerando, adequadamente, os aspectos humanos e recursos econômicos. Por outro lado, complementa as abordagens da Administração e da Economia que tendem a ser muito genéricas, colocando em segundo plano os aspectos tecnológicos.

A maior agilidade e a eficácia na resposta às crescentes exigências de qualidade e melhor adequação dos produtos ao mercado é uma preocupação constante da subárea de Engenharia do Produto da EP, que atua de forma complementar ao Desenho Industrial. Enquanto este ocupa-se do produto como objeto, a EP contribui para introduzi-lo no sistema produtivo da empresa e traça políticas e estratégias do desempenho deste no mercado, com estudos sobre custos, preços e distribuição.

O processo de modernização, que tem o seu foco no setor secundário (industrial), deverá irradiar-se rapidamente para os setores primário (agrícola) e terciário (serviços). A EP não poderia deixar de seguir esse itinerário. Assim, entre os desafios da próxima década estará aquele de adaptar as técnicas e metodologias da EP às aplicações agrícolas e aos serviços. Por exemplo, pode-se produzir economias razoáveis com a raciona-

lização de insumos agrícolas ou com um correto dimensionamento e uma distribuição dos armazéns. Da mesma forma a construção civil, responsável por cerca de 7% do Produto Interno Bruto e 30% da absorção da mão-de-obra masculina do setor industrial, uma vez aplicados os conceitos de Engenharia de Produção, poderá utilizar com maior eficácia os recursos da sociedade.

O engajamento da EP nas pequenas e médias empresas exigirá uma adaptação dos seus enfoques tradicionais, geralmente ligados a empresas de grande porte, tecnologicamente complexas e com estruturas gerenciais diversificadas em um grande número de funções. Novas empresas de porte médio e pequeno, tecnologicamente avançadas e competitivas, exigirão a aplicação de metodologias adequadas. Devido à simplicidade gerencial e à sua reduzida capacidade financeira, aliada à necessidade de respostas rápidas, essas empresas exigirão uma atuação da EP a baixo custo produzindo efeitos a curto prazo, com a difusão de "pacotes" gerenciais de fácil implantação. O envolvimento de alunos de graduação, através de trabalhos e estágios, pode levar as técnicas de EP ao nível de simplicidade das microempresas, gerando programas gerenciais e despertando vocações de novos empresários.

Enfim, as rápidas mudanças tecnológicas demandarão uma profunda reformulação de vários conceitos sobre sistemas produtivos. Na prática, isso dependerá de um entendimento maior das interações entre as mudanças tecnológicas com os seus aspectos econômicos, organizacionais, sociais, psicológicos e estratégicos. O crescente interesse da EP em pesquisas sobre os impactos da mudança tecnológica deverá perdurar na próxima década e evoluir no sentido da elaboração de propostas de medidas técnicas, sociais e econômicas para resolver os problemas emergentes como os de saúde do trabalhador, poluição ambiental e riscos de catástrofes.

## Recomendações

As recomendações propostas a seguir constituem-se em diretrizes para ordenar o desenvolvimento da Engenharia de Produção na década de 90, fornecendo orientações para atuação das instituições existentes na área, de modo que seu conjunto se constitua em um sistema integrado e coerente.

### FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS

Na formação profissional em nível de graduação em EP existem grandes vazios que necessitam ser preenchidos. Regiões inteiras como o Nordeste, o Norte e o Centro-oeste ainda não possuem cursos de graduação na área. Mesmo nas regiões Sul e Sudeste existem estados de grande desenvolvimento econômico que não oferecem graduação nessa área.

Em nível de pós-graduação, embora também ocorram deficiências de ordem geográfica, já é possível recomendar que o mestrado deva ser feito no Brasil, ficando a alternativa de estudos no exterior para o doutoramento. Para reforçar o posicionamento da pós-graduação, recomenda-se a alocação de recursos para auxiliar nas dissertações e teses, administrados pelos respectivos cursos. As bolsas de apoio técnico também necessitam ser utilizadas neste contexto.

É necessário intensificar o apoio para a organização de cursos de curta duração (cerca de 100 horas de atividades), em certos centros de pós-graduação no País, para atualizações de docentes e pesquisadores, principalmente em épocas de férias escolares. Esses cursos deverão ser ministrados preferencialmente por pesquisadores que tenham realizado importantes contribuições para o avanço da Engenharia de Produção ou que dominem importantes conhecimentos ainda pouco difun-

dido no País e por convidados do exterior de reconhecida competência.

### CRIAÇÃO DE CURSOS E APRIMORAMENTO DOS EXISTENTES

Considerando-se que o total dos 26 cursos de EP hoje existentes (16 de graduação, 7 de mestrado e 3 de doutorado) é insuficiente para atender à futura demanda de profissionais da área, recomenda-se uma expansão para aumentar em cerca de 40% a capacidade atualmente existente, sem sacrificar os padrões de qualidade.

Na criação de novos cursos deverão ser consideradas as necessidades do mercado de trabalho. Como este se volta principalmente para o setor produtivo, a prioridade de expansão deverá recair sobre os cursos de graduação, onde se formam os profissionais adequados para atender a esse segmento do mercado. Já a expansão de oportunidades para docentes e pesquisadores não deverá seguir o mesmo ritmo. Assim, os atuais cursos de mestrado e doutorado deverão ser acrescidos somente daqueles já em fase de criação. Por outro lado, devemos considerar que os cursos de pós-graduação existentes ainda apresentam deficiências qualitativas, cuja superação se coloca em maior prioridade do que uma expansão em número que, de qualquer forma, não poderá ocorrer sem um expressivo aumento do número de doutores disponíveis no País.

Deverão ser incentivados os cursos de pós-graduação *latosensu*, em níveis de extensão, aperfeiçoamento e especialização, atendendo a demandas específicas. Para esse tipo de curso, deve-se buscar maior colaboração do setor produtivo.

Na medida do possível, recomenda-se que a criação de novos cursos seja feita mediante convênios de cooperação com aqueles centros já consolidados (COPPE/UFRJ, PUC/RJ, UFSC, USP).

### NOVOS CURSOS PROPOSTOS

Atendendo basicamente aos critérios de mercado e de desconcentração regional, são propostos novos cursos completando a rede de ensino já existente (ver Quadro 1):

- Cursos de Graduação: implantar um curso nas regiões Sul, Nordeste, Norte e Centro-oeste,
- Cursos de Mestrado: implantar um curso adicional nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste;
- Cursos de Aperfeiçoamento e Especialização: deverão ser criados atendendo a necessidades específicas.

### APRIMORAMENTO DE CURSOS

O aprimoramento dos cursos deverá ser feito pela modernização dos seus conteúdos, adaptação regional, melhorias didáticas e aprimoramento dos docentes. O aperfeiçoamento dos conteúdos deve incluir notadamente o uso de apoio computacional, novos conceitos de organização do trabalho, estratégia empresarial, gestão social, qualidade total e aspectos profissionais da EP. A adaptação curricular às diferenças regionais deve ser feita em função das características econômicas, ambientais e sócio-culturais de cada região. Os novos métodos didáticos podem incluir o uso de vídeos, microcomputadores e demais facilidades, além da organização de ensino programado e estágios supervisionados. Devem ser reforçados os cursos de doutoramento do País, favorecendo a ampliação do número de vagas e a diversificação das áreas de concentração.

### CAPACITAÇÃO DE DOCENTES

Há necessidade de aumentar consideravelmente o número de docentes, duplicando-se, pelo menos, sua quantidade nos próximos 10 anos. O esforço para continuar titulando os atuais docentes deverá também prosseguir com maior intensidade, colocando-se uma meta de pelo menos 20 novos doutores a cada ano, sendo desejável titular pelo menos a

metade destes no exterior. Recomenda-se uma diversificação maior na formação de docentes, enviando-os para países e instituições com excelência no tema de estudo e com os quais ainda se tenha pouco contato. O processo de orientação de candidatos, da seleção de instituições, assim como a rigorosa seleção de candidatos e acompanhamento dos mesmos são essenciais. Sem isso, os benefícios desse esforço podem se tornar insignificantes. Deve ser também implementada uma firme política de fixação de docentes junto às universidades. A utilização de bolsas de produtividade é um mecanismo recomendado neste sentido.

Recomenda-se a criação de incentivo, aos docentes, para participarem de cursos de curta e média duração (1 a 12 meses), assim como para realizarem estágios no Brasil e no exterior, principalmente nas "áreas prioritárias de atuação" (especificadas a seguir), e em outras áreas interdisciplinares.

#### FORMAÇÃO COMPLEMENTAR NO EXTERIOR

O doutoramento no País, envolvendo uma formação parcial no exterior, apresenta destacada importância na área de Engenharia de Produção. Dentre todas as engenharias, a EP é aquela que mais necessita de uma forte vinculação com a realidade local e uma acentuada pertinência social. Programas baseados em convênios de colaboração interinstitucional envolvendo a participação de co-orientadores do exterior, respaldados na intervenção de agências de fomento, podem ser instrumentos de alta eficácia na fase de consolidação do doutoramento em EP no Brasil.

#### ATUALIZAÇÃO DE DOCENTES E PESQUISADORES

Deverão ser criadas oportunidades para atualização de docentes e pesquisadores, visando a rápida absorção de novos métodos, procedimentos e tecnologias.

Os docentes titulados há mais de cinco anos deverão ter oportunidades de reciclagem em estágios e cursos de curta duração, no Brasil ou no exterior. As prioridades para pós-doutoramento (para recém-doutores no País ou para pesquisadores em licença sabática) no exterior e no País deverão ser mantidas e expandidas.

As atividades de pós-doutoramento deverão ser priorizadas, tanto no País como especialmente no exterior. As oportunidades para absorção de recém-doutorados e pesquisadores em licença sabática também necessitam ser expandidas. Dentro das características da EP, as iniciativas de integração Universidade-Empresa devem ser apoiadas com a implementação de mecanismos específicos.

#### ÁREAS PRIORITÁRIAS DE ATUAÇÃO

São considerados prioritários para atualização e pesquisa os seguintes tópicos:

- Gerência da Produção: novas formas de organização da produção, aplicação de técnicas como Kanban, Just-in-time, sistemas flexíveis e gestão social;
- Engenharia de Produto: política do produto, lançamento de novos produtos, análise de custos e de valor, requisitos ergonômicos;
- Qualidade e Confiabilidade Industrial: qualidade total, qualidade de projeto, organização para a qualidade, análise de desempenho;
- Informatização: informatização do processo produtivo, dos sistemas de distribuição e comercialização, sistemas de apoio à decisão e sistemas especialistas;
- Gestão da Inovação: automação, CAD/CAM/CIM, robótica, telemática, análise de erros incidentes, confiabilidade humana, desenvolvimento, absorção e negociação de transferência de novas tecnologias;

- Gestão da Pequena e de Média Empresa: adaptação de metodologias e técnicas gerenciais de produção, treinamento para modernização e aspectos organizacionais;
- Pesquisa Operacional: tratamento de incerteza, novas técnicas computacionais, integração com a inteligência artificial;
- Melhoria das Condições de Trabalho e de Vida dos Trabalhadores: estudo dos acidentes, carga física e mental do trabalho, gerência de riscos e catástrofes;
- Engenharia Econômica: análise de projetos industriais, subsídios para elaboração de estratégias e políticas de desenvolvimento.

#### APOIO À PESQUISA E COLABORAÇÃO INTERINSTITUCIONAL

Deve ser garantida a continuidade daquelas pesquisas de maior vulto e de prazos mais longos, realizadas por equipes estruturadas.

Em áreas ou regiões ainda pouco desenvolvidas, mas consideradas promissoras, devem ser apoiados grupos emergentes, com critérios diferenciados mas sem concessões quanto à excelência.

Considera-se essencial o aumento do número de bolsas de iniciação científica e aperfeiçoamento científico para incentivar o aparecimento de novos talentos.

Considera-se desejável o desenvolvimento de linhas de pesquisa mais integradas, em nível nacional, pela coordenação de esforços entre as diversas instituições que atuam em áreas semelhantes, no sentido de se alcançar resultados mais significativos e sua efetiva transferência para a sociedade. Novos incen-

tivos à cooperação técnica e ao intercâmbio de docentes devem ser desenvolvidos.

Deverá ser intensificada a cooperação com o setor produtivo, tanto na realização de estágios, como no desenvolvimento de projetos para resolver problemas industriais e na extensão universitária.

#### DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS

Considera-se que os conhecimentos gerados pela pesquisa não terão cumprido o seu papel enquanto não forem difundidos, através de mecanismos apropriados, em cooperação com centros de pesquisa e desenvolvimento regionais e setoriais e associações de classe, a fim de tornar o processo de repasse de conhecimento mais eficaz e mais abrangente. Como essa difusão envolve atividades e serviços especializados, não pode ficar simplesmente a cargo dos próprios pesquisadores. Assim, propõe-se a criação e o fortalecimento dos seguintes meios:

#### EVENTOS

Os eventos periódicos, organizados pelas associações científicas como a ABEPRO, a SOBRAPO e a ABERGO, são ocasiões onde ocorre uma ampla troca de informações entre os pesquisadores e destes com os demais membros da comunidade. Propõe-se que o apoio concedido a organização desses eventos seja mantido como uma das prioridades da área.

#### REVISTA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Considera-se importante a criação de uma revista de Engenharia de Produção, de circulação nacional, tendo o objetivo principal de difundir métodos, técnicas e casos práticos de aplicações, junto ao setor produtivo, veiculando também notícias e resenhas de teses, livros, pesquisas e demais atividades da área.

## LIVROS DIDÁTICOS

Deve-se incentivar o autor nacional, principalmente naquelas matérias dos cursos de graduação onde ainda não existe bibliografia satisfatória, pela concessão de bolsas especiais a docentes e pesquisadores que se habilitem a preparar originais de livros didáticos.

## BANCO DE DADOS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Considera-se desejável organizar um banco de dados e publicar, bianualmente, um catálogo coletivo em Engenharia de Produção, contendo informações sobre todos os cursos, pesquisas, docentes e demais atividades desenvolvidas na área de EP e nas áreas conexas

## PLANEJAMENTO, ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO

Recomenda-se que:

- a) a política nacional de pós-graduação e pesquisa seja compatível com as necessidades regionais;
- b) o processo de acompanhamento e avaliação dos programas de pós-graduação deva ser norteado pelos seguintes requisitos: transparência, agilidade, periodicidade, maior orientação após as avaliações, estabilidade e constância nos critérios de avaliação, apoio aos grupos emergentes.

Como uma das recomendações mais importantes deste documento, sem a qual todos os outros esforços poderão ser inócuos, propõe-se a criação de um grupo permanente de acompanhamento e avaliação da área, com as seguintes atribuições:

- a) atualizar, anualmente, o Programa de Desenvolvimento da Engenharia de Produção;

b) elaborar os Planos Anuais de Ação da Área, encaminhando-se às agências de fomento e aos centros de ensino e pesquisa nela atuante;

c) incentivar e orientar cada instituição a elaborar planos anuais de atuação próprios, contendo metas referentes ao ensino, pesquisa, extensão, infra-estrutura, formação e atualização dos recursos humanos;

d) supervisionar a organização de um banco de dados em EP, em cooperação com a CAPES e as Associações Científicas da área, mantendo informações cadastrais atualizadas sobre os cursos, pesquisas, docentes, pesquisadores, eventos e demais atividades;

e) avaliar, anualmente, o desempenho da área, elaborando um relatório para ser discutido durante os Encontros Nacionais organizados pelas Associações Científicas a ser encaminhado às agências de fomento e de coordenação;

f) sugerir a organização de atividades de interesse coletivo como seminários, workshops, cursos de curta-duração e estágios;

g) assessorar órgãos do governo, emitindo pareceres e encaminhando sugestões sobre ações para implementar as recomendações contidas neste documento.

## Conclusões

Com a implantação do Programa de Desenvolvimento de Engenharia de Produção, pretende-se modernizar e fortalecer essa área de ensino e pesquisa, revertendo a tendência de quase estagnação que se verificou nos últimos 15 anos. Caso seja mantida esta tendência, a organização e a capacidade de formar novos elementos não serão suficientes para responder a um novo surto de desenvolvimento econômico e aos novos desafios colocados pelo avanço da tecnologia no

próximo decênio. Corre-se o risco de esvaziamento das universidades e dos centros de pesquisa, com a evasão de docentes e pesquisadores para o mercado de trabalho, em condições mais atraentes, se o precário equilíbrio atual for rompido. Não há, no momento, estoque de elementos suficientes, em formação, para repor essas possíveis perdas. Além do mais, considerando-se que a formação de recursos humanos para docência e pesquisa exige pelo menos de 5 a 10 anos para que possa atingir resultados efetivos, é necessário que seja iniciada imediatamente.

Cabe, finalmente, uma recomendação especial às agências de fomento: que se faça uma provisão orçamentária e se criem mecanismos especiais que privilegiem as atividades de interesse coletivo, que tendam a aumentar o nível de informação, organização e coesão da comunidade que atua na área, procurando ainda fortalecer e ampliar as interações e iniciativas conjuntas com o setor produtivo, suas

associações de classe e seus centros de pesquisa e de desenvolvimento. Considera-se que esse tipo de atividade complementa aquele fomento de caráter individualizado e contribui para seu melhor aproveitamento.

Em especial, ao CNPq propõe-se a efetivação do grupo de acompanhamento e a designação de um supervisor técnico para apoiar as atividades do referido grupo, e a responsabilidade pela organização de um banco de dados em Engenharia de Produção.

## Referências Bibliográficas

1. BNDES. Área de Planejamento. Departamento de Planejamento. Síntese dos Cenários para a Economia Brasileira: 1987-2000.
2. LUSTOSA, L. e IIDA, I. Programa Nacional de Engenharia de Produção. CNPq, 1989.

REGIÃO	ESTADO		GRADUAÇÃO	MESTRADO	DOUTORADO	TOTAL
SE	SP	Capital	EPUSP FEI IEEP	EPUSP	EPUSP	5
SE		Interior	UFSCar EESC UNIMEP F.E. Bauru E.E. Guarating.			5
SE	Rio de Janeiro		UFRJ	UFRJ PUC/RJ UFF	UFRJ	6
SE	Minas Gerais		UFMG EFEI Itajubá			2
	Espírito Santo		UFES			1
S	Santa Catarina		UFSC	UFSC	UFSC	3
S	Rio Grande do Sul		UCS	UFSM		2
NE	Paraíba			UFPb		1
TOTAL			15	7	3	25

Obs.: O IME atua no mestrado e o ITA atua no mestrado e no doutorado em subáreas da Engenharia de Produção, sem uma caracterização explícita da área.

Quadro 1. Distribuição regional dos cursos existentes de Engenharia de Produção

## SIGLAS DAS INSTITUIÇÕES

E.E. Guarating. - Escola de Engenharia de Guaratinguetá (Universidade Estadual de São Paulo)

EESC - Escola de Engenharia de São Carlos (Universidade de São Paulo)

EFEI Itajubá - Escola Federal de Engenharia de Itajubá

EPUSP - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

F.E. Bauru - Faculdade de Engenharia Industrial

FEI - Faculdade de Engenharia Industrial - SP

IEEP - Instituto de Ensino de Engenharia Paulista

IME - Instituto Militar de Engenharia - RJ

ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica - SP

INPE/São José dos Campos - Instituto de Pesquisas Espaciais

PUC/RJ - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

UCS - Universidade de Caxias do Sul

UFES - Universidade Federal do Espírito Santo

UFF - Universidade Federal Fluminense

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos

UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba

UFPb - Universidade Federal da Paraíba

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria

# Modernização Industrial em Indústria de Mão-de-obra: Automação, Informatização e Inovações Organizacionais na Indústria do Vestuário

**RESUMO:** *Através de pesquisa de campo em empresas líderes do vestuário no Rio de Janeiro e em São Paulo buscou-se explicitar as motivações básicas para a informatização e a automação da produção no setor e evidenciar a lógica na introdução das inovações tecnológicas. Constatou-se uma baixa difusão das chamadas inovações organizacionais nas empresas estudadas, tendo sido avançadas no texto algumas hipóteses explicativas para este fenômeno.*

**ABSTRACT:** *Case studies in the clothing industry in Rio and São Paulo point out the reasons and the way firms are introducing new automatic machinery and software in their plants. A low diffusion of the so called organizational innovations was evidenced in these studies and some hypothesis are suggested to explain it.*

**Palavras-chave:** gerência da produção, indústria do vestuário automação industrial

**Key words:** production management, clothing industry, industrial automation

**Silvio Roberto Souza Tavares**

Mestre em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ  
D.E.A. em Sociologia do Trabalho/ Université Paris VII.  
Professor adjunto da Escola de Engenharia da UFRJ, Professor do Programa de  
Engenharia de Produção da COPPE na área de organização do trabalho.  
Programa de Engenharia de Produção  
Caixa Postal 68507 - Ilha do Fundão  
21945 - Rio de Janeiro - RJ



## Introdução

Uma das características básicas de manufatura moderna é a busca de flexibilidade da produção. Entendida de forma restrita, isso significa capacidade de um determinado sistema produtivo em desvincular a aparelhagem técnica das características do produto, ou seja, permitir a produção de uma gama de produtos cada vez mais variada e suscetível a modificações posteriores, sem necessidade de modificar a cada vez o conjunto das instalações.

As indústrias de moda, com são tipicamente o vestuário e o calçado, seriam, por excelência, um espaço de utilização de técnicas de flexibilidade de produção, automação flexível, informatização, devido à alta taxa de inovação de produtos e de flutuação de demanda (1).

Estas indústrias também deveriam se constituir em pólos privilegiados de aplicação das chamadas inovações organizacionais (Círculos de Controle de Qualidade-CCQ; Kanban; Just in Time-JIT), pois além de apresentarem as duas características acima citadas que tornam seus ambientes de produção freqüentemente instáveis, continuam sendo até hoje "indústrias de mão-de-obra", isto é, sua eficiência depende diretamente da produtividade de sua força de trabalho.

Neste artigo analisaremos uma experiência de automação e informatização na indústria do vestuário, apresentando suas características e motivações básicas. Apontaremos para a dissociação inicial entre este processo e a introdução das inovações organizacionais. Tentaremos também formular algumas explicações sobre o sentido da evolução da modernização tecnológica e organizacional.

Os resultados e as conclusões relatados são fruto de uma pesquisa em indústrias no Rio de Janeiro (4) e no estado de São Paulo (2), realizadas em 1985 e 1986, e atualizada em 1988.

## O Vestuário Enquanto Sistema Produtivo

O vestuário é caracterizado por um processo de produção pouco integrado. Não há um fluxo contínuo de produção, o que significa que a realização de uma tarefa ou etapa não acarreta o início imediato da fase seguinte: um espaço de tempo é sempre possível entre uma etapa e a que se segue.

O processo de produção no vestuário pode ser esquematicamente dividido em três etapas:

1. a concepção e o desenvolvimento do produto, que consistem na criação de um modelo; na realização de um protótipo; no desenvolvimento de um molde-padrão e nas definições preliminares de operações e matérias-primas utilizadas. Ao final desta etapa, uma previsão de custos de fabricação pode ser associada ao modelo.
2. a pré-moldagem que trata da graduação do molde de base nos diferentes tamanhos a serem fabricados; da definição de um plano de corte das peças componentes do modelo que minimize o gasto com matéria-prima e da separação e preparação dos lotes previamente à entrada na produção.
3. o modelo através da costura e de outros processos térmicos ou químicos, seguido da passagem a ferro ou prensa, da inspeção e da embalagem.

Ao longo dos últimos anos, a busca de produtividade no ramo tem se baseado na racionalização e na intensificação do trabalho, mais precisamente no parcelamento das tarefas e na pesquisa do balanceamento ótimo dos postos de trabalho em linha de produção; na diminuição dos tempos previstos para a realização das operações e no desenvolvimento de melhores modos operatórios.

Outra forma de ganho de produtividade tem consistido na especialização em um certo tipo de produto, o que permite a fabricação em séries mais longas, dando ensejo à possibilidade de mecanização e de automatização de certas operações no processo de produção. Os dispositivos tecnológicos utilizados neste caso são extremamente rígidos e, portanto, inadaptáveis às mudanças das características dos produtos decorrentes das variações da moda.

Em decorrência do que acima foi exposto, a indústria do vestuário conheceu, nos últimos vinte anos, um processo de deslocamento da produção em direção às zonas de menor custo da mão-de-obra, bem como a ampliação da subcontratação em alguns segmentos e em determinadas regiões.

Até os meados dos anos 70 não se tinha conhecimento de processos de automação industrial flexíveis na indústria de confecção (3). A situação atual é radicalmente diferente, já se encontrando no mercado equipamentos automáticos de diversas origens para algumas fases do processo de produção, além de estarem em andamento dois projetos globais de automação para o setor. As indústrias de equipamentos japonesas e americanas desenvolvem no momento projetos-piloto de uma fábrica integrada com financiamentos dos respectivos governos.

O processo de automação em curso no setor não mudou substancialmente esta característica da indústria. Este processo tem se caracterizado por uma implantação localizada e por etapas independentes de uma concepção global de um sistema autorizado.

## As Mutações Tecnológicas no Vestuário

Dois tipos de mudanças tecnológicas estão presentes no setor:

1. a automação, que consiste em dotar as

máquinas de certos automatismos e dispositivos que permitem uma superposição do tempo de máquina e do tempo de operação manual. Promovem uma redução da necessidade de controle permanente do processo pelo operador.

2. a informatização, que consiste em utilizar um computador/ simulador para certas fases do processo produtivo. O computador começa então a ser utilizado para a gestão de pedidos e estoques e para o acompanhamento em tempo real do fluxo da produção.

Os sistemas de automação atualmente disponíveis se aplicam sobretudo às duas primeiras fases da produção: concepção e pré-montagem.

Na concepção do produto três sistemas de modelos são comercializados atualmente: dois projetos de firmas americanas (Microdynamics e Gerber) e um de firma espanhola (Invertronica). Tratam-se de equipamentos capazes de permitir o desenvolvimento de toda a fase de estilismo, isto é, através do uso de um lápis ótico, traçar um modelo em um vídeo a cores e ensaiar os diferentes padrões que podem compô-lo segundo variações na cor e na textura das amostras de tecido previamente introduzidas em um banco de dados, através de câmara de vídeo. Uma máquina fotográfica Polaroid registra as possíveis soluções. O sistema ainda não permite a concepção assistida por computador, isto é, o desenho em três dimensões, o movimento do manequim e sobretudo o rebatimento em um plano do modelo, dando origem ao molde-padrão.

Na pré-montagem existe um grande número de sistemas, pois foi nesta fase que se iniciaram as aplicações baseadas na informática e na microeletrônica. Alguns destes sistemas são comercializados desde os meados dos anos 70. Os primeiros realizavam apenas a graduação, em diferentes tamanhos, dos moldes de base e geravam os padrões de

cartolina utilizados na elaboração do plano de corte. Constituíam-se de uma unidade de processamento central ligada, na entrada, à uma mesa de digitação para a introdução da imagem do molde no tamanho de base e, na saída, a uma mesa de corte que gera os conjuntos de padrões para o corte.

Os sistemas mais recentes suprimiram a fase de geração de padrões para o corte. Eles são capazes de graduar o molde de base nos diferentes tamanhos, permitir a definição de planos de corte no vídeo, registrar o melhor plano de corte e, em seguida, efetuar o corte direto do tecido através de um braço comandado pela unidade central e provido de um elemento de corte em lâmina ou a laser.

Na fase de montagem, muitas inovações foram feitas, mas poucas dizem respeito à automação. O equipamento-padrão utilizado nesta fase ainda é a máquina de costura. Alguns robôs para operações específicas e alguns sistemas de transporte aéreo de componentes também foram desenvolvidos mas com pouca difusão.

No início dos anos 80, as pesquisas mostravam que apenas 10% das firmas americanas utilizavam ou planejavam utilizar as inovações baseadas na informática e na microeletrônica (IFM) (3). Alguns fatores que estão na origem desta baixa adoção das IFM são os seguintes:

- a) a indústria do vestuário é constituída por um grande número de pequenas empresas pouco capitalizadas e sob a direção de uma gerência conservadora;
- b) o insucesso de algumas experiências anteriores de automação com sistemas rígidos deixou repercussões negativas no ramo;
- c) o custo do equipamento IFM é da ordem de 50 a 100 vezes o preço de uma máquina de costura e o prazo máximo de amortização admitido no ramo é de dois anos;

d) os fornecedores tradicionais de equipamentos para o setor tardaram a fazer a conversão de suas engenharias de base mecânica para a eletrônica e tiveram até recentemente uma atuação tímida na comercialização dos novos sistemas.

A penetração das IFM cresceu muito nos últimos dez anos devido a um maior esforço de comercialização dos fabricantes; aos programas de incentivo estabelecidos por alguns governos para a indústria do vestuário; às mudanças ocorridas no próprio ramo, tais como a tendência à concentração das empresas e a uma maior incorporação de técnicos no ramo.

A informatização associada à automação permitiu o início de integração de segmentos do processo de produção (5). Esta integração pode consistir em agrupar, em um mesmo equipamento, as tarefas realizadas anteriormente em máquinas distintas ou até mesmo suprimir certas operações.

Durante a década de 80, as mudanças tecnológicas no ramo privilegiaram a busca de flexibilidade na concepção do produto, ao invés de integração de segmentos. Daí uma tendência inicial de se concentrar os investimentos nos sistemas automatizados em detrimento da informática de gestão. No caso da indústria de vestuário no Brasil, esta tendência internacional se verifica devido a três fatores:

1. os ganhos de produtividade associados aos sistemas automatizados são mais evidentes que os resultantes da informatização da produção.
2. os sistemas de gestão da produção computadorizados (GPC) atualmente disponíveis no mercado são pouco flexíveis. É necessário que cada empresa desenvolva uma adaptação às suas características, o que exige uma equipe de técnicos mais qualificados em informática e engenharia de produção.

3. os sistemas automatizados atualmente em operação acarretam poucas modificações no processo de trabalho. Ao contrário, a GPC contribui na modificação da posição e de função tradicionalmente assumidas pela organização do trabalho, o que é considerado muito arriscado em setores tradicionais. A este respeito veremos como este fenômeno se repete no processo de introdução de inovações organizacionais.

A literatura internacional existente aponta para uma estreita relação entre automação/informatização flexível e o que se convencionou chamar de inovações organizacionais (IO). As IO's se desenvolveram em função de uma nova abordagem para a gerência de materiais e da qualidade. Em linhas gerais, as técnicas de Kanban, Just in time e os Programas Participativos de Melhoria da Qualidade dizem respeito a ganhos de produtividade através de inovação na gestão de estoques e nos métodos de trabalho em segmentos com importante participação de trabalho direto que implicam um alto envolvimento da força de trabalho. Como tem ocorrido em outras ondas de mudanças tecnológicas, a mudança na base técnica tende a gerar condições propícias de reestruturação dos sistemas de trabalho tal como se faz necessário para a implementação bem sucedida das IO's. Face a um processo de modernização tecnológica no setor e diante de suas características incentivadoras da aplicação de IO's, esperava-se que as indústrias inovadoras do ramo, consultadas na pesquisa, trabalhassem com projetos e até mesmo amplos programas de IO. Durante a fase inicial da pesquisa (1985-1986) apenas uma empresa havia adotado um projeto de CCQ e tinha a intenção de realizar estudos para adoção de linhas de produção Kanbanizadas. O não desenvolvimento das IO's no ramo pode ter como explicação algumas características do setor e do processo de modernização em curso.

Conforme foi apontado anteriormente, os "setores tradicionais" tendem a operar com

políticas de gestão e de organização do trabalho centradas em hierarquias rigidamente delineadas, que propiciam pouco espaço para programas participativos ou técnicas de mobilização coletiva que não sejam centradas em incentivos monetários.

Como será visto adiante, o processo de modernização do vestuário restringe-se a segmentos específicos da produção. Não implica, portanto, uma modernização mais abrangente do sistema produtivo como um todo. Tampouco constitui uma ruptura significativa com o sistema anterior, capaz de gerar uma reestruturação do sistema de trabalho e facilitar a aplicação das IO's.

Embora as IO's tenham se difundido rapidamente pelo setor, no Rio de Janeiro, entre as empresas inovadoras de maior porte que participaram da pesquisa, apenas uma implantou efetivamente um sistema Kanban na fabricação, expandindo simultaneamente o seu processo de automação.

Além do sistema original de otimização de corte GERBER, já implantado em 1986, a empresa conta com tecnologia japonesa para o enfeste (disposição das camadas de tecido para o corte) e máquinas bordadeiras automáticas de origem italiana e japonesa. A empresa desenvolve simultaneamente um programa participativo centrado nos CCQ.

### O Escopo e os Limites da Modernização

Com base na pesquisa, podemos concluir que a automação industrial que ocorre no setor de vestuário no Brasil é de nível médio, comparada com aquela encontrada nos países centrais. Os empresários e gerentes industriais das grandes empresas do ramo (mais de 1000 empregados) acompanham ativamente a evolução técnica do setor através de participação nas grandes feiras internacionais realizadas na Europa e nos EUA. Os fornecedores de

equipamentos mantêm, também, representantes comerciais no Brasil.

As empresas de vestuário, no Brasil, à semelhança do que ocorre nos países centrais, desenvolvem projetos de automação abrangendo as duas primeiras fases do processo de produção. As vantagens dos sistemas de otimização de corte são:

- a) simplificação das tarefas na preparação;
- b) economia de matérias-primas e outros materiais;
- c) redução do número de postos de trabalho qualificados na preparação;
- d) aumento da qualidade final do produto;
- e) maior flexibilidade para o lançamento de novos modelos e para a manutenção de prazos de entregas.

Veremos a seguir como estas vantagens reconhecidas nas pesquisas internacionais (6) se enquadraram no campo das determinações da automação do vestuário no Brasil, e como outras características dos sistemas de corte se revelaram importantes para a adoção destas IFM.

Três fatos tiveram um peso importante na decisão relativa a compra de equipamentos de automação:

1. o aumento da competição no mercado interno.
2. as novas tendências da moda e as mudanças nos hábitos dos consumidores durante a crise econômica recente.
3. a adoção da receita exportadora (busca de mercado externo) para setores tradicionais, tais como o têxtil e o vestuário.

A conjugação destes três fatos criou a necessidade de desenvolvimento de produtos com maior qualidade para a diferenciação no mercado interno e para a garantia de condições mínimas no mercado externo, e com maior flexibilidade para responder aos imperativos do mercado interno e para possibilitar uma maior diversificação decorrente da abertura ou expansão no mercado externo.

Excetuando-se uma empresa multinacional, cuja estratégia comercial não prevê a exportação, os resultados da pesquisa mostram a ligação existente entre as estratégias de inovação recentes no vestuário e a etapa de desenvolvimento do produto com as necessidades de competição no mercado externo.

Os estímulos para a adoção das IFM no vestuário no Brasil são, portanto, decorrentes das vantagens enunciadas anteriormente, que estão intimamente ligadas à fase de concepção, tais como:

- a) maior flexibilidade na geração de um modelo com repercussões nos tempos de lançamentos dos produtos no mercado;
- b) aumento da qualidade do corte de componentes com repercussões na qualidade do produto completo;
- c) diminuição do tempo necessário à preparação com repercussões no ciclo total devido ao ganho de tempo direto e à redução dos tempos perdidos com erros e defeitos agora evitados pelo sistema automático.

Algumas outras vantagens que assumem uma importância particular devido a algumas características próprias ao setor no Brasil são:

- a) redução dos custos de produção através da economia em matéria-prima (80% dos custos) e em mão-de-obra (20%);

- b) possibilidade de adoção gradual dos novos sistemas IFM de modo a promover a conversão "suave" da empresa e de seus quadros técnicos para as novas tecnologias.

A despeito dos estímulos acima descritos, a decisão de adoção das IFM reflete sobretudo o dinamismo de um novo conjunto de dirigentes e de técnicos do ramo, pois um conjunto de fatores de ordem econômica, social, tecnológica, política e institucional tende a agir como desestímulo à difusão destas tecnologias em um setor tradicional como o vestuário.

### Avaliação da Automação Industrial no Vestuário

Apesar do número restrito de empresas visitadas e dos poucos sistemas instalados no ramo, uma breve avaliação se impõe, tendo em conta a previsão de expansão da automação no setor e as tendências já observadas em outros países.

No que diz respeito ao emprego e à qualificação, este processo de automação ainda que incipiente e local, permite-nos formular algumas considerações relevantes.

Como a automação apenas começou, e no caso do vestuário incide sobre as etapas de menor participação da mão-de-obra (o corte e a preparação ocupam no máximo 15% da força de trabalho), os efeitos sobre o nível de emprego serão mínimos. O impacto sobre o emprego poderá ser maior na medida que outras inovações, tais como a GPAO, venham a se acrescentar à automação em curso.

No caso brasileiro, até o presente momento, a redução de postos de trabalho (que pode chegar a até 50% nas etapas em questão) é compensada pelo aproveitamento da mão-de-obra que ocupava os postos suprimidos em outras etapas do processo de produção, uma vez que as empresas inovadoras encontram-se em expansão.

Cabe, entretanto, ressaltar que as IFM incidem justamente sobre as etapas onde o nível de qualificação da mão-de-obra é maior em relação aos trabalhadores diretos. Por outro lado, os sistemas implantados não dispensam a capacitação prévia dos trabalhadores e os bons resultados obtidos decorrem da experiência dos responsáveis pelos planos de corte (um dos gerentes industriais justificou erroneamente a não adoção do sistema automático pelo fato de sua mão-de-obra conseguir resultados melhores que os apresentados pelo fornecedor de equipamentos sobre uma mesma ordem de serviço). Ou seja, os ganhos de matéria-prima relativos à minimização das perdas em tecido decorrentes da otimização do corte dependem da experiência da força de trabalho. É esta experiência que é maximizada pelo sistema.

Ainda em relação ao aspecto "qualificação" do pessoal, os serviços de manutenção e de informática da empresa tendem a expandir a sua área de atuação, incorporando novos conhecimentos, mesmo se a manutenção for garantida pelo fornecedor do equipamento.

Em relação às condições de trabalho, os novos sistemas absorvem as tarefas repetitivas da preparação e eliminam as condições de stress relacionadas com os erros decorrentes de trocas ou omissões de componentes que podem ocorrer quando se trabalha com uma grande quantidade de peças e em regime de urgência. Como o sistema não se encarrega de toda a produção, uma parte dela ainda é realizada no esquema tradicional. A coexistência dos dois sistemas é devida à razão de segurança contra eventuais panes.

### Conclusões

Em nível atual de automação na indústria do vestuário no Brasil, os resultados da pesquisa não permitem conclusões muito abran-

gentes, mas propõem algumas interrogações que pesquisas posteriores poderão vir a responder.

Uma das conclusões principais desta pesquisa é o fato das novas tecnologias no vestuário serem consideradas um dos elementos de ganho de competitividade. Desta forma, uma vez que o período de introdução de novas tecnologias corresponde a um momento de redefinição de condições de atuação no mercado, perguntamos:

- a) no mercado internacional, dado que a automação da indústria do vestuário se concentra nas etapas da produção menos intensas em mão-de-obra e que o nível de automação no caso brasileiro equivale ao ocorrido no exterior, as vantagens comparativas decorrentes do baixo custo da mão-de-obra continuarão favorecendo as exportações brasileiras das empresas inovadoras?
- b) no mercado nacional, as condições de competição das firmas inovadoras podem ser melhoradas exclusivamente através de uma estratégia de automação localizada? Qual o potencial de informatização e das inovações organizacionais que atualmente se difundem no ramo com maior frequência que os dispositivos automáticos?

Embora não estejam disponíveis os elementos capazes de responder às duas interrogações, cabe ressaltar que o desempenho recente de uma empresa inovadora que conjugou automação flexível com inovações organizacionais é igual ou superior ao das fábricas de confecção coreanas que se tornavam paradigmas de produção para o setor no final desta década de 80.

## Notas e Referências Bibliográficas

1. TAVARES, Silvio. *Automatização de produção em indústria tradicional: a aplicação do laser na indústria de Calçados*. Embaixada do Brasil, Paris, Setor de Ciência e Tecnologia, Série Monográfica, no. 3, julho 1985.
2. Para uma análise global do processo de automação, vide trabalho do autor publicado sob forma de Relatório em automação industrial e competitividade: uma avaliação das tendências no Brasil, OIT, IEI/UFRJ, 1986.
3. *Perspectives du développement de la productivité dans le secteur de l'habillement de la CEE*, Paris, CETIH, 1979, citado em *Facteurs et conséquences des innovations technologiques dans l'industrie de l'habillement: le cas des travaux de piquages*, Paris, GST/CNRS, 1982.
4. HOFFMAN and RUSH. *Microelectronics and clothing. The impact of technical change on a global industry*, Sussex, SPRU, 1984.
5. TAVARES, Silvio. *Informática e eletrônica na produção: o nascimento da productique*, Embaixada do Brasil, Paris, Setor de Ciência e Tecnologia, Série Monográfica no. 2, set. 1984.
6. *Evaluation économique et sociale de PMI automatisées*, Paris, CPE, Ministère de la Recherche et de la Technologie, 1985.

## Entrevista

### Ruy Aguiar da Silva Leme

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Professor catedrático da mesma escola. Professor catedrático da Faculdade de Economia e Administração da Universidade de São Paulo. Responsável pela criação e pela instalação do Curso de Engenharia de Produção na Escola Politécnica, tendo sido Chefe do Departamento de Engenharia de Produção até 1967. Diretor da Faculdade de Economia e Administração de 1957 a 1960. Presidente do Banco Central do Brasil de 1967 a 1968. Ex-diretor de indústrias, instituições financeiras e escritórios de engenharia. Consultor de empresas nos campos de Engenharia de Produção, Economia e Administração.

## Entrevista de Rui Aguiar da Silva Leme para a Revista da Produção

**PRODUÇÃO** - Como e quando surgiu o primeiro curso de Engenharia de Produção no Brasil?

**R.A.S.L.** - O primeiro curso de Engenharia de Produção no Brasil foi dado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, no ano de 1955 como disciplina do curso de doutoramento (o doutor em engenharia existente na USP na época). Resultou da colaboração de professores da Politécnica com professores da missão norte-americana que estavam em São Paulo instalando a Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas.

Em nível de graduação, os primeiros cursos de Engenharia de Produção iniciaram-se em 1959, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e no Instituto Tecnológico da Aeronáutica. Este último curso foi extinto em 1965.

Se o estado de São Paulo teve a primazia nos cursos de graduação, no Rio de Janeiro é que surgiram os primeiros cursos de pós-graduação stricto sensu, no modelo norte-americano. Em 1966 é criado o mestrado na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, em 1967 na COPPE da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Apenas em 1968 aparece o primeiro mestrado fora do Rio de Janeiro, na Escola Politécnica da USP, e em 1969 na Universidade Federal de Santa Catarina.

**PRODUÇÃO** - Por que se adotou esse nome de Engenharia de Produção? A nossa Engenharia de Produção corresponde ao "Industrial Engineering" dos americanos?

**R.A.S.L.** - A nossa Engenharia de Produção corresponde ao "Industrial Engineering" dos

americanos. Ao se criar a Engenharia de Produção na Escola Politécnica, resolveu-se fugir da denominação Engenharia Industrial para evitar confusão com curso homônimo existente na Faculdade de Engenharia Industrial da Universidade Católica de São Paulo. Os engenheiros formados por esta Faculdade eram ou mecânicos ou químicos, com currículos praticamente indiferenciados engenheiros destas especialidades não industriais.

A maioria dos cursos de Engenharia de Produção acompanharam a denominação escolhida pela Escola Politécnica. Muito poucos optaram pela denominação Engenharia Industrial como, por exemplo, o da PUC do Rio de Janeiro.

Hoje em dia a denominação Engenharia Industrial está reservada a cursos com ênfase especial nos processos tecnológicos nas várias áreas da Engenharia. Boa parte desses cursos proveio da conversão de antigos cursos de Engenharia de Operação como consequência de sua extinção, nada tendo a ver com o "Industrial Engineering" dos americanos.

**PRODUÇÃO** - O curso de Engenharia de Produção deve ser apenas uma habilitação de outras engenharias como mecânica, elétrica, e química ou pode ser um curso independente?

**R.A.S.L.** - A resposta a esta pergunta entra num dos pontos controversos da Engenharia de Produção. Qual o campo de atuação desta Engenharia? Existe uma discussão sobre o assunto com várias respostas, sendo possível distinguir duas posições extremas. Num pólo estão os que querem enfatizar o fato da Produção ser uma "Engenharia" no sentido técnico do termo. Preferem limitar o seu campo de atuação ao setor secundário junto às outras engenharias, onde, de qualquer forma, sejam

necessários conhecimentos de materiais e de máquinas. Em outro pólo temos aqueles que defendem um campo de aplicação muito mais vasto, incluindo também os setores primário e terciário, caracterizando-se a Engenharia de Produção apenas por seus métodos, transcendendo os limites tradicionais das engenharias.

Os defensores da primeira posição preferem que a Engenharia de Produção seja apenas uma habilitação de outras engenharias como mecânica, elétrica e química. Nesta aplicação temos um currículo muito mais carregado de conhecimentos tecnológicos e especializado num certo setor. Já os defensores da segunda posição preferem a Engenharia de Produção como curso independente, reduzindo sua base tecnológica e dando uma formação mais generalista. Se considerarmos legítima a atuação de muitos engenheiros de produção nas instituições financeiras, somos obrigados a optar pela Engenharia de Produção como curso independente, pois esta atuação não está vinculada a nenhuma das engenharias tradicionais.

Respondendo finalmente à pergunta, acredito que a solução ideal seria voltar à situação brasileira vigente antes da resolução 10/77 do Conselho Federal de Educação. Até 1977 havia duas escolhas para os cursos de Engenharia de Produção: ou formarem engenheiros de produção, ou formarem engenheiros de uma certa área com habilitação em produção. O curso independente seria mais adequado pelo menos para a atuação nos setores primário e terciário. O curso como habilitação de outra área da engenharia poderia preparar melhor engenheiros que desejassem se especializar numa área do setor secundário.

**PRODUÇÃO** - A atual oferta de vagas em cursos de graduação e pós-graduação pode ser considerada satisfatória?

**R.A.S.L.** - No que diz respeito à graduação, a economia brasileira exigiria muito maior número de engenheiros de produção do que

o existente. Problemas fundamentais desta economia como produtividade e qualidade demandam muito maior quantidade de engenheiros de produção.

O aumento da oferta de vagas na graduação implicaria o aumento da demanda de vagas na pós-graduação, especialmente se fosse exigido, como deveria ser, o grau de mestre ou doutor para os professores da graduação.

**PRODUÇÃO** - O nosso ensino de graduação em Engenharia de Produção pode ser considerado de boa qualidade? E em relação à pós-graduação?

**R.A.S.L.** - Tanto na graduação quanto na pós-graduação existem cursos melhores e piores. No caso da graduação pelo menos alguns cursos são de boa qualidade. Seus egressos têm se colocado no mercado de trabalho mais facilmente do que os de outras áreas da engenharia, tendo sido menos atingidos pelas sucessivas recessões que o Brasil tem enfrentado nesta década.

No que diz respeito à pós-graduação existe a avaliação dos cursos feita pela CAPES. Por esta avaliação, os melhores cursos são o da COPPE do Rio de Janeiro, o da PUC também do Rio de Janeiro e o da Universidade Federal de Santa Catarina.

A nosso ver, a pós-graduação sofre da falta de demanda. De um lado, as Universidades Federais e as escolas privadas não exigem mais o mestrado e o doutoramento para seus professores. De outro lado, as empresas privadas não compreenderam a importância da pós-graduação para seus engenheiros, dificultando ou impedindo que façam este curso. A demanda baixa leva à aceitação de alunos menos qualificados e a uma baixa produtividade dos cursos, representada pela baixa relação entre o número dos que completam o curso, obtendo os títulos de mestre ou doutor, e o número dos que ingressam.

**PRODUÇÃO** - O engenheiro de produção é adaptado às necessidades do mercado de trabalho?

**R.A.S.L.** - Na resposta à pergunta anterior, já salientamos que, entre as várias especialidades da engenharia, a de produção é uma das que menos tem sofrido com as sucessivas recessões pelos quais tem passado o Brasil.

É importante distinguir o campo de atuação onde trabalham os formados em Engenharia de Produção do seu campo específico para o qual foram preparados nos bancos escolares. Ambos não coincidem, sendo muito mais vasto o primeiro.

O que acontece é que a Engenharia de Produção é um campo de fronteira entre o conhecimento técnico propriamente dito, típico de outras engenharias, e as áreas administrativas e econômicas. Isto faz com que os engenheiros de produção sejam extremamente flexíveis e adaptáveis a quase todos os campos de atividade. Assim, se uma parte dos egressos dos cursos de Engenharia de Produção trabalha nas fábricas, dentro do campo para o qual foram preparados, outros estão empregados nos bancos, onde são muito procurados por combinarem um preparo em administração e finanças com uma capacidade matemática. Esta flexibilidade e adaptabilidade garantem uma alta demanda de mercado para os engenheiros de produção.

**PRODUÇÃO** - Quais são as perspectivas profissionais da Engenharia de Produção?

**R.A.S.L.** - Para avaliar estas perspectivas é forçoso reconhecer ameaças e oportunidades. Constituem ameaças o fato de atualmente o engenheiro de produção estar exercendo funções que em outros países são domínio de outras formações como Administração e Economia. Assim, nos Estados Unidos, por exemplo, as áreas de Finanças e Gerência de Produção (esta última conceituada como a produção no setor terciário) são especiali-

dades reconhecidas entre os administradores profissionais. No Brasil só a deficiência dos cursos de Administração explica a penetração dos engenheiros de produção nestas áreas, das quais poderão ser excluídos se esses cursos se aprimorassem.

Entre as oportunidades, temos aplicações insuspeitadas da Engenharia de Produção no setor agrícola, como, por exemplo, no planejamento de safras na indústria de cana. Também, entre as oportunidades, temos a formação de empresários. O curso de Engenharia de Produção é provavelmente o único curso que abrange todos os aspectos vinculados ao desenvolvimento de empreendimentos, desde a parte técnica até a parte administrativa. Em outras palavras, o curso oferece a formação básica para que o aluno possa ser um empresário.

Entre as oportunidades, temos ainda a já referida flexibilidade dos engenheiros de produção que faz com que estes profissionais reajam muito melhor a crises do que outros de formação mais especializada, fato este muito importante na situação recessiva pela qual o Brasil passa e continuará a passar nos próximos anos.

Ponderando ameaças e oportunidades não se pode prever uma expansão do mercado profissional de engenheiros de produção nos próximos anos, dentro da conjuntura desfavorável que a economia brasileira enfrenta e continuará a enfrentar no futuro próximo. Contudo, repetindo, é certo que engenheiros de produção sofrerão menos e resistirão mais que outros profissionais.

**PRODUÇÃO** - Qual a importância da pesquisa na Engenharia de Produção?

**R.A.S.L.** - Em nossa opinião, a pesquisa é muito mais importante na Engenharia de Produção do que nas outras engenharias. Enquanto estas se baseiam em leis físicas, de

caráter universal, sendo mais fácil importar conhecimentos, na Engenharia de Produção temos aspectos humanos, sociais e econômicos que variam muito mais entre países. A geração de conhecimentos sobre Engenharia de Produção voltada para as condições brasileiras é uma necessidade fundamental, já que não há lógica na cópia pura e simples dos modelos desenvolvidos em outros países.

Atualmente, boa parte das pesquisas brasileiras em Engenharia de Produção é realizada pelos nove programas de pós-graduação existentes no país.

Entre as áreas de pesquisas existentes, destacariamos Qualidade, Produtividade, Política e Gestão de Tecnologia, Gerência de Produção, Sistemas e Finanças.

**PRODUÇÃO** - Como será a Engenharia de Produção na próxima década?

**R.A.S.L.** - O engenheiro de produção é atualmente e será cada vez mais uma peça chave no processo de mudanças que ocorre em nossa sociedade. O encargo maior do engenheiro de produção é obter a maior produtividade dos sistemas de produção, otimizando a qualida-

de do produto e aperfeiçoando a qualidade de vida no trabalho. Este é em si mesmo um objetivo sempre renovado e muito desafiador.

Por outro lado, estamos vivendo uma época na qual, por diversas razões, está sendo iniciado um processo de modernização dos sistemas de produção.

Na prática das empresas isto inclui: (a) o desenvolvimento e a incorporação de equipamentos microeletrônicos, desde computadores até robôs, passando pelo desenvolvimento de software aplicativo para o qual se usam os modernos conceitos de inteligência artificial; e (b) a reformulação dos métodos e técnicas de organização da produção visando colocar as empresas nos níveis de produtividade ditados pela competição, tanto no mercado internacional quanto no mercado interno.

Esse processo de modernização, que está mais adiantado no Japão, está apenas se iniciando nos países desenvolvidos como os Estados Unidos e a Alemanha, sendo ainda incipiente no Brasil. O engenheiro de produção é peça chave nesse processo de modernização, o que assegura uma posição de destaque para a Engenharia de Produção na próxima década.

**Resenhas**

**ERGONOMIA**

**PROJETO E PRODUÇÃO**

Editora Edgard Blucher, São Paulo, 1990

Itiro lida

O livro apresenta um enfoque abrangente, didático e atual da ergonomia. Aborda tanto os aspectos que interessam aos projetistas de produtos, máquinas e postos de trabalho, como aqueles operacionais, dos sistemas de produção e segurança do trabalho. Compõe-se de 20 capítulos assim distribuídos: 1. O que é ergonomia; 2. Abordagem ergonômica de sistemas; 3. Pesquisa em ergonomia; 4. O organismo humano; 5. Biomecânica ocupacional; 6. Antropometria: medidas; 7. Antropometria: aplicações; 8. Postos de trabalho; 9. Manejo e controles; 10. Dispositivos de informação; 11. Transmissão e processamento de informações; 12. Ambiente: temperatura, ruídos e vibrações; 13. Ambiente: iluminação e cores; 14. Fatores humanos no trabalho; 15. Organização do trabalho; 16. Segurança do trabalho; 17. Ergonomia do produto; 18. Aplicações industriais e agrícolas; 19. Ergonomia nos serviços e na vida diária; e 20. Ergonomia e as novas tecnologias.

A sua leitura é recomendada a todos os profissionais e estudantes que trabalham em projetos de produtos, máquinas, processos ou sistemas, onde o elemento humano desempenhe um papel importante ou crítico, seja como consumidor, usuário ou operador dos mesmos. Recomenda-se também para aqueles que planejam e controlam o trabalho e devem ter, por isso, uma compreensão sobre a natureza das atividades humanas, bem como de suas capacidades e limitações.

A aplicação dos conhecimentos em ergonomia contribui para a redução da monotonia, fadiga e stress no trabalho. Portanto, permite aumentar a qualidade e a produtividade no trabalho, com redução dos acidentes e doenças ocupacionais, e melhoria da segurança, conforto e motivação dos trabalhadores.

O aproveitamento prático desses conhecimentos pode ser feito de forma simples, a custos relativamente baixos, principalmente se isso for feito de maneira preventiva, desde os estágios iniciais do desenvolvimento de novas máquinas, processos ou ambientes de trabalho.

**QUALIDADE INDUSTRIAL**

**CONCEITOS, SISTEMAS E ESTRATÉGIAS**  
Editora Atlas, São Paulo, 1987

José Carlos de Toledo

Nos últimos anos a qualidade dos produtos industriais tem emergido como um fator estratégico para a capacidade competitiva das empresas. O propósito deste livro é refletir sobre a qualidade e o controle da qualidade industrial a partir de diversos pontos de vista.

Inicialmente, além da conceituação da qualidade discutem-se as relações entre qualidade, tecnologia e mercado e analisam-se os aspectos microdeterminantes da qualidade. Em seguida aborda-se mais especificamente o Controle da Qualidade, enfatizando-se os novos esquemas em evidência no Brasil, tais como os Sistemas de Garantia da Qualidade e os CCQ - Círculos de Controle da Qualidade. Por fim procura-se identificar e analisar o sistema nacional de qualidade industrial, enfocando mais especificamente o SINMETRO - Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, bem como

o Subprograma de Tecnologia Industrial Básica do PADCT - Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Com o apoio na literatura especializada e em visitas e entrevistas pessoais realizadas junto a empresas e em contatos com Associações e profissionais da área de qualidade, o autor elaborou um texto consistente e didático.

#### O PODER DA TRIADE

A EMERGÊNCIA DA  
CONCORRÊNCIA GLOBAL  
Editora Pioneira, São Paulo, 1989

Kenichi Ohmae

O autor defende a idéia de que a população dos países da triade (EUA, Japão e Comunidade Européia), de cerca de 600 milhões de habitantes, são cada vez mais "parecidos" entre si, tendo os mesmos níveis de renda, aspirações, educação e lazer. Consumem praticamente os mesmos produtos, como a Coca-Cola, sanduíches McDonalds, tênis Reebok e Nike, walkmen Sony, bolsas Gucci e outros. Estaria criado, assim, um mercado global, o que levaria as empresas a pensarem também em uma competição global.

Nesses países estariam concentradas as principais indústrias de alta tecnologia, caracterizadas pela necessidade de elevados investimentos em pesquisa e desenvolvimento e grandes investimentos na automação da produção. Esse elevado investimento em capital, e também na criação de uma marca, só tornariam viáveis aquelas empresas com uma estratégia global de marketing. Assim,

os produtos mundiais já seriam projetados para alcançar diversos mercados, com as adaptações locais que se fizerem necessários, como no caso dos aparelhos de vídeos VHS - praticamente 95% são produzidos no Japão, com adaptações de frequências e voltagens para cada mercado específico.

Nesse contexto, a mão de obra barata já não se colocaria como uma vantagem competitiva, pois representaria apenas 5 a 10% dos custos de produção. Essa vantagem ganha com a utilização de mão-de-obra barata seria anulada pelos custos de transportes, custo de seguros, falta de fornecedores qualificados, baixa produtividade e dificuldades administrativas. Assim, as grandes empresas transnacionais estariam "repatriando" as suas fábricas, preferindo exportar os produtos já acabados, a partir de algumas plantas situadas estrategicamente em países desenvolvidos.

A política industrial sugerida pelo autor, para os países em desenvolvimento é que eles também se capacitem tecnologicamente, com investimentos combinados entre a iniciativa privada e o governo desses países. Naturalmente, uma condição prévia para isso é a escolha de algumas áreas, em número reduzido, procurando determinadas imperfeições ou brechas no mercado mundial. Nesses setores selecionados, as empresas deveriam pensar também em atingir o mercado mundial.

O autor relata, por exemplo, como os europeus e norte-americanos perderam tão facilmente a hegemonia nas indústrias de motos, relógios e câmaras para os japoneses, que não eram produtores tradicionais desses produtos, mas se capacitaram a oferecer produtos de boa qualidade a preços competitivos nos principais mercados mundiais.

## Orientação aos Colaboradores

### OBJETIVOS E ESTRUTURA

A revista "Produção" é editada sob a responsabilidade da Associação Brasileira de Engenharia de Produção e destina-se a divulgar matérias, opiniões e notícias relacionados com a engenharia de produção. Para tanto, recebe colaboração de autores do país ou do exterior nas seguintes seções:

- a) Editorial. Orientação ou postura endossada pela ABEPRO.
- b) Cartas à Redação. Comunicações curtas, comentários, críticas ou sugestões sobre matéria publicada pela revista ou assuntos correlatos.
- c) Entrevistas e Opiniões. Matéria contendo informações ou opiniões pessoais de natureza científica, tecnológica, política, administrativa ou institucional.
- d) Notícias e Comentários. Notas e informes curtos sobre assuntos de atualidade como cursos, estágios, eventos, pesquisas, financiamentos e outros.
- e) Livros, Teses e Revistas. Resenhas de livros, resumos de teses e revistas, podendo conter comentários e recomendações assinados.
- f) Artigos. Trabalhos originais ou divulgados previamente de forma restrita, contendo contribuições para o avanço científico, tecnológico, institucional e de ensino da engenharia de produção.

### CONDIÇÕES PARA PUBLICAÇÃO

Os trabalhos recebidos para publicação serão submetidos à apreciação do Conselho Editorial ou de consultores por ele indicado.

Os artigos selecionados poderão sofrer revisões de texto e ilustrações para adaptá-los à publicação. Os trabalhos publicados poderão ser reproduzidos total ou parcialmente desde que citada a fonte.

### APRESENTAÇÃO DOS ORIGINAIS

As contribuições devem ser apresentadas em 3 (três) vias datilografadas em espaço 2 (duplo), em papel de formato A-4 (210 x 300mm).

- a) Extensão. Entrevistas, opiniões e artigos devem ter, no mínimo, 10 laudas (250 linhas) e, no máximo, 20 laudas (500 linhas). As resenhas de livros, teses e revistas, um mínimo de 1 lauda (25 linhas) e um máximo de 4 laudas (100 linhas).
- b) Línguas. Serão aceitos trabalhos redigidos em português. Trabalhos em outras línguas poderão ser aceitos, dependendo de consulta prévia ao editor.
- c) Estrutura do texto. Os artigos devem observar a seguinte estruturação.
  - 1) Título em português e inglês, nesta ordem.
  - 2) Nome(s) do(s) autor(es) com qualificação, vinculação profissional, endereço para correspondência e telefone (opcional).
  - 3) Estrutura, abrangendo: introdução; desenvolvimento do assunto; conclusões ou recomendações e bibliografia no final do texto.
  - 4) Resumo em português e inglês, com máximo de 200 palavras.
  - 5) Os trabalhos deverão, ainda, relacionar suas palavras-chave até um máximo de 5 (cinco).



6) Referência bibliográfica, em ordem alfabética de sobrenome do autor, numeradas consecutivamente, elaborada de acordo com NB-60 e NB-66 da ABNT.

7) As notas relativas ao texto, caso existam, deverão ser numeradas em algarismos arábicos e listados após a conclusão e antes das referências bibliográficas.

d) Complementos do texto. As ilustrações, tabelas, gráficos e fotos com as respectivas legendas devem ser apresentados em folhas separadas. Os desenhos devem ser em nanquim preto sobre papel vegetal e as fotos em preto e branco, reveladas em papel brilhante e de alto contraste.

Todas as ilustrações devem ser referidas como "Fig." e numeradas consecutivamente na ordem em que são referidas no corpo do artigo. Cada uma deve vir marcada levemente no verso, com o nome do autor e o número da figura, utilizando-se para isso lápis de grafite mole. Os originais das ilustrações não devem ser montados no texto, recomendan-

do-se, para esse fim, que seja utilizada uma fotocópia.

Os editores se reservam o direito de devolver aos autores os trabalhos que não estejam de acordo com estas normas.

Serão dadas vinte separatas do artigo ao autor cujo nome aparece em primeiro lugar para uso de todos os autores.

#### REMESSA DE TRABALHOS

Os trabalhos deverão ser encaminhados à Revista Produção

a/c Ricardo Manfredi Naveiro

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Caixa Postal 68507 - Centro de Tecnologia

Cidade Universitária

21945 - Rio de Janeiro-RJ

## ABEPRO

A Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO, pretende agregar os profissionais, docentes, pesquisadores, estudantes e demais interessados no progresso da Engenharia de Produção no país. Ela está voltada não somente aos aspectos de ensino e pesquisa na área, mas também ao exercício profissional e às questões institucionais e políticas mais amplas.

A ABEPRO está aberta não apenas aos engenheiros de Produção, mas também aos de outras habilitações, economistas, administradores, desenhistas industriais, sociólogos, psicólogos, estudantes e a todos os que tenham interesse na Engenharia de Produção.

Desta forma, com a união dos esforços de todos os que se relacionam com a área, a ABEPRO pretende contribuir para melhorar o ensino e a pesquisa em Engenharia de Produção, incentivar as publicações, a difusão de informações e as aplicações no setor produtivo.

## Produção

Produção é publicada bianualmente pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO, completando um volume

a cada ano e distribuída gratuitamente aos associados da ABEPRO. As assinaturas deste periódico devem ser solicitadas à Secretaria Executiva, sendo o valor atual da assinatura 10 BTN's. Os pagamentos deverão ser feitos por cheque nominal a Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO. Os números anteriores estarão disponíveis enquanto durarem os estoques.

### Diretoria da ABEPRO

Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto  
Diretor Presidente

Raul Valentim da Silva  
Diretor Vice-Presidente

Cheng Chih Lin  
Diretor Vice-Presidente

Itiro Iida  
Diretor Administrativo

Paulo Renato de Moraes  
Diretor Financeiro

Silvio Roberto Souza Tavares  
Diretor Técnico

**FILIAÇÃO A ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção**

O quadro social da ABEPRO é constituído de sócios individuais, sócios estudantes, sócios institucionais e sócios honorários. A anuidade dos sócios individuais é de 10 BTN's. Sócios estudantes pagam 5 BTN's e os institucionais 40 BTN's. Aos sócios honorários não se obriga o pagamento de anuidade.

Para se inscrever, preencha esta ficha e remeta à ABEPRO, acompanhada de cheque nominal cruzado no valor da anuidade.

**Ficha de Inscrição**

Nome \_\_\_\_\_

Endereço \_\_\_\_\_

CEP \_\_\_\_\_ Cidade \_\_\_\_\_ UF \_\_\_\_\_

DDD \_\_\_\_\_ Tel.Residencial \_\_\_\_\_ Tel.Trabalho \_\_\_\_\_

Profissão \_\_\_\_\_

Empresa/Órgão \_\_\_\_\_

Identidade nº \_\_\_\_\_ Emitida por \_\_\_\_\_ CPF \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Enviar para: ABEPRO - Departamento de Engenharia de Produção - EPUSP  
Caixa Postal 8174 - CEP 05508 - São Paulo-SP. - Telefone: (011) 815-9322 Ramal 363

**Ficha de Assinatura**

Nome \_\_\_\_\_

Endereço \_\_\_\_\_

CEP \_\_\_\_\_ Cidade \_\_\_\_\_ UF \_\_\_\_\_

DDD \_\_\_\_\_ Tel.Residencial \_\_\_\_\_ Tel.Trabalho \_\_\_\_\_

Profissão \_\_\_\_\_

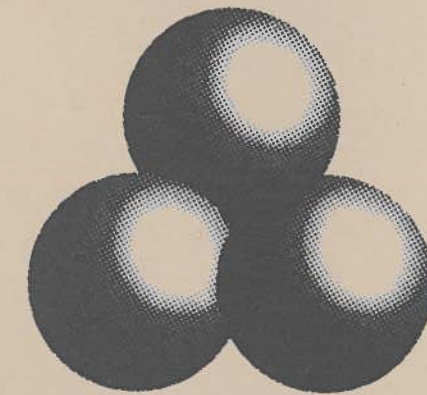
Empresa/Órgão \_\_\_\_\_

Identidade nº \_\_\_\_\_ Emitida por \_\_\_\_\_ CPF \_\_\_\_\_

Cheque n. \_\_\_\_\_ Banco \_\_\_\_\_ (nominal e cruzado a ABEPRO)

Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Assinatura \_\_\_\_\_

Enviar para: Secretaria Executiva - Revista PRODUÇÃO - Caixa Postal 68507 - Cidade Universitária  
CEP 21945 - Rio de Janeiro-RJ.



**CIS**

**Poli/AC**

Centro de Integração de Sistemas

ANDERSEN  
CONSULTING  
ARTHUR ANDERSEN

**Escola Politécnica  
Universidade de São Paulo**

## ÍNDICE

Prefácio .....	2
Introdução .....	4
Estrutura Organizacional .....	5
Descrição do Processo Industrial .....	7
Layout Previsto .....	8
Descrição do Processo de Mistura .....	9
Arquitetura Técnica de Hardware e Software .....	11
Fluxo de Informações .....	13
Instalações Físicas .....	15
Futuras Implementações .....	16
<b>Participantes do Projeto</b>	
IBM Brasil .....	18
Metal Leve .....	20
Unicontrol .....	21
Villares .....	23
Pritsker Corporation .....	25
Sisco .....	27
Colgate-Palmolive .....	29
Engcomp .....	31
Valtek .....	33
S.A. White Martins .....	35
Sitron .....	37
Participações Futuras .....	38
Agradecimentos .....	39

## PREFÁCIO ANDERSEN CONSULTING

**A** crescente e contínua globalização dos mercados é uma questão que preocupa a maioria das empresas nos dias atuais. É neste quadro que a Andersen Consulting, no Brasil, tem como missão prioritária oferecer soluções objetivas, que permitam a competitividade e a modernização da indústria brasileira.

Neste contexto nossa preocupação é mantermo-nos constantemente a par do que existe de melhor em termos de tecnologia mundial, nas áreas de informática e automação, o que é possível através de uma comunicação permanente com nossa organização internacional.

Porém, não basta somente a compreensão destas componentes tecnológicas. Para aplicá-los de modo a obter o máximo de benefícios e eficiência é imprescindível a sua adequação à realidade nacional.

É com este espírito que a Andersen Consulting concebeu, em conjunto com o Laboratório de Automação e Sistemas-LAS-do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da USP, o Centro de Integração de Sistemas, CIS-POLI/AC.

O CIS-POLI/AC, um centro de pesquisa e desenvolvimento de atividades ligadas à automação industrial e integração de sistemas para produção, servirá à comunidade acadêmica e empresarial, como um exemplo vivo da moderna tecnologia brasileira a serviço do novo ambiente de produção. Iniciativa ímpar, demonstra os grandes benefícios do relacionamento Universidade-Empresa.

O grau de consciência da necessidade de sermos mais competitivos, mediante maior flexibilidade, rapidez, qualidade, redução de custos e utilização de tecnologia é demonstrado pela quantidade de empresas fornecedoras que se interessaram e participaram ativamente deste projeto; a elas se deve grande parte do sucesso deste empreendimento.

Gostaríamos de registrar os nossos agradecimentos aos participantes e esperamos que o seu exemplo motive, num futuro próximo, outras empresas a participarem deste ou de outros trabalhos similares, em prol da indústria nacional.

Ernesto Kuperman  
*Sócio-Diretor da Andersen Consulting*

## PREFÁCIO USP

**A** busca da excelência na formação profissional em Engenharia sempre norteou as atividades da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Já quase centenária, a EPUSP mantém fortemente acesa a chama da renovação, fazendo com que seus cursos gerem e acompanhem as inovações científicas e tecnológicas que têm marcado o nosso tempo. De sua história recente, destaca-se como exemplo a nova estrutura curricular dos cursos de Engenharia Mecânica, que hoje incluem disciplinas específicas em Eletrônica, Informática, Automação e Mecatrônica. Neste, como em outros casos, não se atende somente o mercado de trabalho atual; procura-se, principalmente, antecipar as tendências do desenvolvimento industrial, preparando os Engenheiros que deverão conduzir processos de modernização.

A criação do CIS-POLI/AC insere-se também entre as marcas de pioneirismo da EPUSP, por constituir-se no primeiro laboratório onde estudantes e professores poderão pesquisar, experimentar, analisar e observar a aplicação prática de conceitos de Integração da Produção por Computador. A constante atualização tecnológica dos equipamentos ali inseridos permitirá aos alunos — futuros Engenheiros — um contato próximo com o Brasil industrial do momento, oferecendo-lhes assim uma vivência fundamental para suas atividades futuras.

Cabe um agradecimento às empresas participantes, pelo grau de envolvimento de cada uma. O estreitamento do relacionamento Universidade-Empresa, base do desenvolvimento científico e tecnológico do País, foi fundamental para a realização do projeto e espera-se sua intensificação para o futuro.

Lucas A. Moscato  
*Chefe Depto. Eng. Mecânica*  
*Escola Politécnica - USP*

## INTRODUÇÃO

O Centro de Integração de Sistemas (CIS-POLI/AC) é o resultado de uma iniciativa conjunta da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) e da Andersen Consulting, com a participação de diversos fornecedores nacionais, tendo como objetivo implementar um ambiente de pesquisa e desenvolvimento na área de Manufatura Integrada por Computador (C.I.M.), treinamento e especialização de profissionais nas tecnologias envolvidas e integração de sistemas computacionais de diversos fabricantes de hardware e software.

Fisicamente o CIS-POLI/AC é uma planta piloto para produção de detergentes e amaciantes de roupa, localizada em uma área de 300 m<sup>2</sup> no Prédio da Engenharia Mecânica da EPUSP.

## ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A estrutura organizacional do CIS-POLI/AC foi elaborada tomando como base uma empresa hipotética, fabricante de detergentes e amaciantes de forma a viabilizar um dos objetivos do CIS-POLI/AC, para mostrar a flexibilidade de produção, ou seja, a possibilidade de alteração dos produtos, tanto em formulação quanto em quantidades e tamanhos.

A estrutura organizacional resultante está apresentada na fig. 1, destacando-se os níveis organizacionais implementados e aqueles de implantação futura. Esta estrutura superpõe-se à hierarquia conceitual de CIM, representada por uma pirâmide de quatro segmentos (fig. 2):

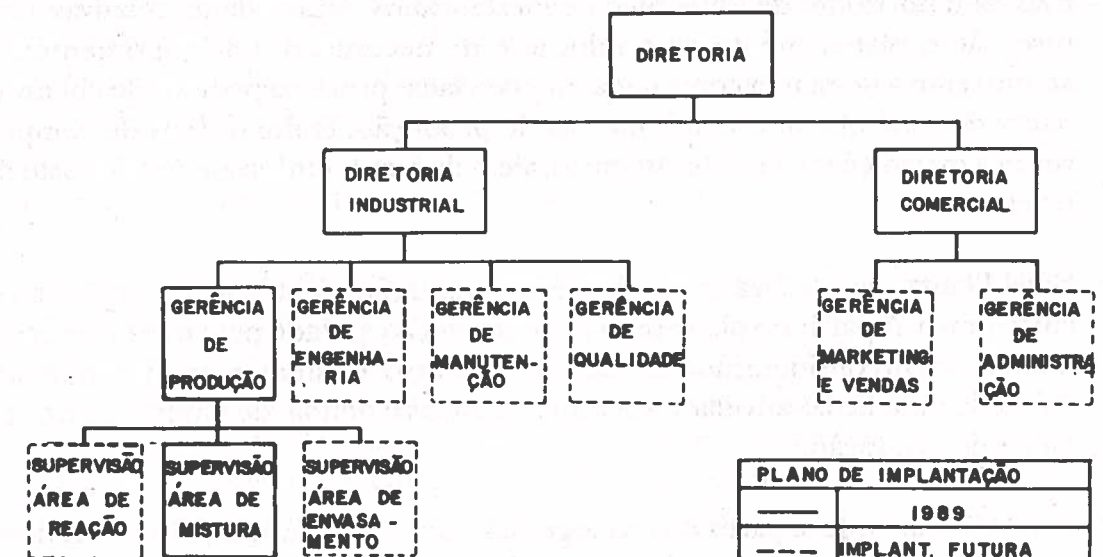


fig. 1 - Estrutura Organizacional



fig. 2 - Pirâmide de quatro Segmentos

- Nível Empresa, que processa informações globais, estratégicas, em parte qualitativas. Seu horizonte de trabalho é de meses a anos. As atividades relativas a este nível são o planejamento da produção e de necessidades de suprimentos, de acordo com a demanda contratada ou planejada; processa pedidos de clientes, a partir do qual obtém o plano mensal de produção, emite ordens de compras, verifica expedições e faz faturamentos, além de manter informações de custo dos produtos.
- Nível Planta, que realiza as tarefas de programação e controle da produção de curto prazo. A partir do plano mensal de produção, gerado pelo nível Empresa e, levando-se em consideração a limitação dos recursos existentes, uma programação diária detalhada das atividades a serem realizadas é obtida, de modo a cumprir as metas de produção.
- Nível Célula, onde, a partir do cronograma diário da produção, são realizados os despachos de ordens, operação e controle. Apresenta ao operador as condições físicas do processo, mostrando tendências e alertando para divergências excessivas.
- Nível Estação de Trabalho, que incorpora as ações de controle da planta. A partir dos parâmetros fornecidos pelo nível superior, controlam o processo, de modo a obter os produtos nas características e quantidades planejadas.

## DESCRIÇÃO DO PROCESSO INDUSTRIAL

O CIS-POLI/AC é uma planta piloto de 300 m<sup>2</sup> para produção de detergentes e amaciantes, empregando as mais avançadas tecnologias de informação disponíveis no mercado nacional. O processo de fabricação pode ser dividido em três etapas principais:

- 1 - *Reação* para obtenção de matérias primas.
- 2 - *Mistura* da base de detergente/amaciante com corantes e aromatizantes.
- 3 - *Envasamento* dos produtos finais.



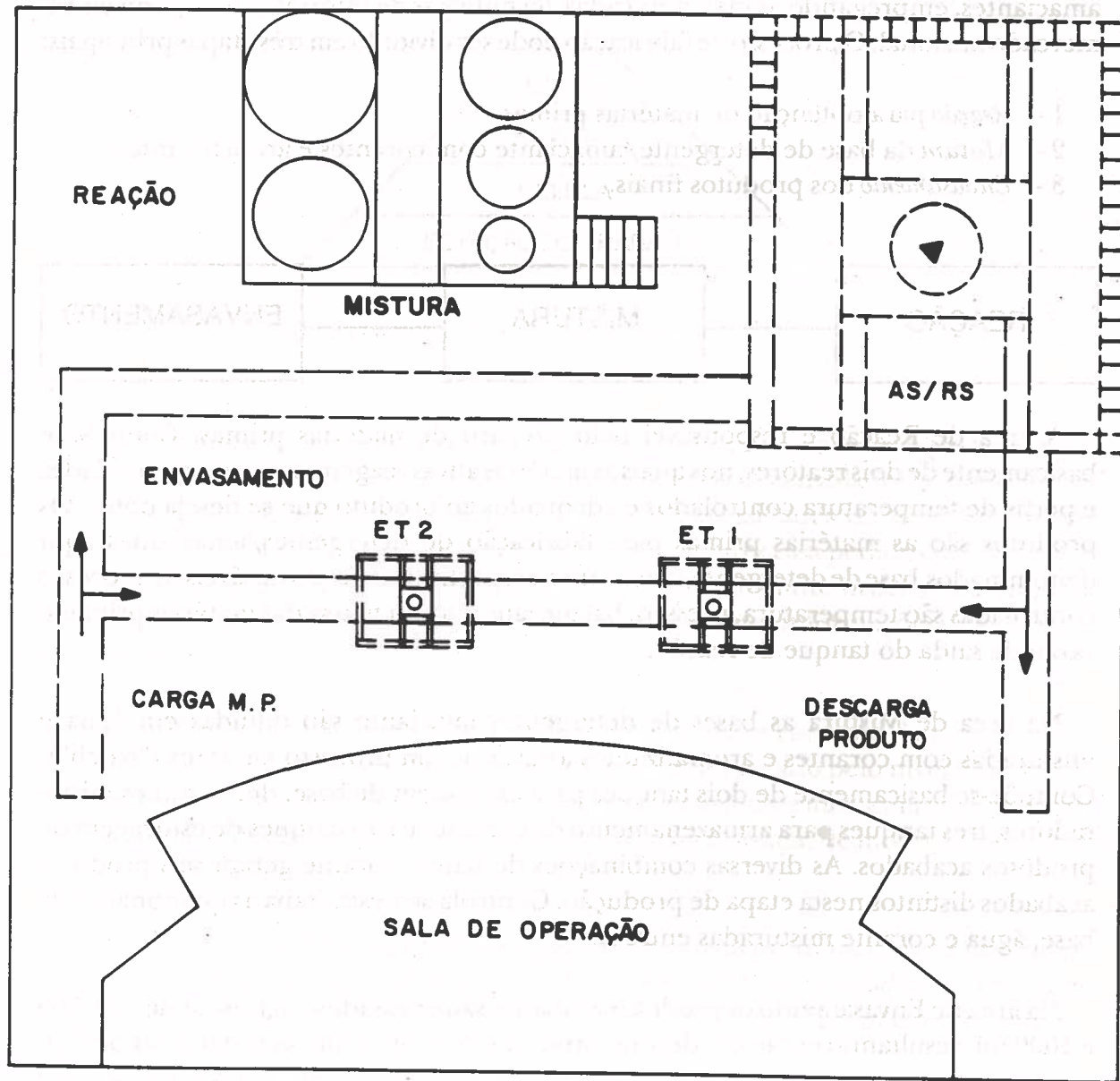
A área de Reação é responsável pelo preparo de matérias primas. Compõe-se basicamente de dois reatores, nos quais as matérias ativas reagem, segundo quantidades e perfis de temperatura controlados e adequados ao produto que se deseja obter. Os produtos são as matérias primas para fabricação de detergentes/amaciantes aqui denominados base de detergente/amaciante, respectivamente. As variáveis de processo controladas são temperatura, pressão, balanceamento em massa das matérias primas e vazão de saída do tanque de reação.

Na área de Mistura as bases de detergente/amaciante são diluídas em água e misturadas com corantes e aromatizantes através de um processo em lotes ("batch"). Compõe-se basicamente de dois tanques para estocagem de base, dois tanques misturadores, três tanques para armazenamento de corantes e três tanques de estocagem de produtos acabados. As diversas combinações de base e corante geram seis produtos acabados distintos nesta etapa de produção. Controla-se nesta etapa as quantidades de base, água e corante misturadas entre si.

Na área de Envasamento os produtos acabados são envasados em frascos de 250, 500 e 1000 ml, resultando então em dezoito produtos diferentes que as instalações podem produzir. As variáveis controladas estão relacionadas com a coordenação das estações robotizadas de envasamento.

No ano de 1990 a etapa de mistura entrou em operação. As etapas subseqüentes são previstas como futuras expansões.

## LAYOUT PREVISTO



— EXISTENTE  
- - - A SER IMPLEMENTADO

## DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE MISTURA

### DETALHAMENTO DO PROCESSO DE MISTURA

O processo de Mistura é executado seqüencialmente em 4 fases:

#### Fase 1

Transporte de água para um dos tanques de mistura.

#### Fase 2

Transporte de base de detergente/amaciante e corantes para um dos tanques de mistura, atualizando os estoques de base disponíveis nos tanques de base.

#### Fase 3

Mistura de água, base e corante durante intervalo de tempo especificado na receita de produção.

#### Fase 4

Transporte do produto final para um, ou mais, dos tanques de estoque.

Existem ainda as operações de lavagem dos tanques de mistura e dos tanques de estoque. Estas ocorrem sempre que um produto distinto do existente anteriormente no tanque esteja planejado para ser produzido ou armazenado no mesmo.

Funções dos dispositivos utilizados:

- O conjunto válvulas proporcionais, placas de orifício e medidores diferenciais de pressão têm a função de executar controle PID do fluxo de entrada de base nos tanques de estocagem de base.
- As válvulas solenóide fazem o direcionamento do fluído a ser transportado entre os diversos tanques.
- As bombas dosadoras têm a função de adicionar corante, com alta precisão, à mistura de base e água.
- As bombas centrífugas fazem o bombeamento dos produtos finais aos tanques de estoque.
- Os medidores de nível são utilizados para controlar o processo de mistura e contabilizar estoques de base e produtos acabados.





- No nível Planta está a plataforma de supervisão de produção, composta por três módulos:

1) O pacote FACTOR, desenvolvido pela Pritsker Co., que utilizando técnicas de simulação, auxilia a realização de uma programação da produção detalhada e viável;

2) O pacote PROLEX, fornecido pela Unicontrol, que realiza a coleta de dados de produção, provenientes da estação de supervisão da célula de mistura (descrita abaixo), através da rede de comunicação PROVOX;

3) Um software especialmente desenvolvido pela Andersen Consulting e EPUSP, para supervisão "on-line" da produção;

- Para o nível Célula, utiliza-se como estação de supervisão de célula o pacote ON-SPEC, fornecido pela Sisco e desenvolvido pela Heuristics, rodando em PC-386, juntamente com softwares aplicativos desenvolvidos para recebimento de escala diária de produção, envio de dados de produção à plataforma superior, despacho de lotes e ações em caso de falha de operação na célula.

- O nível Estação de Trabalho conta com dois equipamentos para o controle do processo de mistura.

1) O Controlador Lógico Programável CLP-5, fornecido pela Metal Leve, que suporta módulos desenvolvidos para recebimento das receitas dos lotes a serem produzidos, diagnóstico de falhas de processo, controle do tipo PID e ON-OFF e envio de dados de produção para a plataforma superior.

2) O Sistema Integrado de Supervisão SIS-900, fornecido pela Metal Leve, que tem as funções de:

- Estação manual em "hot-stand by" no caso de queda de comunicação entre o PC-386 e o CLP-5.
- Estação remota de manutenção em caso de parada da célula.

## FLUXO DE INFORMAÇÕES

A fig. 5 mostra o fluxo principal de informações. Estão omitidas, para concisão, alguns detalhes considerados secundários para a compreensão do fluxo de informações.

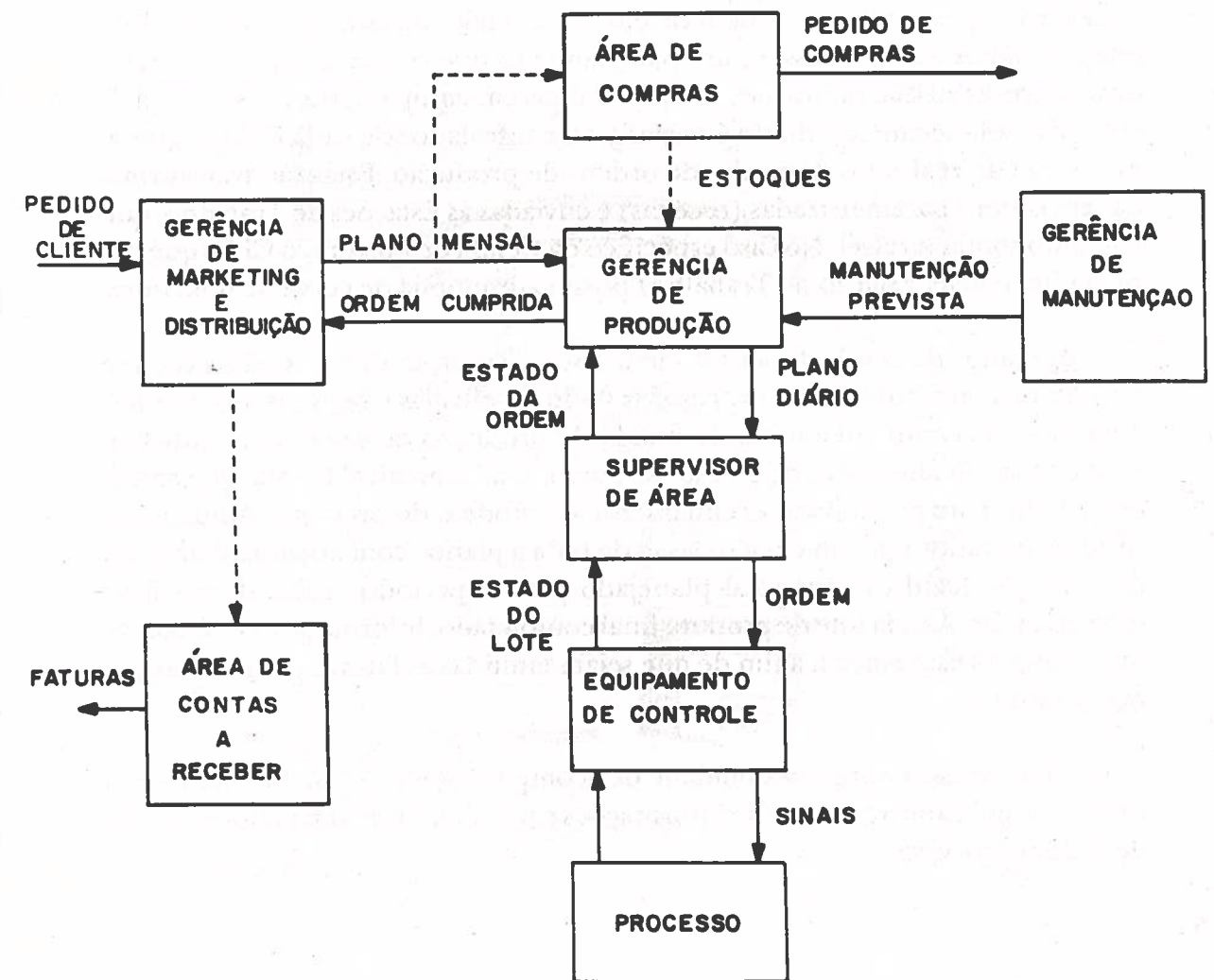


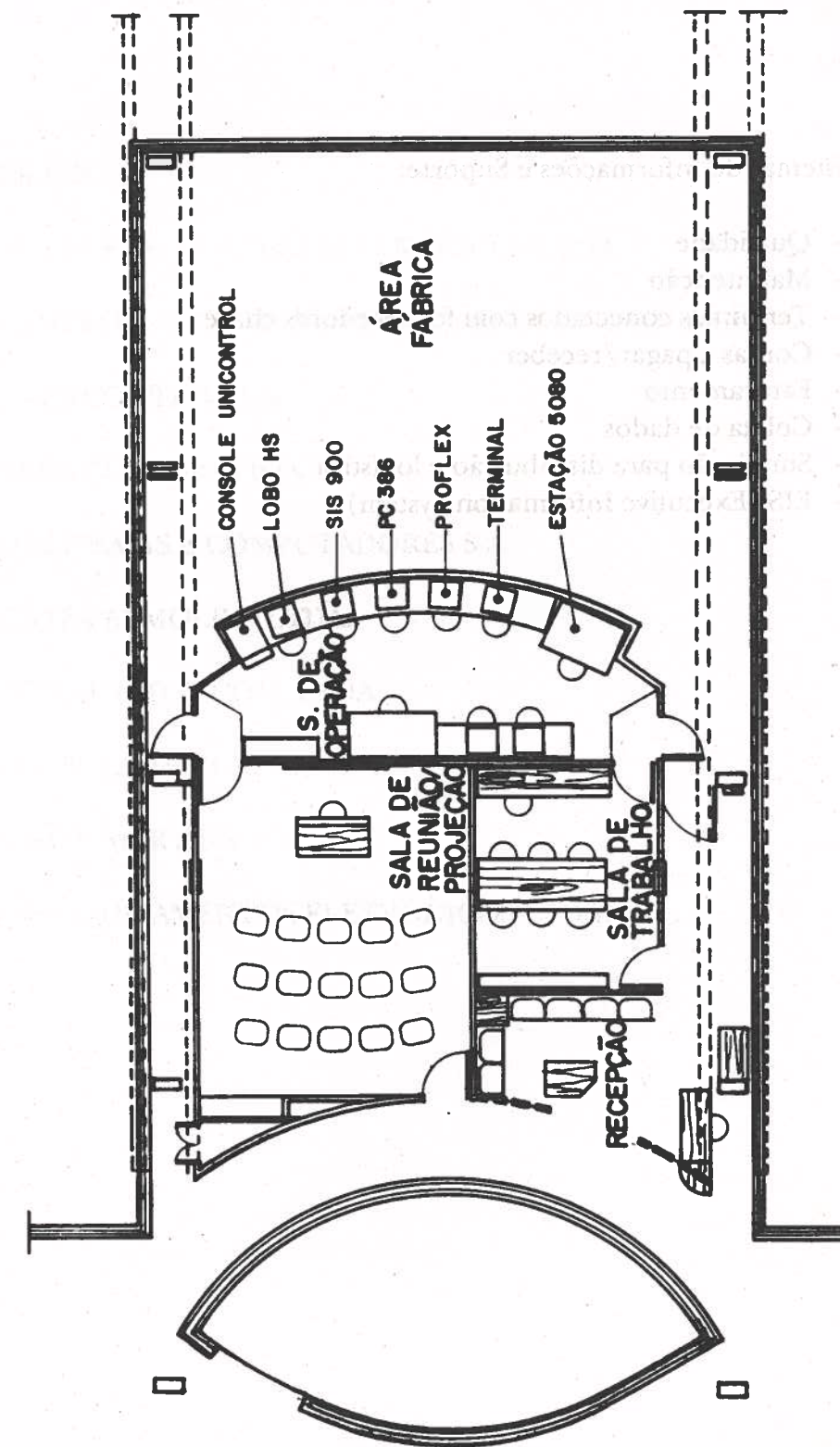
fig. 5 - Fluxo de Informações (Simplificado)

A partir da Gerência de Marketing e Distribuição, é gerado o plano mestre de produção, com horizonte mensal. Este plano pode ser alterado no início de cada semana. O plano mestre é composto pelos requisitos de produção para cada célula (produtos intermediários) e pelas necessidades de compras. Para o mesmo plano mestre é realizada uma verificação superficial de capacidade de produção ("rough cut capability"), enquanto que, na Gerência de Produção, é realizada uma verificação detalhada, com base em um modelo do sistema de produção e tempos-padrão. Gera-se assim, um planejamento diário, que pode ser alterado diversas vezes ao dia, por razões diversas (falhas em equipamentos, "hot orders", etc.). Este planejamento diário é enviado ao controlador de cada Célula, que se encarrega de realizar o despacho de ordens de produção. Estas são transformadas em ordens parametrizadas (receitas) e enviadas às Estações de Trabalho, que têm autonomia variável. No caso específico da Célula de Mistura, o CLP (que implementa o nível Estação de Trabalho) possui autonomia de cerca de uma hora.

O operador da célula de mistura tem à sua disposição diversas telas, que lhe permitem a monitoração do processo (estado de válvulas e bombas, níveis, etc.) e também o acompanhamento do estado de produção de cada lote, dentro de uma ordem. As alterações de estado são comunicadas ao nível Planta, que coleta estes dados para possibilitar o refinamento do modelo do processo. Ainda neste nível, o operador tem uma macro-visão de toda a planta, com acompanhamento do total produzido versus total planejado para o período, a fim de verificar discrepâncias. A cada lote de produto final completado, informa-se à Gerência de Marketing e Distribuição, a fim de que sejam emitidas as faturas para embarque dos produtos.

Percebe-se assim uma possibilidade de acompanhamento "on line" de todo o processo, agilizando as trocas de informações e possibilitando um maior controle de todo o processo.

## INSTALAÇÕES FÍSICAS



## FUTURAS IMPLEMENTAÇÕES

- **Sistemas de Informações e Suporte:**
  - Qualidade
  - Manutenção
  - Terminais conectados com fornecedores chave
  - Contas a pagar/receber
  - Faturamento
  - Coleta de dados
  - Simulação para distribuição e logística
  - EIS (Executive Information System)

## PARTICIPANTES DO PROJETO

IBM BRASIL

METAL LEVE CONTROLES ELETRÔNICOS LTDA.

UNICONTROL - SISTEMAS DE MEDIÇÃO E CONTROLE LTDA.

VILLARES CONTROL S.A.

PRITSKER CORPORATION

SISCO SISTEMAS E COMPUTADORES S.A.

COLGATE-PALMOLIVE LTDA.

ENGECOMP IND. E COM. LTDA.

VALTEK SULAMERICANA IND. E COM. LTDA.

S.A. WHITE MARTINS

SITRON EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS LTDA.

**IBM**

IBM Brasil

**IBM BRASIL**

---

**ENDEREÇO** Av. Pres. Vargas 824 - CEP 20071 - Rio de Janeiro - RJ

---

**TELEFONE** (021) 271-2215

---

**FAX** (021) 271-2797

---

**CONTATO** Nelson da S. Paes

---

**A** IBM tem hoje uma política de desenvolvimento e de negócios voltada para a área da indústria de transformação, com produtos para "plant floor" como: PLANT WORKS, POMS, PLANT MANAGER, muitos de terceiras partes e básicos como o AAE e DAE.

O AAE (APPLICATIONS AUTOMATION EDITION) é um conjunto de programas que provê um sistema supervisorio distribuído de controle e uma interface comum para controlar e monitorar os equipamentos de chão de planta. Esses programas se utilizam do interface "IBM OS/2 PRESENTATION MANAGER" para se comunicar com os vários dispositivos de controle da planta através do DAE (DISTRIBUTED AUTOMATION EDITION), um intercomunicador entre várias aplicações independente dos protocolos, recursos e localizações.

A proposição é integrar vários fabricantes de equipamentos, partilhando informações (por exemplo dados em ASCII/EBCDIC, numéricos em ponto flutuante, etc.) em redes "TOKEN RING", MAP 3.0, ETHERNET, etc. integrando-os com o computador central, gerenciador das aplicações corporativas.

Entre os vários produtos de hardware e software que a IBM comercializa para a indústria em geral vamos citar alguns que estão sendo utilizados ( ou cuja utilização já se encontra em estudo ) no projeto CIS-POLI/AC, como:

**RPMS/RPMIS**

O produto REAL TIME PLANT MANAGER SYSTEM (RPMS) é um conjunto de programas para o gerenciamento das operações de plantas. É composto de um banco de dados centralizado com as informações necessárias ao gerenciamento dos negócios e para as aplicações em tempo real; interface através de vídeos coloridos RASTER ou VECTOR; telas sensíveis "Touch Screen"; interfaces para programas dos usuários, para microcomputadores, para instrumentação da planta (PLC's, SDCD's, etc.), para sistemas especialistas de suporte à operação. Possui uma linguagem AGL (ALGORITHM GENERATION LANGUAGE) para elaboração de algoritmos matemáticos de simulação e controle de processos.

O RPMIS se diferencia do RPMS por ser um pacote "SOLUTIONPAC (TM)", montado no computador IBM 9070 com todos os dispositivos de hardware e software incluídos e com o banco de dados pronto para ser usado pelo engenheiro de processos. A instalação é simplificada e própria para a casa de controle da planta com todas as interfaces com a instrumentação.

**CADAM**

É utilizado em projetos mecânicos, estruturais, de tubulações, lay-outs, placas de circuito impresso e em programação NC nas indústrias de processo, CADAM encontra aplicação tanto no desenvolvimento de projetos quanto no suporte a operações regulares de plantas, provendo desenhos "inteligentes" que permitem aumento de produtividade nos projetos, na construção e na manutenção de plantas.

**CATIA**

É uma poderosa ferramenta para automatizar o processo de desenvolvimento de produtos, com módulos especiais para modelagem sólida, imagens realísticas, superfícies avançadas, análise cinemática, simulação de robôs e programação NC.

**CAEDS**

É um aplicativo para projeto e análise de tensões, vibrações e deformações de componentes e conjuntos mecânicos e moldes de plástico, possuindo completa seleção de funções de modelagem sólida e modelagem por elementos finitos. CAEDS possui uma excelente saída gráfica com interface com vários aplicativos CAE/CAD/CAM (NASTRAN, ANSYS, MOLDFLOW, etc.).



**METAL LEVE**  
**CONTROLES ELETRÔNICOS LTDA**

ENDEREÇO R. Comendador Souza, 194 - CEP 05037 - São Paulo - SP

TELEFONE (011) 262-6733

FAX (011) 263-3741

TELEX (11) 53555

CONTATO Paschoal P. Barretta - Diretor Comercial

Desde 1979 a METAL LEVE CONTROLES ELETRÔNICOS atua no campo de controle e automação industrial, dedicando-se à pesquisa, desenvolvimento, produção e aplicação de Controladores Lógicos Programáveis (CLP's), oferecendo soluções integradas a seus clientes. A MLCE definiu a capacitação tecnológica própria como ponto comercial de sua estratégia.

Partiu de um contrato de fornecimento de tecnologia da ALLEN-BRADLEY Co., e vem investindo significativamente no domínio do "know-how" tecnológico, desenvolvendo internamente novos produtos, dirigidos às condições brasileiras. Lançou novas famílias de CLP's, bem como Sistemas de Supervisão integrados às suas redes de comunicação, totalmente projetados no Brasil, o que demonstra ter a MLCE ultrapassado a etapa de nacionalização de produtos, saltando para o nível de empresa geradora de tecnologia.

Porém a empresa não se restringe ao fornecimento de equipamentos; é também uma fornecedora de serviços de engenharia, a nível de apoio ao cliente, desenvolvimento de software, colocação em marcha e assistência técnica, sempre visando soluções para o mercado de automação industrial.

**UNICONTROL - SISTEMAS DE MEDIÇÃO**  
**E CONTROLE LTDA**

ENDEREÇO R. São Paulo, 312 - Alphaville - CEP 06465 - Barueri - S.Paulo - SP

TELEFONE (011) 709-2167

FAX (011) 421-1410

TELEX (11) 71336

CONTATO Eng. Antônio Siqueo Ishii - Ger. Comercial

A UNICONTROL resultou da união dos grupos Unipar, IESA e Brascontrol, motivados pelo primeiro SDCD — Sistema Digital de Controle Distribuído — fornecido no Brasil. Em dezembro de 1984, a UNICONTROL tem seu plano de nacionalização com a tecnologia da Fisher Controls, aprovado pela SEI.

Começa uma história de trabalho e resultados, baseada na filosofia de oferecer sempre o que há de mais avançado em controle de processos, em termos mundiais.

Hoje, com cinco anos de atuação, a UNICONTROL sente que seus esforços foram premiados, com o SDCD - UNIVOX presente nas mais variadas indústrias tais como: química, petroquímica, siderúrgica, alimentícia, de mineração, de papel e celulose e fertilizantes.

E de mãos dadas com o futuro, a Unicontrol segue o seu caminho participando de experiências como o projeto CIS-POLI/AC, que vem mostrar a capacitação nacional e concretizar aqui, o que já vem sendo realizado no exterior, colocando o Brasil e seus produtos em condições de competir internacionalmente.

**UNIVOX E CIM**

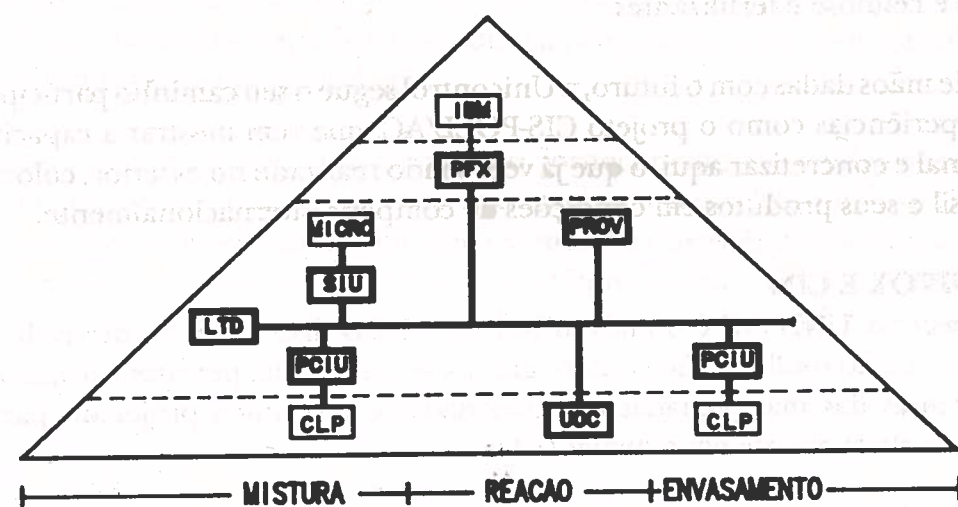
O sistema UNIVOX é o mais sofisticado SDCD disponível no mercado, cuja caracterização modular lhe confere grande versatilidade, permitindo aplicações em plantas das mais variadas complexidades e é o único projetado para ser utilizado diretamente em sistemas CIM.

A configuração de hardware do UNIVOX presente no CIS tem como base o sistema de comunicação constituído por uma via de dados, gerenciada pelo LTD (Diretor de Tráfego), que suporta as mais variadas distâncias e tipos de dispositivos necessários à integração do controle de uma fábrica inteira.

No nível de controle de processo, os controladores lógicos programáveis (CLP) das células de mistura e envasamento são integrados ao sistema UNIVOX através de suas interfaces de comunicação (PCIU). A célula de reação será controlada por um controlador (UOC), específico do sistema UNIVOX para processos batelada.

A interface serial (SIU) é responsável pela integração do micro ao sistema UNIVOX, no nível de monitoração e operação. A console Provue (PROV) atuará na célula de reação, com capacidade para abranger também a célula de mistura e envasamento.

No nível de supervisão da área, a Estação de Engenharia Proflex (PFX) dispõe de ambiente computacional vital para o software de controle e planejamento da produção. A sua compatibilidade com a rede ETHERNET propicia uma excelente opção para comunicação com os níveis hierárquicos superiores, onde a Proflex passa os dados para um computador mainframe (IBM), que desempenha a função de gerenciamento geral da planta.



## VILLARES CONTROL S.A.

ENDEREÇO R. Verbo Divino 1661 - CEP 01520 - São Paulo - SP

TELEFONE (011) 246-1222

FAX (011) 547-2212

TELEX (011) 54684

CONTATO Reinaldo Galetti

### LINHA DE PRODUTOS

- Sistemas eletrônicos integrados para acionamento, controle e automação
- Sistemas de automação
- Sistemas supervisores para despacho de carga e controle de energia
- Retificadores industriais
- Fornos industriais
- Conversores estáticos CA/CC
- Excitatrizes estáticas para geradores e compensadores síncronos
- Sistemas de tração elétrica
- Computador para controle de processos CCM tempo real
- Controlador programável
- Robô de processo - RV6060
- Micro 16 bits
- Serviços de Teleprocessamento
- Software
- Consultoria de Sistemas
- CAD/CAM
- Mini-PABX
- Mesa Operadora
- Telefone modelo 88DM
- Acessórios e opcionais
- Transceptores UHF, VHF e FM fixos, móveis e portáteis
- Sistemas de bilhetagem automática
- Catracas eletrônicas
- Receptores de sinais de satélite

## PROJETO CIS-POLI/AC

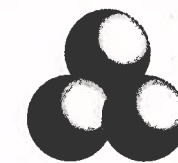
O computador vem sendo largamente utilizado em diversas áreas da engenharia já há algum tempo. Seja na geração de projetos mecânicos ou no cálculo estrutural, seja no projeto de circuitos impressos ou na criação de programas para Comando Numérico, o seu uso vem se tornando cada vez mais intenso. Mais recentemente, o uso do computador na área da Arquitetura, Engenharia e Construção — AEC — vem assumindo um papel de especial importância.

Devido à complexidade e um grande fluxo de informações entre as diversas fases envolvidas na concepção do projeto, construção, operação e manutenção de grandes instalações, o projeto CIS-POLI/AC objetiva fornecer ferramentas CAE/CAD integradoras de informações, principalmente nos segmentos das indústrias petroquímicas, da construção civil e da energia.

Para acompanhar todo o ciclo de vida de uma instalação o sistema AEC, oferecido pela parceria, VILLARES - IBM e CADAM INC. conta com diversos módulos capazes de gerir informações gráficas e não gráficas desde a engenharia básica das unidades envolvidas num processo até a sua montagem e manutenção.

Módulos especializados são capazes de gerenciar diagramas de fluxo de processo e de extrair listas de válvulas, equipamentos, etc, referentes às fases básicas de um projeto.

Módulos tridimensionais são responsáveis pelo modelamento completo da instalação. Elementos estruturais, equipamentos, tubulações e acessórios são acessados de catálogos padronizados para a construção do modelo, que pode interfacear com outros módulos especializados em análises de engenharia. Testes de interferência de elementos podem ser executados no modelo, evitando desta forma erros de projeto e atrasos na execução da obra.



## PRITSKER CORPORATION

ENDEREÇO	8910 Purdue Road, Suite 500 - Indianapolis, IN 4268 - USA
TELEFONE	(317) 879-1011 / Brasil: (011) 246-4133
FAX	(317) 879-0500 / Brasil: (011) 521-2911
CONTATO	Indirect Sales Manager / Brasil: Renato Faure

**A** PRITSKER CORPORATION é a líder mundial de mercado em software de suporte a decisão baseados em simulação, que proporcionam uma redução dos riscos e custos nas operações dos usuários. A empresa oferece uma família completa de programas para aplicação em planejamento, avaliação, implementação, controle e operação de sistemas de manufatura. Com mais de 120 funcionários e 4000 produtos instalados em todo mundo, a PRITSKER CORPORATION é a maior empresa no desenvolvimento e aplicação da tecnologia de simulação.

### FACTOR: O Controle Total da Dinâmica de Programação

FACTOR é um sistema baseado em simulação para programação da produção e apoio à decisão que emite, sob requisição, informações precisas e detalhadas da programação para o pessoal de produção, proporcionando a estes uma ferramenta para alcançar mais rapidamente e com maior precisão os objetivos de produção. O FACTOR foi projetado para manipular todas as situações que ocorrem na produção, incluindo todas as variáveis de importância e os dados necessários à programação da produção, como:

- Demanda (ordens de fabricação a serem processadas).
- Limitações da produção (máquinas, ferramental e pessoal disponível).
- Métodos de operação e filosofias (planos de processo, roteiros alternativos, regras de priorização de sequenciamento, programação de turnos, etc.).
- Estados da produção (estado das ordens e recursos).



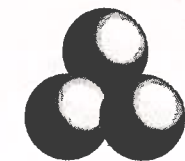
O FACTOR emite relatórios sobre o desempenho no processamento das ordens e na utilização dos recursos (que identificam as áreas com problemas), e então emite relatórios detalhados da programação dos recursos da produção. O FACTOR serve de ligação entre os sistemas de planejamento como o MRP II (que geram demanda para o chão da fábrica) e os sistemas de coleta de dados (que identificam o estado das ordens e recursos) proporcionando um detalhado suporte à decisão na programação da produção, reduzindo os riscos e custos nas operações de manufatura. O FACTOR se interliga e complementa os sistemas de planejamento existentes e os sistemas de controle do chão de fábrica, proporcionando uma solução integrada para planejamento, programação e controle.

O FACTOR é flexível para acomodar qualquer objetivo ou nível de detalhe e os métodos e filosofias particulares de cada sistema de manufatura, seja ele discreto ou por batelada, proporcionando suporte à decisão na forma de:

- Programação da produção para curtos intervalos de tempo para apoio ao controle de chão de fábrica.
- Programação baseada em eventos para responder efetivamente a imprevistos e mudanças como quebra de equipamentos, novas ordens ou mudanças no prazo de fabricação.
- Suporte à decisão para Programação Mestre e Planejamento de Capacidade (CRP), proporcionando um despacho de ordens preciso e prazos de entregas baseados na capacidade real do chão de fábrica, podendo também fazer análises do tipo "What-if".

Predizendo com exatidão as conseqüências de decisões na programação antes de comprometer os recursos às tarefas, o FACTOR reduz as incertezas e riscos nas operações. Os resultados são decisões precisas e consistentes, que reduzem os custos de manufatura através de:

- Redução de estoques em processo
- Redução de mão-de-obra indireta
- Melhoria da eficiência dos recursos e da mão-de-obra
- Redução de erros nas ordens produzidas

**SISCO SISTEMAS E COMPUTADORES S.A.**

---

ENDEREÇO R. Afonso Celso 227 - CEP 04119 - São Paulo - SP

---

TELEFONE (011) 544-2925

---

FAX (011) 549-1590

---

TELEX (11) 25270

---

CONTATOS André Luiz Trifilio / Paulo Wanderley Patullo

---

**A** SISCO Sistemas e Computadores S.A. iniciou suas atividades em 1978 e desde então tomou a decisão importante de criar a sua própria tecnologia, o que proporcionou a formação de uma equipe capaz de desenvolver seus produtos e assegurar uma completa infraestrutura de apoio aos usuários.

Constituindo-se de uma empresa totalmente nacional, com cerca de 1000 funcionários, a SISCO se faz presente no Brasil através de 14 filiais e 20 Centros de Atendimento Técnico estrategicamente distribuídos no território nacional, visando fornecer a todos os seus usuários um suporte técnico de hardware e software de alta qualidade e de grande presteza.

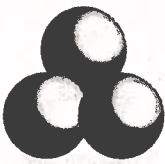
A diversidade de talentos profissionais somada a uma completa infraestrutura de desenvolvimento, controle de qualidade e produção, propiciou à SISCO atuar também no setor de Automação Industrial e Controle de Processos. Nesta área, o fornecimento de sistemas em diversos segmentos industriais, como Engenharia Elétrica, Siderurgia, Metalurgia, Química e Petroquímica, etc., proporcionou a criação de produtos com características técnicas específicas para cada setor industrial, tornando seus produtos totalmente competitivos a nível internacional.

Atendendo às necessidades do mercado nacional, a SISCO firmou em 1988 um contrato de distribuição no Brasil do melhor e mais completo Software de Automação e Controle de Processos do mercado internacional, o ONSPEC, permitindo que seus usuários possam estar lado a lado com as grandes potências mundiais, também a nível de software.

A tecnologia do desenvolvimento de Sistemas de Automação e Controle de Processos Industriais vem sofrendo uma grande mudança nos últimos cinco anos. O impacto do microcomputador na área de processos industriais está causando um efeito similar ao verificado na aplicação de microcomputadores em escritórios. O baixo custo dos equipamentos, associados à fantástica versatilidade do software disponível, se contrapõe ao conceito reinante no início da década de 80, quando a intenção de automatizar um processo, ainda que simples, esbarrava nos altos custos de equipamentos e no demorado e custoso desenvolvimento do software específico. A SISCO, ao decidir participar do projeto CIS/POLI/AC, como fornecimento do ONSPEC, considerou que é extremamente importante propiciar aos estudantes e profissionais em Pós Graduação, a oportunidade de sentirem a nova tendência tecnológica de criação de sistemas de automação, onde é possível ao engenheiro de processos comandar a melhor configuração de seu hardware e seu software, sem perder de vista a finalidade principal que é o processo. A SISCO acredita que a modernidade e a versatilidade da ferramenta ofertada servirá de agente motivador de criatividade para engenheiros de todas as áreas compreenderem o excelente compromisso custo/benefício dessa nova tendência tecnológica, fundamental para a modernização e aumento da competitividade do parque industrial brasileiro.

O ONSPEC é o único software de Automação e Controle de Processos que reúne opções de supervisão, controle, gráficos de tendências, estatística de controle de qualidade, de controle de produção e processamento analítico de eventos com auxílio de uma base de conhecimentos informada previamente pelo usuário, podendo ser processado em computadores de diversos portes, desde microcomputadores até superminis e mainframes da DEC e IBM (SAA).

A SISCO, em complementação aos recursos padrões do ONSPEC, oferece diversas opções para tratamentos especiais de situações de alarmes de alta velocidade de apresentação ao operador, interfaces do sistema com outros produtos nacionais e internacionais. Uma equipe técnica está disponível para apoiar o usuário e também desenvolver módulos de software ou hardware necessários à particular aplicação desejada pelo cliente.

**COLGATE-PALMOLIVE LTDA**

---

ENDEREÇO R. Rio Grande 752 - CEP 04018 - São Paulo - SP

---

TELEFONE (011) 549-1911

---

FAX (011) 572-2711

---

TELEX (11) 24188

---

CONTATO John R. Quad

---

**I**nstalada no Brasil desde 1927, a COLGATE-PALMOLIVE tem sido pioneira na introdução e comercialização de diversos produtos de higiene pessoal e de limpeza do lar. Atualmente comercializa 120 itens em toda extensão do território nacional.

Seu moderno parque industrial em São Paulo tem uma diversificada linha de produção com alto grau de automação e dimensionada por computação, o que lhe proporciona elevados índices de produtividade, racionalização dos custos de fabricação, acompanhada da melhoria da confiabilidade e da qualidade de seus produtos.

Um contínuo programa de investimentos publicitários, informando o consumidor sobre os melhores hábitos de higiene, faz a Empresa presente em cada lar, com produtos consumidos por milhões de pessoas.

Desta forma, a COLGATE-PALMOLIVE perssegue o objetivo de promover ativamente o crescimento e desenvolvimento econômico e social do país.

O intercâmbio empresa-universidade tem sido uma constante para a COLGATE-PALMOLIVE no Brasil, como nos demais países que atua, a fim de desenvolver e aprofundar pesquisas científicas, incentivar projetos e teses pioneiras e buscar uma integração acadêmico-empresarial, para aplicar os mais novos conceitos à tecnologia de seus produtos, conferindo ao consumidor final o benefício praticidade, segurança, satisfação e modernidade.



## ENGECOMP IND. E COM. LTDA

Com esta postura, a Empresa se interessou de imediato pelo projeto CIS-POLI/AC que a ANDERSEN CONSULTING iniciou em conjunto com a USP. Este projeto, que se propõe a desenvolver um centro integrado de tecnologia de controle industrial, justamente na sua área de atuação, teria que contar com o apoio da empresa.

A contribuição da COLGATE-PALMOLIVE, em termos de tecnologia, experiência de processo e produção, planejamento e recursos humanos necessários, visa desenvolver ao máximo este projeto, a fim de maximizar os resultados práticos e aplicáveis, agregar as inovações tecnológicas decorrentes de tal programa em processo de produção, inerentes às atividades da empresa.

ENDEREÇO R. Clélia 292 - CEP 05042 - São Paulo - SPP

TELEFONE 011) 872-4397

FAX (011) 872-4397

TELEX (11) 80537

CONTATO Eng. Daniel Heuri / Eng. Edgard Franco

**A**ENGECOMP é uma jovem e moderna empresa, criada com o objetivo de oferecer soluções para aumento de produtividade e diminuição de custos, através de equipamentos e softwares para as áreas de automação industrial e gerenciamento de energia.

Dirigida por engenheiros e administradores das melhores escolas do país, em pouco mais de um ano a ENGECOMP assumiu a liderança no mercado de controladores de demanda, com uma filosofia de diferenciação através da avançada tecnologia e da alta qualidade de seus produtos e serviços.

Na busca pelo constante desenvolvimento, a ENGECOMP associou-se a uma empresa produtora de software, cuja experiência na confecção de sistemas para análise de performance de carros de Fórmula-1 para uma das equipes que utilizam "telemetria computadorizada" permitiu a concepção de sistemas mais sofisticados e de maior flexibilidade operacional.

A atual conjuntura do país exige que todos os esforços sejam feitos na busca de uma maior eficiência produtiva. Neste sentido, iniciativas como o projeto CIS-POLI/AC, envolvendo nomes de respeito como a Andersen Consulting e a USP, tomam importância vital no processo de formação, desenvolvimento, divulgação e conscientização de nossos principais dirigentes.

A ENGECOMP se faz presente com um sistema completo de gerenciamento energético, composto de uma unidade do computador industrial dedicado LOBO HS, que faz a supervisão, o registro de informações e o controle de cargas de uma planta industrial (e até instalações comerciais) e de um software para gerenciamento remoto, aquisição e tratamento de dados em um microcomputador remoto (padrão IBM PC-XT) conectado ao LOBO.

Sistemas idênticos a este já auxiliam diversas empresas em todo o Brasil a economizar milhões de dólares em energia elétrica. Como por exemplo, uma editora que tem o maior parque gráfico da América Latina, já conseguiu uma redução de 30% em sua conta de energia elétrica. A construção de novas grandes usinas hidroelétricas seria desnecessária se as demais empresas brasileiras também aproveitassem suas potencialidades de economia.



VALTEK



## VALTEK SULAMERICANA INDUSTRIA E COMÉRCIO LTDA

ENDEREÇO R. Goiás 345 - CEP 09940 - Diadema - São Paulo - SP

TELEFONE (011) 745-1011

FAX (011) 745-2477

TELEX (11) 44356

CONTATOS Luiz Vieira Machado / Mario Sérgio Cardoso

**A** VALTEK SULAMERICANA IND. E COM. LTDA. iniciou sua operação em março de 1981, a partir de uma joint venture feita entre uma empresa nacional e a VALTEK INCORPORATED, com sede nos USA, empresa líder mundial em válvulas de controle com fábricas instaladas em Provo, Baton-Rouge, Houston e Los Angeles - USA, Tóquio - Japão, Edmonton - Canadá, Melbourne - Austrália, Auckland - Nova Zelândia, Pershore - Inglaterra, Jakarta - Indonésia, Ahmedarad - Índia, Tarragona - Espanha.

A nova empresa adotou o nome de VALTEK SULAMERICANA por concentrar em sua matriz no Brasil todas as operações do continente sul-americano.

Até março de 1984, a empresa ficou restrita a uma parcela do mercado de válvulas de controle de alta tecnologia e, em paralelo, executando o processo de estruturação interna, prevendo uma participação de 35 a 40% do mercado brasileiro brasileiro de válvulas de controle.

A VALTEK SULAMERICANA, consciente de que uma tecnologia de ponta só pode ser produzida por modernos métodos de fabricação, tem implantado no decorrer deste período sistemas de fabricação, tipo célula de usinagem, utilizando-se de tornos de controle numérico CNC e centros de usinagem com comando CNC. Assim como tem feito seus processos de planejamento por unidade central computadorizada, a qual também atende as necessidades administrativo-financeiras e comerciais da empresa.



A empresa fabrica suas linhas básicas pelo mesmos processos adotados nas outras fábricas VALTEK, proporcionando características internacionais de qualidade, objetivo maior do lema mundial da VALTEK "Primeira em Desempenho".

A VALTEK SULAMERICANA fundamenta sua participação no mercado com a fabricação de três modelos básicos de válvulas de controle:

- 1) Válvulas tipo globo, série MARK ONE, diâmetros de .5 in a 24 in, padrão de 150 a 2500 lb.
- 2) Válvulas tipo rotativas de alto desempenho, série VALDISK, diâmetros de 2 in a 24 in, padrão de 150 a 2500 lb.
- 3) Válvulas tipo esfera "V" - PORT, série SHEARSTREAM, diâmetros de 1 in a 16 in padrão de 150 a 600 lb., tal válvula possui características intrínsecas que são únicas no mercado.



S.A. WHITE MARTINS

ENDEREÇO	R. Mayrink Veiga 9 - CEP 20090 - Rio de Janeiro - RJ
TELEFONE	(021) 211-6237
FAX	(021) 211-8780 / 211-8789
TELEX	(21) 21095
CONTATO	Sérgio R. R. Ribeiro

**A** WHITE MARTINS, fundada em 24 de maio de 1912, detém 65% do mercado de gases no Brasil e possui as seguintes unidades de produção:

- Gases Industriais (21)
- Gases Especiais (03)
- Equipamentos Criogênicos (02)
- Equipamentos para Processos (01)
- Cilindros de Alta Pressão (01)
- Equipamentos para Soldagem Oxicombustível (01)
- Equipamentos para Soldagem Elétrica (01)
- Carbureto de Cálcio (02)

**Áreas de atividade (linhas de produção):**

- Produção/comercialização de :
  - Gases Industriais e misturas especiais para análise.
  - Gases e misturas medicinais.
- Desenvolvimento de tecnologia e fornecimento de gases e equipamentos para processos de fabricação, controle de qualidade e tratamento de efluentes em indústrias químicas.

O processo MIXFLO utiliza uma moderna tecnologia para tratamento de efluentes com lodo ativado, empregando oxigênio puro.

Este processo conta com o suporte técnico da UNION CARBIDE CORPORATION e suas várias afiliadas internacionais.

Na Itália, o sistema MIXFLO foi consagrado em 1982, e está operando com sucesso em mais de 60 indústrias dos mais variados ramos de atividades.

O MIXFLO consiste na mistura e oxigenação de efluentes líquidos por meio de bombas centrífugas, reatores tubulares e ejetores líquido-líquido.

Dentre as vantagens proporcionadas pelo MIXFLO, destacamos:

- O sistema (lagoa, rio ou tanque) não produz aerossóis (gases com odor).
- Baixos níveis de ruído.
- Baixo consumo de energia elétrica.
- Rápido reinício de operação após paradas.
- Menor formação de lodo.
- Melhor sedimentação do lodo.
- Capacidade instalada pode ser aumentada com baixo investimento.
- Melhor assimilação em casos de picos de carga hidráulica e orgânica.

A vazão de oxigênio é monitorada através de uma unidade processadora que controla os níveis de oxigênio dissolvido na faixa de 4 a 8 mg/l.

Através deste controle é possível evitar o desperdício de oxigênio, que prejudicaria a eficiência global do processo.

O MIXFLO pode ser adaptado a qualquer tipo de tanque e a sua instalação não depende da parada do sistema em funcionamento.

Além de proporcionar uma oxidação biológica, o MIXFLO também é utilizado com a finalidade de processar uma oxidação química de produtos em solução. O exemplo mais significativo desta aplicação é a oxidação de sulfetos contidos nas águas residuais em indústrias de curtimento de couro.



## SITRON EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS LTDA

ENDEREÇO R. Baronesa de Itu 81/83 - CEP 01231 - São Paulo - SP

TELEFONE (011) 825-4111

TELEX (11) 26423

CONTATO Herculano de Oliveira

**E**mpresa atuando na área de Automação Industrial, onde tem como sua principal atividade a medição de nível, na qual tem realizado grandes desenvolvimentos nos últimos anos.

Possui uma linha de fabricação composta por:

- *Reles*: de tempo, temperatura, falta de fase, sequência de fase, corrente, tensão, frequência, etc.
- *Controladores de nível*: condutivo, capacitivo e de fibra óptica.
- *Medidores de nível contínuo*: tipo capacitivo.
- *Sondas*: Para diversos controles de nível em reservatórios com alta pressão ou temperaturas elevadas, poços artesianos, etc.
- *Instrumentos de Medição*: aperímetros, voltímetros, para pH, vazão, etc.

O comprometimento com uma postura de avanço e renovação tecnológica levou a SITRON a participar do projeto CIS-POLI/AC, através do fornecimento de alguns produtos de sua linha.

## **PARTICIPAÇÕES FUTURAS**

- Festo Máquinas e Equipamentos Pneumáticos LTDA.
- Semco S.A.

## **AGRADECIMENTOS**

- Aciresinas Indústria e Comércio de Resina Acrílica LTDA.  
Fornecimento de peças em acrílico
- Batagliesi & Carvalho Arquitetos Associados  
Comunicação visual
- Eletas Eletrotécnicos Associados  
Montagem industrial
- Luigi Fiocca Arquitetura e Planejamento  
Arquitetura
- Westinghouse - ABB  
APREL- Aparelhos de Precisão  
Fornecimento de medidores de demanda