

## **IMPLANTAÇÃO DE UM LABORATÓRIO DE AUTOMAÇÃO DE MANUFATURA NA UNIDADE DE PATO BRANCO DO CEFET-PR**

**Neury Boaretto** – neury@pb.cefetpr.br

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET-PR – Unidade de Pato Branco  
Via do Conhecimento – Km 01

CEP: 85503-390 – Pato Branco - PR

**Nádia Sanzovo** – nadia@pb.cefetpr.br

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET-PR – Unidade de Pato Branco  
Via do Conhecimento – Km 01

85503-390 – Pato Branco - PR

**Dr. Luciano Scandelari** – luciano@cefetpr.br

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET-PR – Unidade Curitiba

Av. Sete de Setembro, 3165

CEP: 80230-901 – Curitiba - PR

***Resumo:** Este trabalho apresenta brevemente Sistemas Flexíveis de Manufatura – FMS. Dentro desse contexto, mostra as tendências de tecnologia de informação para sistemas flexíveis de manufatura nas indústrias. Além disso, descreve a implantação de um laboratório de automação de manufatura na Unidade de Pato Branco do CEFET-PR e resultados experimentais são apontados. Mostra, também, valores comparativos de Sistemas Flexíveis de Manufatura implantados em instituições de ensino. Estes resultados validam a especificação de equipamentos didáticos no laboratório, comparados com equipamentos industriais.*

***Palavras-Chave:** Sistemas Flexíveis de Manufatura, Laboratório de Automação, Tecnologia da Informação, Automação da Manufatura.*

### **1. INTRODUÇÃO**

A evolução tecnológica tem levado as instituições de ensino a concentrarem esforços e recursos no sentido de desbravar novos caminhos, novas alternativas de desenvolvimento e uma intensificação na busca de níveis de qualidade mais condizentes com os tempos atuais.

Com a crescente oferta de sistemas e equipamentos existentes no mercado, há, no entanto, uma carência de quadro profissional que possa avaliar adequadamente qual das soluções melhor se enquadra às necessidades da instituição.

Este artigo tem a intenção de relatar como foi realizado o estudo e a conseqüente implantação de um Sistema Flexível de Manufatura, no Curso de Tecnologia em Automação de Processos Industriais, na Unidade de Pato Branco do CEFET-PR.

A análise inicial levou em consideração: recursos financeiros disponíveis ou em potencial, aplicabilidade, avaliação sócio-econômica da região, avaliação de impacto junto à comunidade interna e externa, integração de conhecimentos, otimização dos recursos materiais e recursos humanos disponíveis.

Para auxiliar na definição dos equipamentos e softwares, que deveriam ser adquiridos, foram consideradas questões como manutenção, relação custo/benefício, garantia, assistência

técnica, confiabilidade, treinamento, disponibilidade e acessibilidade no mercado e possibilidades de expansão.

Inicialmente, serão apresentados alguns conceitos importantes sobre FMS para que se possa, então, discutir o modelo implantado na Unidade de Pato Branco.

## **2. COMPONENTES DE UM SISTEMA FLEXÍVEL DE MANUFATURA - FMS**

Um Sistema Flexível de Manufatura é um agrupamento de estações de trabalho semi-independentes controladas por computador, interligadas por um sistema automatizado de transporte (ou manuseio). Sua implantação é indicada quando se tem alta variedade de peças a produzir, em volumes de produção baixo e médio. [MARTINS, 1999, p. 298]

Esses sistemas são compostos por várias máquinas-ferramentas flexíveis automáticas ou por máquinas universais, ou de projeto especial, interligadas flexivelmente por um sistema de fluxo de peças e material. Nas FMSs, as diversas peças diferentes, passando no sistema através de percursos diferentes, podem ser usinadas ao mesmo tempo. [COSTA, 1995, p.154]

Segundo Slack ( 1999, p.185 ) os componentes básicos de um FMS são:

- Estação de trabalho CN, sejam máquinas-ferramentas ou centros de trabalho mais sofisticados, automatizados, que desempenham operações “mecânicas”;
- Instalação de carga/descarga, freqüentemente robôs, que movem peças de e para estações de trabalho;
- Instalações de Transporte/manuseio de materiais, que movem peças entre estações de trabalho (podem ser AGVs<sup>1</sup> ou esteiras ou trilhos transportadores ou, se as distâncias forem pequenas, robôs);
- Um sistema central de controle por computador, que controla e coordena as atividades do sistema (estações de trabalho, AGVs, robôs), e também o planejamento e o seqüenciamento de produção e o roteamento das peças através do sistema.

Nesse processo, o papel do computador é essencial, pois controla, além do sistema de transporte, a carga e descarga das máquinas (sistema de transferência) e o corte do metal, monitora ainda, o desgaste das ferramentas de corte, o movimento da peça de uma máquina para a outra, a preparação (setup), a inspeção, os ajustes da ferramenta, a programação da produção, a expedição etc.

Além disso, outro pré-requisito para o sucesso é o treinamento exaustivo dos operadores do sistema, que devem ser pessoas altamente habilitadas, como se faz, por exemplo, no Japão, em que a grande maioria dos operadores tem nível universitário em engenharia, com conhecimento multidisciplinar [MARTINS, 1999, p. 298].

O domínio dessa tecnologia traz vantagens competitivas para quem adotá-la, porque é cada vez maior o nível de exigência dos consumidores quanto à qualidade, preços e flexibilidade dos produtos. Essa flexibilidade permite atender melhor o consumidor, pois este constitui-se na base de referência de todos os esforços feitos nas empresas de manufatura.

O perfil do profissional que atuar nesse ambiente deverá ser formado para proceder de forma ativa, tomando decisões tanto em nível tático quanto em nível estratégico, porque diversos sistemas de diferentes tecnologias interagem simultaneamente. Assim, quatro campos de projetos de sistemas precisam ser dominados por aqueles que irão atuar na moderna manufatura de produção: mecânico, eletrônico, informático e gerencial. [COSTA, 1995, p.154]

## **3. EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS FLEXÍVEIS DE MANUFATURA.**

No Brasil, aumenta, dia a dia, o número de empresas que automatizam máquinas e processos de seu parque industrial. Máquinas e equipamentos, até então comandados

---

<sup>1</sup> AGVs – Veículos Guiados Automaticamente- Automated Guided Vehicles.

manualmente, são automatizados com a introdução de controle numérico (NC), após uma certa reforma para as adaptações necessárias.

Segundo dados apresentados por Martins (1999, p. 298), existem vantagens decorrentes da implantação de sistemas flexíveis, entretanto a empresa deve efetuar estudos sobre a viabilidade de sua implantação. Alguns aspectos devem ser considerados, como, experiência anterior na utilização de sistemas CNC, fatores econômicos externos, efeitos nas relações trabalhistas, na qualidade do produto e na participação no mercado, volume de capital necessário, tempo necessário para implantação, necessidade de treinamento de operadores e, principalmente, o envolvimento e o interesse da administração.

Além dos aspectos acima considerados e a fim de amortecer o impacto das alterações tecnológicas da mudança, necessário se faz elaborar um detalhado plano mestre para a automação, reconhecer e avaliar os riscos, constituir um grupo de pessoas devidamente preparadas para levar à frente o programa e definir um horizonte de tempo que não seja muito curto — insuficiente para a absorção dos novos fatos —, nem muito longo — chegaria atrasado ao mercado —, lembrando sempre que as pessoas constituem a chave do sucesso.

#### **4. MODELO DE FMS IMPLANTADO NA UNIDADE DE PATO BRANCO, DO CEFET-PR**

A arquitetura de hardware e software, utilizado para o laboratório de Automação da Manufatura, constitui um sistema de manufatura de pequeno porte formado por uma célula de trabalho, cujo objetivo é confeccionar peças em tamanho reduzido. Sua utilização está voltada para interesses didáticos, de pesquisa e de transferência de tecnologia para a indústria local e regional. No entanto, esse sistema possui características de sistemas industriais reais de alto desempenho, agregando tecnologias modernas de automação da manufatura, cujo objetivo é trabalhar os conceitos de modularidade, comunicação de dados, processamento em tempo real, otimização de processos, gerência da qualidade, gestão tecnológica e integração.

O sistema implantado possui uma estrutura modular e aberta, formado pelos seguintes módulos:

- Centro de automação com sistema de robótica incluído;
- Torno CNC;
- Fresadora CNC;
- Mesa Giratória;
- Esteira Transportadora;
- Alimentador Gravitacional;
- Compressor de ar;
- Software de gerenciamento de processos;
- Software de programação;
- Software de simulação de processos;
- Robô Industrial;
- CLP;
- Manipulador Eletropneumático;
- Conjunto de ferramentas de corte;
- Manuais e guias.

O laboratório atende as áreas de ensino, pesquisa aplicada, planejamento da produção, automação do chão de fábrica, utilização de tecnologias relacionadas à manufatura, tais como: tecnologia de grupo (GT), projeto auxiliado por computador (CAD), manufatura auxiliada por computador (CAM), engenharia auxiliada por computador (CAE), planejamento de processos auxiliado por computador (CAPP), controle numérico computadorizado (CNC),

eletropneumática, transdutores e sensores, controladores lógicos programáveis (CLP), redes de computadores etc.

Já a estrutura organizacional, proposta para o laboratório, é integrada por um comitê executivo de professores representantes do Curso Superior de Tecnologia em Automação de Processos Industriais, todos pertencentes ao quadro do CEFET-PR Unidade de Pato Branco, composta por especialistas nas áreas de atividades específicas e dividida em equipes de projetos.

A figura 1 apresenta uma visão parcial do laboratório de automação da manufatura, que, atualmente, possui uma integração dos sistemas, conforme indicado na figura 2.

As instalações também permitem ampliar a estrutura do laboratório para atender a uma gama maior de aplicações e tecnologias correlatas, dentre as quais pode-se citar: sistema de leitura de código de barras, estação de armazenagem de materiais (ASRS), sistema de rastreamento e retenção de paletes, sistema de visão de máquina, software para gerenciamento de CIM.



Figura 1 : Vista parcial do laboratório de Automação da Manufatura

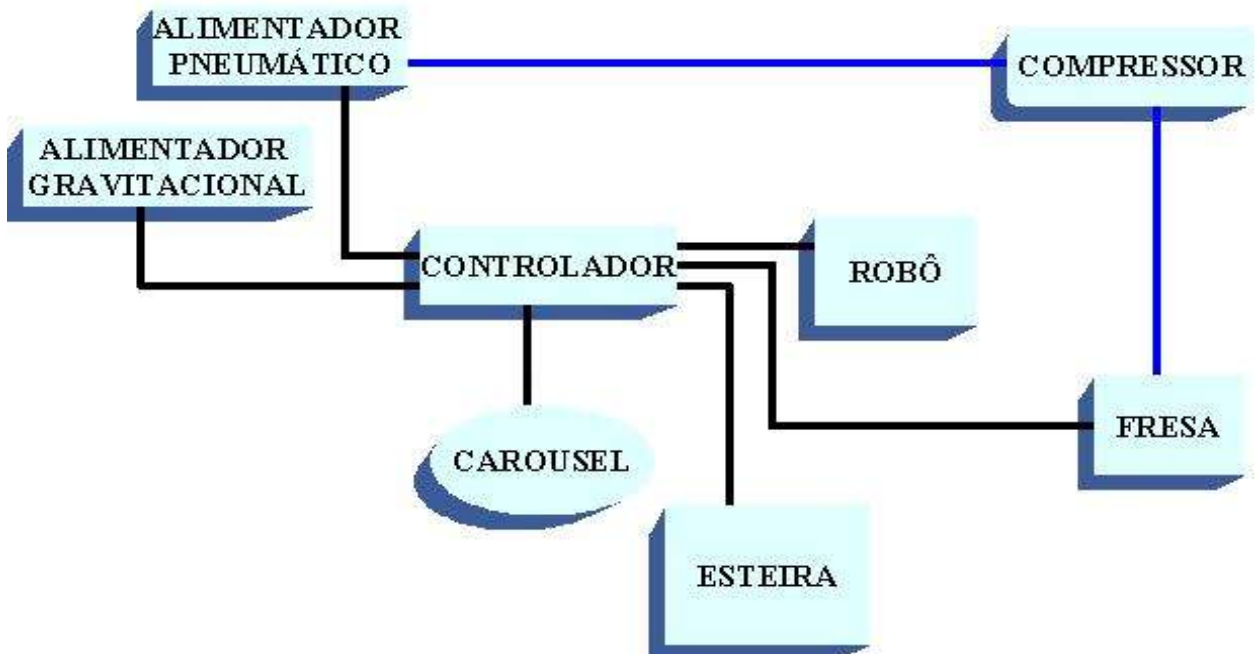


Figura 2: diagrama de blocos representativo da integração do Sistema Flexível de Manufatura

## 5. DIFICULDADES ENCONTRADAS NA IMPLANTAÇÃO

Uma das dificuldades encontradas foi no processo de compra dos equipamentos junto aos fornecedores. O projeto previa a compra de equipamentos de procedência de outros países, porquanto todos com cotação em dólar. Com a desvalorização do real frente ao dólar em 1999, foi revisto o orçamento e os preços renegociados com os fornecedores. Essa negociação permitiu manter a configuração proposta no projeto inicial, porque o fornecedor reduziu a margem de lucro e a Unidade de Pato Branco do CEFET-PR autorizou como contrapartida, visitas de outras instituições agendadas pelo fornecedor, como divulgação dos equipamentos.

Outra dificuldade encontrada foi com relação à alta rotatividade de professores no curso. Por isso, a utilização do laboratório está ainda aquém do estimado, pois, requer pessoal qualificado e treinado para a sua utilização.

Do início da implantação — março de 2000 até o final de 2001 —, foram estudados e testados três arranjos físicos, fruto do amadurecimento da equipe de professores e da ativa participação dos alunos. Esse atual arranjo utilizado é resultado do trabalho de final de curso de alunos do curso de Automação de Processos Industriais.

## 6. RESULTADOS OBTIDOS

Mesmo com as dificuldades encontradas, foram verificados os seguintes impactos e desdobramentos, tanto interna quanto externamente ao CEFET:

- Melhoria na qualidade de ensino: A implantação do laboratório de automação da manufatura favorece a articulação entre teoria e prática, possibilita a realização de trabalho de diplomação, estágios e cursos extracurriculares, motivando professores e alunos a exercerem suas atividades docentes e discentes num ambiente próximo da realidade industrial, qualificando-os a analisar, ensaiar e criar novas tecnologias;
- Atualização e/ou modernização de currículos: Foi apresentada proposta de alteração do currículo do curso de Tecnologia em Automação de Processos Industriais com vistas ao reconhecimento pelo MEC, cuja proposta foi aceita e, em conjunto com os demais itens de avaliação, recebeu conceito<sup>2</sup> A;
- Aproximação com órgãos de fomento: PROEP<sup>3</sup>, Vitae<sup>4</sup>, Fundação Araucária;
- Integração com empresas: Foram intensificadas as parcerias e convênios com as empresas ligadas às áreas do projeto, através de consultorias e pela realização de cursos de qualificação e requalificação dos profissionais inseridos ou não no mercado;
- Atendimento ao novo perfil regional: A proposta do projeto está em sintonia com a implantação do Pólo Eletroeletrônico e do Centro Tecnológico Industrial no Sudoeste Paranaense.

## 7. INVESTIMENTOS FINANCEIROS

A tabela 1 mostra valores comparativos de projetos de Sistemas flexíveis de Manufatura implantados em instituições de ensino e apoiadas pelo programa Vitae de apoio

---

<sup>2</sup> PORTARIA MEC N° 2.121, de 23 de julho de 2002.

<sup>3</sup> PROEP – Programa de Expansão de Educação Profissional.

<sup>4</sup> Vitae é uma associação civil sem fins lucrativos, que apóia projetos nas áreas de Cultura, Educação e Promoção Social.

ao ensino técnico e agrotécnico. Os FMSs instalados no CEFET, na Unidade de Pato Branco e na Unidade de Ponta Grossa, são didáticos e o FMS instalado na escola Tupy, por exemplo, para apresentar dados comparativos, é composto de equipamentos industriais de pequeno porte e o software de integração desenvolvido pelos seus professores.

Tabela 1: Valores comparativos de investimentos para implantação de laboratórios utilizando FMS

Nome da Escola	Título do projeto	Valor US\$
CEFET-PR UNED Ponta Grossa	Implantação de laboratório para treinamento em sistema CIM	84.918
CEFET-PR UNED Pato Branco	Implantação de laboratório de automação da manufatura	86.457
Escola Técnica Tupy - Joinville, SC	Sistema de manufatura flexível -FMS	140.235

Fonte: Programa Vitae de apoio ao ensino técnico e agrotécnico. Concurso B-12450/5 – 2000/2001. Relatório final, junho 2001.

Fazendo uma comparação simples, percebe-se que os investimentos utilizados por essas instituições de ensino para utilização em laboratórios de sistema flexível de manufatura dobram quando são utilizados equipamentos industriais.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação desse laboratório motivou alunos e professores, permitindo a modernização dos currículos, auxiliando no conceito “A”, obtido no reconhecimento do curso, e constituindo-se num marco para a Instituição na melhoria da qualidade de ensino e intensificação nas suas atividades de pesquisa e, principalmente, extensão.

Além dos ganhos acadêmicos, que por si só já mereciam consideração, o resultado permitirá alavancar o desenvolvimento econômico e tecnológico regional, intensificando as parcerias e convênios estabelecidos com empresas locais e disponibilizando novas formas de serviços e consultorias, ampliando a área de atuação dos profissionais do CEFET-PR, Unidade de Pato Branco .

A aproximação da Instituição de ensino com as empresas da região, interagindo com as áreas ligadas ao projeto garantem a sustentabilidade e continuidade do projeto.

Com relação à especificação do sistema flexível de manufatura, a Unidade de Pato Branco optou por utilizar equipamentos didáticos em função do perfil da unidade que era ensino tecnológico, pesquisa aplicada, extensão (onde foi priorizado o treinamento), em função do espaço reduzido e dos recursos disponíveis.

Para instituições de ensino onde se pretende prestar serviços de produção, equipamentos industriais de tamanho reduzido são mais convenientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, Luis Sergio Salles. **Manufatura integrada por computador**, Rio de Janeiro: Campus, 1995.

MARTINS, Petrônio Garcia. **Administração da produção**, São Paulo: Saraiva, 1999.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**, São Paulo, 1999.

## **IMPLANTATION OF A MANUFACTURING AUTOMATION LABORATORY IN PATO BRANCO UNIT OF CEFET-PR**

**Abstract:** *This work briefly presents a Flexible Manufacturing Systems approach – FMS. In this background, it is shown the tendency of information technology to flexible manufacturing systems in the industries. Moreover, it is carried out the implantation of a manufacturing automation laboratory in Pato Branco Unit of CEFET-PR and experimental results are shown. It also shows comparatives values of Flexible Manufacturing Systems implantated in teaching institutions. These results validate the specification of didatic equipments in the laboratory, compared to industrial equipments.*

**Key-words:** *Flexible Manufacturing Systems, Automation Laboratory, Information Technology, Manufacturing Automation.*