

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Informática**  
**Curso de Engenharia de Produção**

**Automação em Processos Produtivos**

*Victor Fernando Coelho*

**TCC-EP-68-2007**

**Maringá - Paraná**  
**Brasil**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção

## **Automação em Processos Produtivos**

*Victor Fernando Coelho*

**TCC-EP-68-2007**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador(a): *Prof<sup>a</sup>*. Márcia Marcondes Altimari Samed

**Maringá - Paraná  
2007**

**Victor Fernando Coelho**

## **Automação em Processos Produtivos**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Estadual de Maringá, pela comissão formada pelos professores:

---

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr. Márcia Marcondes Altimari Samed  
Departamento de Informática, CTC

---

Prof<sup>a</sup>. Dr. Gilberto Clóvis Antonelli  
Departamento de Informática, CTC

Maringá, outubro de 2007

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos aqueles que participaram direta ou indiretamente de sua realização, em especial a minha família, os amigos e professores que foram essenciais, motivando e sempre apoiando um bom desempenho desta atividade. Não poderia deixar de citar também Deus, nossa fonte segura de sabedoria, paz e alegria, um refúgio nos momentos difíceis e nossa força para superá-los. É também com muita alegria que dedico a uma pessoa muito especial em minha vida, Tatiane Laís Begnossi, uma pessoa única, de inteligência ímpar, e de fundamental importância para que minha felicidade seja plena.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que permite estar com saúde e em condições para estudar, trabalhar e viver sempre com disposição e alegria para enfrentar a vida.

Sem exitar agradeço imensamente a professora e orientadora Márcia Samed, que sempre me atendeu atenciosamente, com muito empenho e dedicação. Sem sua participação dificilmente teria um trabalho qualidade significativa.

As amizades construídas nos últimos anos, sem dúvida alguma merecem um lugar de destaque, em especial os integrantes da República Kzona e agregados, pessoas de caráter com um coração muito grande. Admiro-os e me disponho sempre a ajudá-los no que for necessário.

## RESUMO

No início do século XX surgiram os sistemas inteiramente automáticos. Entretanto, bem antes disso, foram inventados dispositivos simples e semi-automáticos. Devido a necessidade de aumentar a produção e a produtividade, surgiu uma série de inovações tecnológicas, máquinas modernas capazes de produzir com maior precisão e rapidez em relação ao trabalho manual, a utilização de fontes alternativas de energia, aplicado às máquinas em substituição às energias hidráulica e humana. E agora, em pleno século XXI temos diversos equipamentos e sistemas automáticos que permitem uma elevação de produtividade nas indústrias em geral. Neste trabalho buscou-se fundamentação teórica para caracterizar diversos tipos de automação que melhor se adequam aos processos de produção das indústrias contemporâneas. Esta pesquisa servirá de apoio para caracterizar a automação de um determinado processo produtivo visto que cada tipo de processo tem suas particularidades. A partir do momento que temos os conceitos dos processos e da automação estabelecidos, é então analisada a automatização que se enquadra da melhor forma no processo.

Palavras-chave: Automação. Processos Produtivos. Automação Industrial.

# SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>vi</b>
<b>SUMÁRIO.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>x</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA.....	1
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 A AUTOMAÇÃO.....	5
2.1.1 <i>Unidade de aquisição de dados (UAD)</i> .....	5
2.1.2 <i>Unidades de aquisição de dados e controle</i> .....	6
2.1.2.1 Controladores lógicos programáveis (CLPs) .....	6
2.1.2.1.1 Recursos dos CLPs.....	8
2.1.2.1.2 Interface homem-máquina (IHM).....	9
2.1.2.2 Unidades terminais remotas (UTR).....	9
2.1.3 <i>Unidades dedicadas</i> .....	10
2.2 INTERFACE COM O PROCESSO .....	10
2.2.1 <i>Transformadores de medida</i> .....	10
2.2.2 <i>Transdutores</i> .....	11
2.2.3 <i>Sensores e controladores</i> .....	11
2.3 SISTEMA OPERACIONAL.....	12
2.4 TIPOS DE PROCESSOS PRODUTIVOS E AUTOMAÇÃO.....	12
2.4.1 <i>Classificação dos sistemas de produção</i> .....	14
2.4.1.1 Sistemas de produção em massa .....	14
2.4.1.2 Sistemas de produção intermitente.....	15
2.4.1.2.1 Sistemas de produção intermitente em lotes .....	16
2.4.1.2.2 Sistemas de produção intermitente sob encomenda.....	16
2.4.1.3 Fluxo Contínuo.....	17
2.4.1.4 Comparativo entre sistemas de produção.....	17
<b>3 DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>18</b>
3.1 AUTOMAÇÃO NA PRODUÇÃO EM MASSA .....	18
3.1.1 <i>Aplicação da automação na produção em massa</i> .....	19
3.1.2 <i>Mão-de-obra</i> .....	21
3.1.3 <i>Equipamentos</i> .....	21
3.2 AUTOMAÇÃO NA PRODUÇÃO INTERMITENTE.....	21
3.2.1 <i>Aplicação da automação na produção intermitente</i> .....	22
3.2.2 <i>Mão-de-obra</i> .....	25
3.2.3 <i>Equipamentos</i> .....	25
3.3 AUTOMAÇÃO NO FLUXO CONTÍNUO DE PRODUÇÃO .....	25
3.3.1 <i>Aplicação da automação na produção de fluxo contínuo</i> .....	25
3.3.2 <i>Mão-de-obra</i> .....	28
3.3.3 <i>Equipamentos</i> .....	28
3.4 COMPARATIVO FINAL TIPO DE PROCESSO E AUTOMAÇÃO.....	28
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: ARQUITETURA DO <i>SOFTWARE</i> PARA FLUXO CONTÍNUO.....	26
---	----

## LISTA DE TABELAS

QUADRO 1 : CARACTERIZAÇÃO DOS PROCESSOS.....	18
QUADRO 2 : PROCESSOS CARACTERIZADOS.....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CLPs	Controladores Lógicos Programáveis
CNC	Comando Numérico Computadorizado
EPROM	<i>Electrically Programmable Read Only Memory</i>
FMS	<i>Flexible Manufacturing Systems</i>
GM	General Motors
IHM	Interface Homem Máquina
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
NC	<i>Numerically Controlled Machines</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
UAD	Unidade de Aquisição de Dados
UADC	Unidades de Aquisição de Dados e Controle
UD	Unidades Dedicadas
UTRs	Unidades Terminais Remotas

## **ELEMENTOS TEXTUAIS**

### **1 INTRODUÇÃO**

Neste trabalho serão apresentadas diversas formas de abrangência que a automação pode assegurar dentro de processos produtivos industriais, visando produtividade, eficiência e qualidade. Assim, a automatização dos processos transforma o homem em um tomador de decisões, eliminando esforços desnecessários, de maneira rápida, competitiva e a baixo custo.

Uma contribuição adicional importante dos sistemas de Automação Industrial é a conexão do sistema de supervisão e controle com sistemas corporativos de administração das empresas. Esta conectividade permite o compartilhamento de dados importantes da operação diária dos processos, contribuindo para uma maior agilidade do processo decisório e maior confiabilidade dos dados que suportam as decisões dentro da empresa.

#### **1.1 Objetivos**

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo sobre automação em produção de bens ou serviços, caracterizando o nível e o tipo de automação necessário a cada tipo de processo produtivo.

#### **1.2 Justificativa**

Uma das motivações para desenvolver o presente trabalho é possibilitar a melhor relação existente entre o tipo de processo produtivo e a automação que nele possa atuar. Desta maneira, será criada uma visão ampla e melhor direcionada dentro dos sistemas de produção para inserir processos automatizados, visto que, atualmente a utilização desta tecnologia objetiva integrar uma ampla variedade de informações e engenharia nos processos de produção para fins estratégicos.

#### **1.3 Organização do Trabalho**

Está disposto no Capítulo 1, as justificativas e objetivos a serem alcançados. O Capítulo 2 é dedicado uma revisão geral dos conceitos da automação, suas características e sub-divisões, assim como, a descrição de seu funcionamento e dos tipos de processos produtivos nos quais

a automação se faz presente de diversas formas. No Capítulo 3 é caracterizado o tipo de automação atuante nos três principais processos de produção industrial, sendo que cada um deles será exemplificado.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O conceito de automação passou por algumas evoluções, segundo Gaither (2001), fazer uso de tecnologia avançada ou *high-tech* significa aplicar as mais recentes descobertas científicas ou da engenharia ao projeto de processos de produção. Nova tecnologia pode significar uma ampla variedade de avanços tecnológicos ou da engenharia. Adicionalmente, nova tecnologia de produção quase sempre significa que uma tecnologia de informação e automação foi integrada aos processos de produção.

No passado, de acordo com o autor acima citado, automação significava a substituição de esforço humano por esforço de máquina, mas a tecnologia de produção há muito superou esse antigo conceito. O uso do termo automação significa atualmente integrar uma ampla variedade de avançadas descobertas de informação e engenharia nos processos de produção para fins estratégicos.

Hoje, muitos projetos de automação visam não somente obter economias de custo de mão-de-obra, mas também melhora da qualidade de produto, produção e entrega rápidas de produtos, e, quando é usada automação flexível, aumentada flexibilidade de produto, Gaither (2001).

A automação industrial nos últimos tempos se expandiu consideravelmente, juntamente com ela a diversidade e/ou quantidade de máquinas e equipamentos, trazendo diversos recursos para o chão de fábrica. Gaither (2001) descreve os tipos de automação tais como anexos de máquinas, máquinas de controle numérico, robôs, inspeção automatizada do controle da qualidade, sistemas automáticos de identificação e controles automatizados de processo:

a) Anexos de Máquinas: são dispositivos relativamente baratos que reduzem a quantidade de esforço humano e tempo necessários para executar uma operação. Esses suplementos representam a mais antiga tecnologia de automação e comumente são encontrados em todos os sistemas de produção;

b) Máquinas de Controle Numérico: estas foram as pioneiras entre as máquinas automáticas nas décadas de 1950 a 1980, quando uma ampla variedade de aplicações foi desenvolvida para essa importante realização tecnológica. Essas máquinas são previamente programadas por meio de fita magnética ou computadores para executar um ciclo de operações de maneira repetida. As máquinas têm um sistema de controle que lê as instruções

e depois as converte em operações de máquina. As configurações de máquina são realizadas pelo sistema de controle, em lugar de seres humanos. As máquinas NC são máquinas automatizadas importantes por si mesmas. Quando seus programas são produzidos de maneira eficiente, e quando suas ferramentas são projetadas de maneira eficiente, elas têm grande flexibilidade para ser mudadas para outros produtos e, portanto, são usadas extensivamente em *job shops* focalizadas no processo. Além disso, as máquinas de controle numérico representam uma importante etapa evolutiva no avanço rumo ao que há de mais moderno em termos de máquinas automatizadas – os robôs;

c) Robôs: Joseph Engleberger, aclamado como o pai dos robôs industriais, desenvolveu o primeiro robô para uso industrial, instalado em 1959 para descarregar uma máquina de fundição sob pressão numa fábrica da *General Motors* (GM). A **robótica** é um campo em rápido desenvolvimento, no qual máquinas semelhantes a humanos realizam tarefas de produção. O '*Robotic Institute of America*' define um robô da seguinte maneira: "Um robô industrial é um manipulador reprogramável, multifuncional, para movimentar materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especializados por meio de movimentos programados variáveis para o desempenho de uma variedade de tarefas". O cérebro dessas máquinas é um microcomputador que, quando programado, orienta a máquina por meio de operações predeterminadas. Cada vez mais os robôs podem ser reprogramados para executar outras tarefas. Alguns deles podem até ser reprogramados simplesmente anexando-se uma extensão entre o braço do robô e o braço de um operador experiente: o operador movimenta fisicamente o robô de acordo com as operações que este deve executar, reprogramando, assim, o robô. Mais tipicamente, entretanto, um programa é armazenado num disco ou outro meio magnético de armazenamento. Essa disposição permite que o robô seja reprogramado simplesmente inserindo-se o disco ou cartão num compartimento e retornando o robô ao "modo executar". Os robôs são os blocos de construção básicos para os sistemas automatizados de produção;

d) Inspeção Automatizada do Controle da Qualidade: **sistemas de inspeção automatizada do controle da qualidade** são máquinas que foram integradas à inspeção de produtos para propósitos de controle da qualidade. Esses sistemas executam uma ampla variedade de testes e inspeções e são encontrados em muitas indústrias. Eles podem ser usados para tomar as dimensões físicas de peças, comparar as medidas com os padrões e determinar se as peças cumprem as especificações da qualidade. E podem ainda ser usados para verificar o desempenho de circuitos eletrônicos – por exemplo, na indústria de

computadores *softwares* testam cada função que um computador deve executar. Quando inspeções de controle da qualidade são executadas por máquinas automatizadas, a inspeção total de torna economicamente viável a muitos produtos. Essa tendência deve levar a uma qualidade de produto melhorada e custos de inspeção de controle da qualidade reduzidos.

e) Controles Automatizados de Processo: usam sensores para obter medidas do desempenho de processos industriais, controlam essas medidas com padrões contidos em *softwares* armazenados em computador e, quando o desempenho varia de forma significativa, enviam sinais que mudam as configurações dos processos. Esses sistemas estão em uso há muitos anos nas indústrias de processamento químico, refinaria de petróleo e papel. Como acontece com outras maquinarias automatizadas, quando são instalados controles automatizados de processo certa flexibilidade é perdida até que um *software* possa ser desenvolvido para acomodar diferentes características do produto. Além disso, não obstante o custo inicial do *hardware* desses sistemas não ser muito alto, o custo para desenvolver o *software* de suporte e a integração com o restante do sistema de produção pode ser muito elevado. Todavia, há que se ter em mente a qualidade de produto necessária para sustentar a estratégia de negócios.

## **2.1 A Automação**

A complexidade de um sistema de automação pode variar enormemente dentro dos processos nas organizações, os mais simples mantêm a participação do homem no processo, os mais modernos basicamente dispensam a interferência do homem, sendo sua função apenas de gerenciar, (Gaither (2001)). Para facilitar a compreensão do assunto e demonstrar de que modo funcionam os processos automatizados será fornecida, basicamente, uma série de informações, definições e métodos utilizados.

### **2.1.1 Unidade de aquisição de dados (UAD)**

Segundo Mamede (2001), UAD são equipamentos e dispositivos que, interligados ao processo, recebem informações deste e as enviam para um sistema de supervisão e controle hierarquicamente superior, onde são tratadas, disponibilizadas através de monitores, papel, etc. Dependendo da decisão da unidade de supervisão e controle, uma mensagem retornará à Unidade de Aquisição de Dados compreendem dois diferentes módulos numa estrutura de automação, ou seja:

a) Unidades de Aquisição de Dados e Controle (UADC);

b) Unidades Dedicadas (UD).

As primeiras são constituídas pelos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) e pelas Unidades Terminais Remotas (UTRs). Já, as Unidades Dedicadas são constituídas pelos relés digitais, unidades de intertravamento, unidades de oscilografia, etc. As UADC exercem as funções de adquirirem dados e comandar a manobra de máquinas e equipamentos, usando para isso meios que são descritos ainda pelo autor acima citado.

a) Entrada de dados analógicos: São variáveis presentes no processo e caracterizadas por tensão, corrente, frequência, vazão, pressão, etc.;

b) Saída de dados analógicos: São variáveis fornecidas aos componentes do sistema para ajuste de sua lógica, tais como sinais para medidores de energia, controladores de velocidade, etc;

c) Entrada de dados digitais: São informações adquiridas junto aos equipamentos (disjuntores, chaves seccionadoras, etc.) sobre o seu estado operacional – aberto ou fechado;

d) Saída de dados digitais: São ocorrências desejadas de mudança de estado de equipamentos – aberto ou fechado –, de forma que se possa atuar a distância sobre os mesmos.

## **2.1.2 Unidades de aquisição de dados e controle**

Nas Unidades de Aquisição de Dados e Controle, Mamede (2001) as define como sendo compostas por um conjunto de cartões eletrônicos, cada um deles acompanhado de funções específicas, além de outras unidades de lógica e memorização.

### **2.1.2.1 Controladores lógicos programáveis (CLPs)**

Os Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), conforme define Mamede (2001), são dispositivos que permitem o comando de máquinas e equipamentos de maneira simples e flexível, possibilitando alterações rápidas no modo de operá-los, por meio da aplicação de programas dedicados, armazenados em memória *Electrically Programmable Read Only Memory* (EPROM).

Os CLPs podem substituir com grandes vantagens os tradicionais comandos de máquinas e equipamentos, tais como botoeiras, chaves comutadoras, contatores e relés.

Existe no mercado uma grande diversidade de CLPs destinados a diferentes níveis de automação, em conformidade com a complexidade de cada aplicação.

Ainda citando Mamede (2001), eles são constituídos por um gabinete contendo um determinado número de cartões, cada um deles desempenhando funções específicas, tais como:

a) Fontes de alimentação: Os CLPs podem ser alimentados em  $110/220\text{ V}$  em corrente alternada, ou em  $24\text{ V}$  em corrente contínua, dependendo da seleção feita pelo cliente. Somente a unidade básica necessita de alimentação. Todas as expansões são supridas pela unidade básica. Nos bornes de conexão com a rede externa existe um fusível de característica rápida com corrente nominal entre  $1,25\text{ a }2\text{ A}$ , dependendo do tipo de CLP. Em geral, os CLPs de  $110/220\text{ V}$  são alimentados por um circuito monofásico a três condutores: fase, neutro e condutor de proteção associado à proteção do terra do sinal eletrônico, conexão essa feita internamente ao equipamento.

b) Entradas e saídas: Os cartões de entrada e de saída constituem a interface entre o processador lógico e os equipamentos periféricos; o cartão de entrada prepara os sinais das fontes externas e os envia para a unidade de processamento.

A saída é composta de amplificadores de chaveamento para controle dos equipamentos periféricos, que podem ser constituídos por contatores, bobinas, lâmpadas de sinalização, etc.

Cada tipo de CLP tem uma determinada quantidade de terminais de entrada e saída, dependendo da capacidade que se deseja em função da aplicação, sendo associado a cada terminal um *Light Emitting Diode* (LED), normalmente vermelho, para monitoração do sinal de lógica.

Todos os sinais de saída destinados à comutação de cargas indutivas dispõem de um dispositivo contra surtos de tensão, podendo ser varistor, diodo, etc., protegidos por fusíveis de corrente nominal apropriada.

Em geral, os módulos de entrada e saída dispõem de cartões de expansão apropriados.

A cada terminal de entrada e saída está associado um endereço que é utilizado na programação.

c) Temporizadores e contadores: São cartões contendo circuitos elétricos dedicados cujos ajustes são efetuados por *hardware*. O número de temporizadores e contadores varia em função da capacidade do cartão.

A seleção do temporizador é feita através de códigos com base na codificação dos terminais anteriormente mencionados.

Os contadores permitem a contagem de eventos entre 0 a 999 e o ajuste é feito através de três chaves, cada uma delas com indicadores numéricos de 0 a 9.

d) Memórias: Os CLPs são dotados de cartões de memórias utilizadas pelos processadores lógicos para processar os sinais e pelo sistema operacional e também utilizadas para armazenamento dos programas dedicados. Essas memórias podem ser do tipo EPROM ou *Random Access Memory* (RAM), protegidas contra ausência de tensão por meios de baterias específicas com longa vida útil.

#### **2.1.2.1.1 Recursos dos CLPs**

Os CLPs podem ser empregados para diferentes tipos de aplicação na indústria. É possível utilizá-los sozinhos ou acoplados a outras unidades. Em Mamede (2001), os projetos que ocupam extensas áreas, como, por exemplo, esteiras rolantes para transporte de minério, associado ao processo de descarga do material, torna-se imperativo o uso de vários CLPs operando acoplados para desempenhar sincronizadamente todo o controle do processo. Neste caso, a automação assume uma arquitetura descentralizada, dividindo-se a responsabilidade do processo por várias unidades de CLPs localizadas em diferentes pontos estratégicos da instalação.

Devido a esta capacidade de comunicação entre CLPs dividindo tarefas dá-se o nome de acoplamento.

O processo de acoplamento obedece a uma hierarquia que é gerenciada por um *software* dedicado, atribuindo-se aos CLPs de processo a função de escravos, que se acoplam a um CLP de mesma capacidade ou, em geral, de maior capacidade, denominado de mestre. Assim,

se um CLP de processo necessita comunicar-se com outro CLP de processo, a via de comunicação passa pelo CLP mestre.

É possível implementar outras configurações de acoplamento de CLPs que dependem da solução que se deseja para o processo.

Dadas as facilidades obtidas com a função de acoplamento, pode-se utilizar estações remotas, a uma distância de até 1.000 metros, sem empregar qualquer tipo de *modem*. Com o uso do *modem* não há limite de distância. Além disso, o acoplamento permite implementar uma arquitetura de sistema funcional e fisicamente distribuída.

#### **2.1.2.1.2 Interface homem-máquina (IHM)**

Segundo Mamede (2001), em qualquer indústria os supervisores necessitam das informações captadas pelos CLPs na linha de produção, porém, para poder ler e ver essas informações necessita-se de um *display* alfanumérico, no qual tanto é possível auferir informações como também instruir os CLPs das próximas atividades.

#### **2.1.2.2 Unidades terminais remotas (UTR)**

Mamede (2001) define as Unidades Terminais Remotas como tendo a função de coletar dados e executar comandos dos equipamentos do processo, sendo unidades independentes. Os dados coletados podem ser digitais (ligado/ desligado, fechado/ aberto, pulsos, acumuladores, etc.) ou analógico (medida de tensão, corrente, frequência, ângulo de fase, etc.). Os controles emitidos pela UTR poderão ser digitais, através de relés, ou analógicos, na forma de um valor de tensão variável disponível nos terminais da UTR.

As UTRs deverão ter capacidade de executar programas de controle local, independentemente da ativação do Centro de Supervisão e Controle, mas com possibilidade de intervenção deste, bloqueio ou ativação através de modificação de pontos definidos na base de dados da UTR. Esses controles locais devem ser executados de maneira similar aos que ocorrem nos CLPs, com os programas sendo gravados de maneira não-volátil, em memória própria da UTR. Esses programas poderão ser modificados e recarregados na memória da UTR utilizando-se as ferramentas normais de configuração da mesma. Os programas deverão ser escritos e compilados em microcomputadores pessoais e transferidos através de canal de comunicação sem interrupção das funções de supervisão.

As UTRs devem ser montadas em painéis, em gabinetes metálicos ou em fibra de vidro.

### **2.1.3 Unidades dedicadas**

As Unidades Dedicadas são equipamentos que exercem funções específicas junto ao processo e possuem as mesmas características funcionais da Unidade de Aquisição de Dados e Controle. Em Mamede (2001) nessas unidades, há aquisição de informações via entrada analógica, tais como tensão, corrente, ângulo de fase, etc., disponibilizando resultado do seu processamento numa saída digital conectada a um circuito de comando de um equipamento. São conhecidos como Unidades Dedicadas os seguintes dispositivos, **conforme** Mamede (2001).

a) Relés digitais:

i) relés de sobrecorrente;

ii) relés diferenciais;

iii) relés de distância;

iv) relés multifunção, etc.

b) Oscilógrafos: São unidades que contêm uma determinada quantidade de entradas digitais que recebem informações de estado dos equipamentos – aberto ou fechado – e, de acordo com a lógica do processo para a qual foram programadas, disponibilizam o resultado dessa lógica num determinado número de saídas digitais, de tal forma a inibir ou libertar certas funções de comando de um equipamento.

## **2.2 Interface com o processo**

Segundo Mamede (2001), para que as Unidades de Aquisição de Dados (UADs) possam receber as informações do processo e nele atuar é necessário utilizar alguns dispositivos de relativa simplicidade que serão descritos a seguir pelo autor acima referenciado.

### **2.2.1 Transformadores de medida**

Comumente as grandezas elétricas envolvidas no processo são a tensão e a corrente, cujos valores, em geral muito elevados, inviabilizam o uso dos equipamentos de tecnologia da

informação ligados diretamente à rede elétrica de alta corrente e/ou de alta tensão. Em virtude disso são usados os transformadores de medida.

### **2.2.2 Transdutores**

São equipamentos capazes de converter medidas elétricas em valores proporcionais de tensão e corrente.

Os transdutores exercem um papel imprescindível no campo da medição e controle. São usados em conjunto com instrumentos convencionais de bobina de ferro móvel e registradores, e permitem fornecer dados local ou remotamente.

### **2.2.3 Sensores e controladores**

Em Mamede (2001), um sensor é um dispositivo condicionado a um estado de presença, a uma determinada temperatura, um valor de pressão, etc. Um sensor está sempre conectado a um controlador, este controlador sentindo a presença um estado como os citados acima, acionará um outro dispositivo, chamado de atuador, o qual tem a função de tomar a reação, por exemplo: acender uma luz, disparar um alarme, fechar uma válvula.

Os sensores mais utilizados e conhecidos são:

a) Sensor de nível: constituído por um dispositivo imerso em líquido cujos eletrodos conduzem uma pequena corrente elétrica. Quando o líquido deixa de fazer contato com o eletrodo do par sensor, interrompe-se a corrente elétrica, fazendo operar um solenóide sobre os contatos secos de uma chave de comando;

b) Sensores de presença: são também conhecidos como sensores de proximidade, possuem três versões: indutivo, capacitivo e magnético;

b-i) indutivos: possuem alta frequência de chaveamento e detectam todos os metais, sem contato. É constituído basicamente de um oscilador em conjunto com uma bobina, criando um campo magnético de elevada frequência. Quando um material condutor (metal) se aproxima da extremidade do sensor, é enlaçado pelas linhas de campo, provocando uma dispersão magnética que retira energia do circuito oscilante, reduzindo a amplitude de oscilação, o que é percebido pelo circuito eletrônico, gerando um impulso elétrico de comando. Quando o

material de afasta da extremidade do sensor, ficam restabelecidas as condições de funcionamento deste dispositivo;

b-ii) capacitivos: operam sem contato e detectam materiais não-metálicos;

b-iii) magnéticos: permitem a detecção de materiais a maior distância.

c) Sensores óticos: dispositivos que operam com um feixe de luz infravermelha, possuindo um emissor e um receptor.

d) Sensores de fim de curso: é formado por um dispositivo de contatos secos que são acionados por um solenóide quando uma parte qualquer do processo atinge o fim de uma trajetória definida e o fechamento ou abertura do contato gera um sinal digital.

### **2.3 Sistema Operacional**

Em Mamede (2001), define-se como sendo o *software* sobre o qual devem operar todos os aplicativos do sistema. Um sistema operacional é como o cérebro, ele deve possuir em tempo real todas as informações necessárias, realizar operações simultaneamente e disponibilizar as informações que o forem requisitadas.

O sistema operacional deve ter características de plataforma multitarefa a tempo real, entendendo-se por multitarefa uma propriedade para executar diferentes tarefas simultaneamente. Podem ser citados como exemplo de sistemas multitarefa a capacidade de o sistema gerar alarmes, interpretar os comandos do operador numa determinada situação operativa, visualizar dados adquiridos *on-line* juntos ao diagrama unifilar e outras tarefas similares, todas realizadas simultaneamente. A característica de tempo real refere-se à capacidade de receber do sistema elétrico um certo número de informações como tensão, corrente, disparo do disjuntor, etc., e tratar essas informações e responde-las em tempo extremamente curto, em frações de milissegundos.

### **2.4 Tipos de Processos Produtivos e Automação**

Produtividade, eficiência e qualidade fazem com que cada vez mais as empresas busquem a automação industrial. O nível de automação de cada indústria é função de uma série de fatores, como custo/benefício, máquinas que permitem a implantação do processo e outros fatores. Alguns ramos de atividade industrial possibilitam e até mesmo necessitam de um

nível elevado de automação, mas há casos em algumas indústrias em que a automação está restrita apenas a uma parte específica do processo.

Para se obter um nível de automação cada vez mais abrangente dentro de uma instalação, é necessário que a tecnologia alcance o nível mais baixo do chão de fábrica, a partir de onde sensores e atuadores convencionais ou dedicados, instalados junto às máquinas, possam enviar informações e receber comandos de níveis hierárquicos superiores, de forma que todo o processo seja monitorado e controlado de um centro de comando.

Riggs (1993) define um sistema de produção como um processo planejado por meio do qual os elementos são transformados em produtos úteis, isto é um procedimento organizado para se conseguir a conversão de entradas (insumos) em saídas (produtos acabados). Assim, de acordo com o tipo de sistema de produção, pode-se buscar o tipo de automação mais adequada ao processo utilizado pelas organizações. Para entender e buscar a melhor opção serão descritos os tipos de processos produtivos.

Segundo Palomino (2001), quando os produtos finais são compostos de partes discretas, isto é, podem ser quantificados numa forma discreta por um número real, tais sistemas são conhecidos como **Sistemas de Produção Discreta**. Como exemplos deste tipo de sistemas podemos citar a produção de eletrodomésticos, automóveis, máquinas, ferramentas, livros, etc). Por outro lado, quando o produto final não pode ser identificado individualmente, isto é, quando ele é contado em parcelas fracionárias, como litros, toneladas, metros,...etc, como é o caso das indústrias de processos em geral (Líquidos, laminados, refinarias, etc), estes tipos de sistemas são conhecidos como **Sistemas de Produção Contínua**.

Sistema de manufatura ou sistema de produção discreta é definido por Moreira (1993) como sendo um conjunto de atividades e operações necessárias para a produção de produtos envolvendo os seguintes elementos: insumos, o processo de transformação e os produtos fabricados. A diferença de todo o sistema de produção discreta comparado aos sistemas de produção contínua é a identificação de gargalos, que são pontos no processo produtivo em que são gerados estoques que excedem a produção local.

O fator em comum dos sistemas de manufatura é a produção de produtos diversos que necessitam de um determinado roteiro de produção, sendo que cada um pode ser realizado por uma ou mais máquinas. Para que isto ocorra é necessário um planejamento da produção, com

máquinas e equipamentos eficientes nos processos, assim como, a automação requerida por cada processo produtivo.

#### **2.4.1 Classificação dos sistemas de produção**

De acordo com os dois tipos de sistemas produtivos citados por Palomino (2001), são sistemas que podem ser classificados:

- a) pelo tipo do processo de transformação;
- b) pelo volume de produção.

No primeiro caso, dois tipos de processos de transformação são identificados: processos de montagem, em que o produto final é formado a partir de diversos componentes (produção de veículos, eletrodomésticos, etc), e processo de transformação propriamente dito, no qual o produto final é resultado de um ou vários processo de transformação (fressadora, torneado, etc) que sofre a matéria prima.

Assim, a classificação dos sistemas de produção é dividida em:

- a) produção em massa;
- b) produção intermitente
  - i) lotes
  - ii) encomenda;
- c) fluxo contínuo

##### **2.4.1.1 Sistemas de produção em massa**

Em Palomino (2001), sistemas de produção em massa são utilizados geralmente para produzir produtos altamente padronizados com demanda estável. Neste tipo de sistemas, os produtos fluem geralmente de um posto de trabalho para outro numa seqüência prevista (gerada pelo mesmo roteiro de fabricação para todos os produtos), sendo as operações realizadas nos postos de trabalho altamente repetitivas. Linhas de montagem em geral são exemplos típicos deste tipo de sistemas, como a fabricação de automóveis, geladeiras, eletrodomésticos em geral, produtos têxteis, etc. Algumas das principais características deste tipo de manufatura, são as seguintes:

- a) Obtenção de altos índices de produção devido à produção em grande escala;
- b) Os produtos diferem apenas em termos de montagem final;
- c) Baixos custos de produção devido a economias de escala;
- d) Baixos tempos de processamento improdutivo;
- e) Sistemas altamente balanceados;
- f) Grau de diferenciação relativamente pequeno (produção de poucos modelos de produtos);
- g) Sistemas altamente eficientes e pouco ou nada flexíveis;
- h) O equipamento é geralmente dedicado à manufatura de um único tipo de produto.

Este tipo de sistema é utilizado geralmente por empresas que procuram alta eficiência e ganhos por economias de escala para se manterem competitivos no mercado. Sistemas de produção em massa costumam também ser divididos em linhas de transferência e linhas de produção. **Linhas de transferência** são sistemas altamente automatizados e inflexíveis (o que limita o número de produtos a ser fabricados), em que a transferência dos produtos de uma estação de trabalho para outra é realizada em forma síncrona, isto é, em forma simultânea. Neste tipo de sistemas, os tempos das operações são determinísticos, as estações de trabalho são totalmente automatizadas e o sistema é totalmente balanceado. **Linhas de produção** são sistemas em que a transferência dos produtos de uma estação de trabalho a outra é feita de forma assíncrona, isto é, dentro da linha de produção os produtos se movimentam independentemente um do outro. Este fato permite incorporar estações de trabalho operadas manualmente com variações no ciclo produtivo. Portanto, as linhas de produção não precisam ser totalmente balanceadas.

Em Samed (2006), as atividades de mão-de-obra são repetitivas e rotineiras, com baixa qualificação e fabricação em linha.

#### **2.4.1.2 Sistemas de produção intermitente**

O que diferencia este tipo de sistemas da produção em massa é a sua flexibilidade, ou seja, a capacidade de produzir um grande número de produtos de volume médio do mesmo item ou

produto. Os lotes de produção podem ser produzidos apenas uma vez, ou a intervalos de regulares de tempo. As situações intermitentes de produção são aquelas nas quais as instalações devem ser suficientemente flexíveis para manejar uma ampla variedade de produtos e tamanhos, ou onde a natureza básica da atividade impõe mudanças importantes dos insumos, Palomino (2001).

Neste tipo de sistemas, o produto flui de forma irregular de um centro de trabalho para outro sendo os equipamentos utilizados para este tipo de produção de propósito geral, mas projetados para trabalhar com altos índices de produção. Estes tipos de equipamentos permitem grande facilidade para realizar mudanças tanto no produto como no volume de produção, o que se reflete numa perda de eficiência se comparado com os sistemas de produção em massa, Palomino (2001).

De acordo com a caracterização do processo, Samed (2006) a define como menor volume de produção e maior volume de produtos. A fabricação se dá em lotes com diferenciação na forma, acabamento, dimensão, etc. O nível de qualificação da mão-de-obra é intermediário, aumentando proporcionalmente com a variação de produtos.

#### **2.4.1.2.1 Sistemas de produção intermitente em lotes**

É caracterizada por produzir uma quantidade limitada de um tipo de produto de cada vez (denominada lote de produção). Cada lote é previamente dimensionado para assim poder atender a um determinado volume de vendas previsto para um dado período de tempo. Desse modo, os lotes de produção são produzidos um a seguir do outro. Neste tipo de produção o plano de produção é feito antecipadamente, podendo assim a empresa melhor aproveitar seus recursos com maior grau de liberdade, ao contrário do que ocorre no sistema de produção sob encomenda, no qual o plano de produção é feito após o recebimento do pedido ou encomenda.

Este tipo de produção em lotes é utilizado por uma infinidade de indústrias a saber: têxteis, de cerâmica, de eletrodomésticos, de materiais elétricos, etc.

#### **2.4.1.2.2 Sistemas de produção intermitente sob encomenda**

Este tipo de fabricação contratada ou feita sob encomenda é produzida especialmente a pedido de um freguês como turbinas, ferramentas e matrizes, maquinaria especial, navios, etc. Os pedidos são em geral de natureza não repetitiva e as quantidades podem variar de uma a centenas de unidades. Neste tipo de produção, cada pedido usualmente acarreta uma grande

variedade de operações, e o andamento em geral não segue nenhum plano padronizado ou rotineiro. É, pois, a encomenda ou o pedido efetuado que vai definir como a produção deverá ser planejada e controlada, sendo, portanto, esta etapa do planejamento e controle de produção muito complexa.

#### **2.4.1.3 Fluxo Contínuo**

As manufaturas em fluxo tendem a possuir menos diferenciação de produtos do que as manufaturas sob encomenda (*job shop*). As instalações industriais são classificadas dentro de um esquema, onde o *job shop* está de um lado e o fluxo contínuo de outro. Muitas instalações de manufatura se situam entre um *job shop* puro (com rotinas randômicas, onde um serviço pode iniciar e terminar em qualquer centro de trabalho) ou uma planta de fluxo puro.

#### **2.4.1.4 Comparativo entre sistemas de produção**

Ainda segundo Palomino (2001), o tipo de produto que vai ser produzido é que determina o sistema de produção a ser adotado pela empresa, em muitos casos dada a diversidade de produtos que uma empresa fabrica ou produz, estas empresas apresentam misturas desses sistemas de produção. Se o produto é de grande porte e depende da encomenda do cliente, então o sistema adotado será a produção sob encomenda. Se por outro lado, há uma grande variedade de produtos que entram e saem da produção, e que a empresa vende após estocar, então o sistema adotado será a produção em lotes. Já, se há um ou mais produtos que permanecem em produção por um longo tempo e que a empresa os vende após estocá-los, certamente o sistema adotado será de produção contínua.

Obviamente, a adoção de um determinado sistema de produção apresenta certas vantagens como desvantagens.

Assim, a produção por encomenda é o sistema onde ocorre maior descontinuidade na produção, enquanto a produção contínua é o sistema em que há maior continuidade no processo produtivo. Já, a produção por lotes representa o sistema intermediário, no qual a continuidade e a descontinuidade se alternam.

### 3 DESENVOLVIMENTO

Para adequar a instalação de processos automáticos com o nível que cada unidade industrial exige, Mamede (2001) define que este nível é função de uma série de fatores, tais como custo/benefício, adaptabilidade das máquinas que participam do processo, etc. Há indústrias em que o nível de automação é significativamente elevado, enquanto em outras fica restrita apenas a alguns setores da linha de produção. Porém, nos projetos industriais novos, a tendência é alcançar um nível de automação cada vez mais elevado.

Primeiro passo ao se conceber uma solução qualquer de automação é desenhar a arquitetura do sistema, organizado seus elementos vitais: remotas de aquisição de dados, CLPs, instrumentos, sistema de supervisão, etc. em torno de redes de comunicação de dados apropriadas. A escolha da arquitetura irá determinar o sucesso de um sistema em termos de alcançar os seus objetivos de desempenho, modularidade, expansibilidade etc.

Para melhor visualização e compreensão da relação entre automação e processos produtivos a seguinte tabela será apresentada e preenchida posteriormente.

**Quadro 1: Caracterização dos Processos**

<b>TIPOS DE PRODUÇÃO</b>			
<b>PROCESSO</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>MÃO-DE-OBRA</b>	<b>EQUIPAMENTOS</b>
<b>Em Massa</b>			
<b>Intermitente</b>			
<b>Fluxo Contínuo</b>			

Neste trabalho, será feita uma pesquisa e abordagem descritiva dos processos, baseados em sistemas já existentes, para que se possa caracterizar os itens da Tabela 1.

#### 3.1 Automação na produção em massa

Os sistemas de produção em massa caracterizam-se por serem organizados em linhas de montagem. Os produtos em processo de montagem passam através de uma esteira, ou, se são pesados, são alçados e conduzidos por um trilho elevado.

Numa fábrica de produtos mais complexos, ao invés de uma linha de montagem, existem muitas linhas de montagens auxiliares alimentando a linha principal, com as partes que formarão o produto final. Um diagrama de uma fábrica típica se parece mais com uma espinha de peixe do que com uma linha reta.

Este arranjo também é utilizado em manufaturas que produzem alimentos continuamente. Neste tipo de produção, ou linha automatizada de fluxo, Gaither (2001), complementa que neste processo é incluso diversas máquinas automatizadas unidas por máquinas automatizadas de transferência e manipulação de peças. A máquina automatizada na linha usa alimentadores automatizados de matéria-prima e executa automaticamente suas operações sem a necessidade de participação humana. Quando cada máquina conclui suas operações, peças parcialmente concluídas são automaticamente transferidas para a máquina seguinte na linha numa seqüência fixa até que o trabalho seja concluído. Esses sistemas, comuns na indústria automobilística, são normalmente usados para produzir um componente principal inteiro: por exemplo, caixas de câmbio para caminhões.

Esses sistemas são em geral chamados de **automação fixa ou automação dedicada**, o que significa que as linhas de fluxo são projetadas para produzir um tipo específico de componente ou produto. Tendo em vista seu elevado investimento inicial e a dificuldade e modificação para outros produtos, esses sistemas são usados quando a demanda é elevada, estável e se estende bastante no futuro. Se essas condições forem satisfeitas, o custo de produção por unidade será muito baixo. Em virtude, porém, dos breves ciclos de vida de certos produtos e das mudanças na tecnologia de produção, a popularidade da automação fixa vem declinando. Os sistemas de produção estão favorecendo cada vez mais equipamentos de produção que oferecem maior flexibilidade de produto.

### **3.1.1 Aplicação da automação na produção em massa**

A produção automotiva representa a produção em massa da melhor maneira. Visto que neste tipo de processo, em Samed (2006), há um grande volume de produção, com processo em linha. Os equipamentos são classificados como dedicados, ou seja, dispositivos micro-processado que executa uma função dedicada ou específica para cada tarefa.

Em uma indústria automotiva de São Paulo, a capacidade de produção é da ordem de 1.092 carros por dia. Nessa planta, são realizadas atividades de estamparia, injeção de termoplástico, armação da carroçaria, pintura e montagem final. A fábrica é considerada a mais moderna e mais automatizada do país, com 137 robôs - 98 em operação e 39 em instalação. Além dos robôs, os equipamentos mais usados nas áreas produtivas são:

- a) computadores para gerenciamento de informações, programação e controle da produção;
- b) máquinas-ferramentas CNC (comando numérico computadorizado), especialmente na usinagem;
- c) controladores programáveis (CP ou CLP) para comando de painéis e linhas de montagem;
- d) sistemas de transporte automático e flexível de materiais ou chassis, bem como sistemas de movimentação e armazenagem controlados por computador;
- e) sistemas para desenhos e manufatura assistidos por computador, para agilização dos projetos de produtos e processos, bem como, para interligação entre a programação e a fabricação.

De acordo com a automatização que está sendo utilizada nesta indústria automotiva, chegou-se a um consenso para uma mudança na organização da produção, visando obter maior flexibilidade e integração na fábrica e alcançar padrões mais elevados de qualidade e produtividade, dando competitividade nos mercados interno e externo.

As principais mudanças se deram com a introdução da lógica *just-in-time* tanto interna como externamente à fábrica, com a produção puxada a partir da linha de montagem final, a adoção de sistemas de informação nos moldes do *kanban*, para a gestão dos fluxos de materiais e componentes, a formação de células (ilhas) de produção, principalmente em áreas de usinagem, associando máquinas de diferentes tipos para a confecção de determinada família de peças; esta inovação está presente em parte da indústria de autopeças e por fim a constituição de mini-fábricas dentro das atuais plantas das montadoras e autopeças, ou a segmentação das fábricas em função de seus diferentes produtos.

No caso desta montadora a intenção é constituir áreas de produção relativamente auto-suficientes, células de produção, que passariam a ser operadas através de grupos semi-autônomos de trabalho.

### 3.1.2 Mão-de-obra

A mão-de-obra caracteriza-se por atividades repetitivas e rotineiras com pouca qualificação, visto que há um grande volume de produção.

### 3.1.3 Equipamentos

São classificados como dedicados, que executam funções específicas e programadas. Os equipamentos acompanham a caracterização da mão-de-obra, pois ambos trabalham de maneira conjunta, neste caso, com atividades repetitivas.

## 3.2 Automação na produção intermitente

Na produção intermitente, ou como define Gaither (2001), **sistemas flexíveis de manufatura (FMS – *flexible manufacturing systems*)** são grupos de máquinas de produção organizados em seqüência ligados por máquinas automatizadas de manuseio e materiais e transferência, e integrados por um sistema de computador.

Nesse sistema, às vezes chamados *sistemas flexíveis de máquina*, kits de materiais e peças para um produto são carregados no sistema de manipulação de materiais. Um código é então introduzido no sistema de computador identificando o produto a ser produzido e a localização do produto na seqüência. Quando o produto parcialmente concluído encerra seu ciclo numa máquina de produção, são automaticamente transferidos para a máquina de produção seguinte. Cada máquina de produção recebe suas configurações e instruções do computador, carrega e descarrega ferramentas automaticamente quando necessário, e conclui seu trabalho sem a necessidade de trabalhadores para cuidar de suas operações.

Não obstante o custo inicial de esses sistemas serem elevado, os custos de produção por unidade são baixos e tanto a qualidade como a flexibilidade dos produtos são elevadas. Os FMS estão crescendo em termos de importância e muitas empresas estão considerando instalá-los.

### 3.2.1 Aplicação da automação na produção intermitente

Para a produção intermitente, o exemplo que melhor se enquadra e melhor caracteriza este processo é a indústria moveleira. Em Samed (2006), o processo possui um volume reduzido de produção e maior volume de produtos. A fabricação caracteriza-se em lotes com diferenciação na forma, acabamento e dimensão dos produtos.

A respeito da utilização da automação neste tipo de produção, as indústrias moveleiras começaram a se equipar com um grande número de máquinas automáticas para os processos de fabricação, destacando-se as destinadas ao corte, furação, esquadreamento, capeamento e pintura dos móveis. Para essa automação os fabricantes estão adquirindo máquinas relativamente complexas. Em qualquer caso, a fábrica fica constituída de um conjunto de máquinas automáticas para a confecção das peças dos móveis, seguida de um setor de pré-montagem e embalagem. Devido a grande variedade de formas e dimensões das peças que compõem um móvel, as fábricas as produzem por lotes que são transferidos por vagonetes entre uma máquina e outra que, devidamente preparadas, processam esses lotes como unidades de produção. A alimentação dessas máquinas pode ser feita de forma manual ou automática. Em qualquer caso, o processo deve considerar o manuseio dos mais diferentes lotes de peças, envolvendo uma grande diversidade de formas e dimensões ao longo do dia.

Os fabricantes de equipamentos para a indústria de móveis, produzem e instalam as máquinas automáticas de processamento de forma individualizada ou, no máximo, na forma de conjuntos. Fica por conta do adquirente a feitura do *layout* de fabricação, e a instalação de equipamentos para movimentação, alimentação e descarga das peças nestas máquinas.

Existem algumas empresas no mercado brasileiro que atuam no oferecimento de soluções para o transporte, alimentação, descarga e armazenagem de componentes ou móveis completos. Todas trabalham com tecnologia de domínio público, salvo pequenos detalhes de desenho industrial, que as tornam concorrentes diretas, na medida em que uma mesma planta industrial pode contratar, para cada caso, uma "solução" de uma empresa qualquer. Entende-se por uma solução, o transporte em vagonetes, uma pista de roletes, uma mesa alimentadora, um *transfer*, ou conjuntos desses equipamentos arranjados especialmente para atender as necessidades do cliente. Assim, verificou que existe um bom mercado para um sistema que proceda a alimentação automática das máquinas processadoras, desde que seja mantida a

operação dentro dos moldes de lotes, trasladados de um ponto a outro da fábrica, na forma de pilhas sobre os vagonetes de transporte já existentes.

Então se elaborou o projeto de desenvolvimento de um sistema para alimentação e descarga automatizado, aqui apresentado:

Analisando-se a linha de produtos do cliente, verificou-se que ele possui uma mesa alimentadora hidráulica e um *transfer*. A mesa hidráulica é do tipo tesoura e tem acionamento manual através de dois pedais: um para erguer e outro para abaixar a mesa. O *transfer* é uma mesa de roletes acionados, através de correntes e coroa dentada, por um motor elétrico com velocidade regulada por um inversor de frequência. A proposta tecnologicamente viável e com garantia de absorção pela empresa, foi o desenvolvimento de um sistema baseado nesta mesa já fabricada, automatizando-a e dotando-a de um sistema de movimentação das peças de madeira para cima de um *transfer* alimentador, desenvolvido a partir do já fabricado por eles. O sistema tem a seguinte arquitetura básica:

- a) Mesa tipo tesoura hidráulica automática, dotada de um sistema de reposicionamento da altura de sua plataforma, baseado no sinal de um sensor de nível tipo ultra-sônico;
- b) Movimentador de peças pneumático, com controle de partida acoplado ao sensor ultra-sônico, para movimentação da peça posicionada, na altura desejada, pela mesa.
- c) *Transfer* para recepção das peças da mesa e transferência para a máquina a ser alimentada. No caso de descarga, o *transfer* recebe as peças da máquina processadora.

Em adição, o sistema com esta configuração tem uma estrutura modular, onde para cada caso de *layout* distinto, é possível montar o alimentador ora sobre a mesa, ora sobre o *transfer*, atendendo aos requisitos de espaço e movimentação da fábrica. A solução adotada foi a de não se definir uma estrutura para o sistema pneumático, mas apenas o seu circuito, cilindro e velocidade máxima, deixando-se a sua fixação e desenho de dispositivos para contato com as peças de madeira, por conta de um desenhista industrial, que definirá uma configuração para cada caso e necessidade.

O desenvolvimento do projeto, até a construção do primeiro protótipo, seguiu as etapas:

- a) Análise e redimensionamento da estrutura mecânica da mesa, tipo tesoura fabricada, com reespecificação de componentes e ajustagem exigidas para sua automatização;
- b) Desenvolvimento, especificação e dimensionamento de um circuito hidráulico automático, com controle de posição dos cilindros no avanço e recuo, através de circuito digital discreto alimentado por um sensor de posição da mesa;
- c) Projeto e desenvolvimento de um sensor ultra-sônico, para detectar a posição das pranchas de madeira, com resolução compatível com a lógica do sistema e que pode trabalhar em ambientes ruidosos;
- d) Desenvolvimento, especificação e dimensionamento de um circuito pneumático para movimentação das pranchas de madeira, com ação de um ciclo e controle de partida através de um circuito digital discreto, com base no sinal do sensor de posição da mesa;
- e) Desenvolvimento, especificação e dimensionamento de um mecanismo para receber e depositar sobre o *transfer*, as pranchas de madeira movimentadas pelo sistema pneumático;
- f) Acompanhamento técnico do processo de detalhamento e desenho das soluções de montagem do sistema mecânico, eletro-hidro-pneumático como conjunto anexo a mesa ou anexo ao *transfer*;
- g) Avaliação do desempenho e verificação dos ajustes e correções necessárias.

Para o cliente, o resultado foi a inclusão em sua linha de produtos de um sistema que permitirá o oferecimento de uma solução modular, adequada a cada caso particular, para alimentação e descarga automática de algumas máquinas de processamento da indústria moveleira.

Para o setor moveleiro, se ofereceu um produto nacional, com custo competitivo, para aumentar o grau de automatização de sua produção, com os conseqüentes ganhos de produtividade e qualidade.

A solução do problema técnico apresentado foi baseada em produtos já fabricados, e emprega tecnologia bem estabelecida para sistemas controlados hidráulicos e pneumáticos.

O sensor de posição por ultra-som, bem conhecido como sensor de presença, exigiu um desenvolvimento para sua aplicação como sensor de posição em ambientes ruidosos, com a resolução exigida pela lógica do problema.

### **3.2.2 Mão-de-obra**

A mão-de-obra varia de semi-qualificada à qualificada, de acordo com a variação de produtos. Aumenta-se a qualificação proporcionalmente à quantidade de produtos. Pode-se citar como exemplo as indústrias de auto-peças.

### **3.2.3 Equipamentos**

Os equipamentos utilizados são basicamente do tipo dedicados. O sistema de produção deve ser flexível o bastante para permitir mudanças de produtos/lotes, equipamentos e ferramentas sem perda de eficiência. As atividades de produção são caracterizadas por ordens de produção, onde se especificam quantidades, operações (roteiros de produção) e materiais necessários.

## **3.3 Automação no fluxo contínuo de produção**

Em Samed (2006), o fluxo contínuo de produção é caracterizado por operações de ciclos longos, efetuadas continuamente, sem interferência humana direta. Os operadores possuem alta qualificação e especialização na instalação onde atua. Cada instalação possui equipamentos característicos específicos de produção, tais como a indústria petroquímica, no refino de petróleo, setores da siderurgia e indústria alimentícia.

### **3.3.1 Aplicação da automação na produção de fluxo contínuo**

A aplicação prática da automação neste tipo de processo será exemplificada pela implantação de um *software* de gerenciamento de energia em uma indústria petroquímica, chamado de Visual Mesa. Este *software* foi desenvolvido originalmente nos anos 90, gerido por uma empresa com mais de quarenta anos de experiência em sistemas de gerenciamento de energia e desenvolvimento de *softwares*.

Este sistema automatizado *roda* em linha, é baseado em um modelo rigoroso de primeiros princípios e utilizado para melhorar a *performance* de sistemas industriais de vapor, potência (cogeração) e combustível, através de monitoramento contínuo do sistema, otimização em

tempo real, estudos de alternativas técnico-econômicas e com auditorias da produção e uso do vapor.

A arquitetura do *software* é composta basicamente pelo servidor, onde o programa é instalado e seus usuários, como ilustrada na Figura 1.

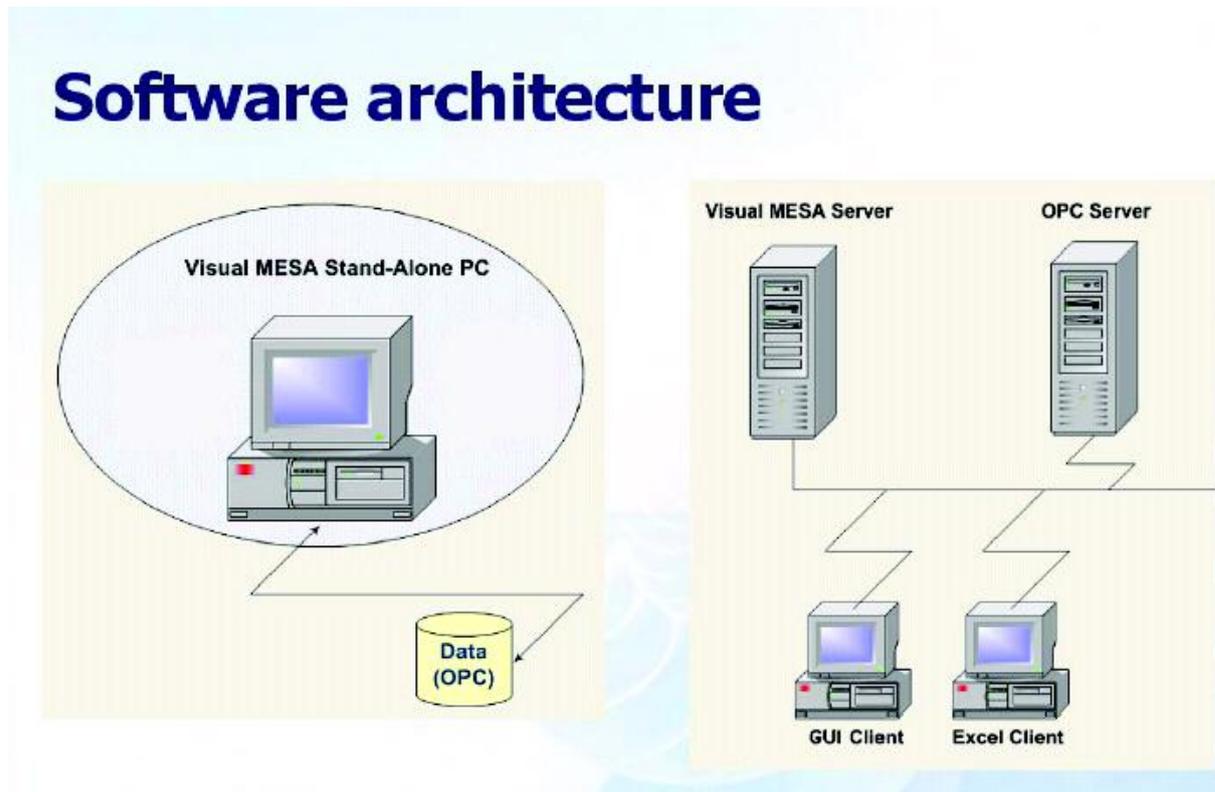


Figura 1: Arquitetura do *software* para fluxo contínuo

Esta tecnologia permite gerar relatórios de controle pré-projetados no *Microsoft Excel*, para que se possa utilizar os dados como fontes de informação para relatórios mais específicos dentro da indústria.

Os dados mais importantes que são utilizados pelo sistema são medições de temperatura, volume e pressão dos sistemas de informação da própria planta industrial, o estado em que as bombas estão atuando que é obtido automaticamente quando possível ou então por informações dos operadores. Os dados mais importantes para o controle do sistema de gerenciamento de energia dentro de refinarias ou petroquímicas como rebaixamento de vapor e purga, caldeiras e geradores e estado das turbinas e motores também alimentam o sistema.

Outro fator muito importante dentro das plantas petroquímicas são os balanços de massa e energia. O Visual Mesa possui ferramentas de análise de fechamento dos balanços, mostrando

dinamicamente os erros e ainda ajuda a localizar os medidores com problemas, perdas ou usos não declarados de vapor (desperdício).

Este sistema automatizado visa otimizar a produção de determinadas variáveis.

a) Contínuas:

- i) Produção de vapor em caldeiras;
- ii) Turbinas;
- iii) Cogeração;
- iv) Reduções de vapor;
- v) Consumo e produção do sistema de evaporação.

b) Variáveis discretas:

- i) Pares turbinas-motores.

O Visual Mesa fornece um retorno das informações que são processadas, gerando dados sobre o custo total de operações do vapor e eletricidade da indústria, o consumo de vapor, índices de *performance* definidos para cada equipamento e o nível das emissões de poluentes.

Na indústria em questão, a implantação do sistema dividiu-se em três meses. No primeiro mês o *software* foi executado em linha, mas sem tomar ações de otimização. No mês seguinte as sugestões de otimização proporcionadas pelo Visual Mesa foram tomadas progressivamente pelos operadores e por fim, no terceiro mês, as sugestões de otimização são seguidas em forma habitual pelos operadores.

O resultado final da implantação deste *software* nesta indústria petroquímica foi a redução de 5% do custo total de energia, gerando um benefício de mais de três milhões de dólares por ano.

### **3.3.2 Mão-de-obra**

Neste caso a mão-de-obra deve ser altamente qualificada e especializada, para controlar as variáveis específicas do processo produtivo. Para as mesmas atividades em plantas industriais diferentes pode haver variações de atuação, mas o nível da qualificação deve permitir um bom entendimento do processo.

### **3.3.3 Equipamentos**

Os equipamentos caracterizam-se por serem específicos ao processo. Há uma certa flexibilidade para adaptá-los cada vez mais ao processo com a ampliação tecnológica que a indústria possa adquirir, como é o caso das petroquímicas, usinas de álcool e açúcar, etc. Normalmente os equipamentos são automatizados com a implantação de *softwares* de controle, para gerenciar e fornecer dados e informações.

## **3.4 Comparativo final tipo de processo e automação**

Após a caracterização dos tipos de processos assim como o nível de automação utilizado em cada um deles, a Tabela 1 relaciona-se com tais características dando origem o Quadro 2, a seguir:

Quadro 2: Processos Caracterizados

<b>TIPOS DE PRODUÇÃO</b>			
<b>PROCESSO</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>MÃO-DE-OBRA</b>	<b>EQUIPAMENTOS</b>
<b>Em Massa</b>	Grande volume de produção e fabricação em linha. Produção de produtos altamente padronizados com demanda estável.	Em geral, atividades repetitivas e rotineiras com pouca qualificação.	Dedicados. Funções específicas e programadas.
<b>Intermitente</b>	Menor volume de produção maior volume de produtos. Fabricação em lotes com diferenciação na forma, acabamento, dimensão, etc. capacidade de produzir um grande número de produtos de volume médio do mesmo item ou produto.	Varia de semi-qualificada à qualificada, de acordo com a variação de produtos.	Basicamente do tipo dedicados. Sistema de produção deve ser flexível o bastante para permitir mudanças de equipamentos e ferramentas sem perda de eficiência.
<b>Fluxo Contínuo</b>	Operações de ciclos longos, efetuadas continuamente, sem interferência humana direta.	Operadores: alta qualificação e especialização naquela instalação.	Flexíveis: os recursos vão ao produto. Característicos de cada instalação. Específicos ao processo.

## CONCLUSÃO

Neste trabalho foram abordados dois temas distintos, porém que se ajustam e somam-se para melhor atender um mesmo objetivo: a alta eficiência e controle da produção industrial. Foi observado que nas bibliografias pesquisadas, há a caracterização de ambos, mas separadamente, sem que seja feito a adequação de um ao outro. Assim percebeu-se a necessidade de fazer esta integração, para que se possa inicialmente relacionar os conceitos, entendê-los e buscar a melhor alternativa para um processo em questão. Será também importante que este trabalho possa servir de apoio à trabalhos futuros, com outras formas de produção ou mesmo nestas já abordadas, mas com uma aplicação em outros exemplos, tais como a produção de fármacos, indústria petroquímica, etc., onde o controle do processo por automação também é de fundamental importância.

Podemos então a partir do presente trabalho identificar e classificar um processo de produção industrial, analisar as variáveis inerentes ao processo que precisam ser controladas, buscar as necessidades de controle automatizado que seja preciso implantar, para assim verificar a melhor opção a ser seguida na implantação de um sistema automatizado.

## REFERÊNCIAS

**AUTOMAÇÃO** Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/bol/lpr/lpago98.xml>>. Acesso em: 10 set. 2007.

**AUTOMAÇÃO Industrial** Disponível em: <[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)>. Acesso em: 20 jun. 2007.

DINIZ, Antonio João; ARATO JUNIOR, Adyles. **Automatização de uma Mesa Alimentadora Tipo Tesoura.** Disponível em: <[http://proex.reitoria.unesp.br/congressos/Congressos/1\\_\\_Congresso/Inova\\_\\_o\\_Tecnol\\_gica\\_e\\_sua\\_Dissemina\\_\\_o/Trabalho04.htm](http://proex.reitoria.unesp.br/congressos/Congressos/1__Congresso/Inova__o_Tecnol_gica_e_sua_Dissemina__o/Trabalho04.htm)>. Acesso em: 15 jun. 2007.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção.** 8ª edição São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

INDUSTRIAL: south america. **Tecnologia de Motores.** Bristol: Gds Publishing limited, v. 2, 01 nov. 2001.

INTECH BRASIL: **Novas Tecnologias Em Transmissores Nas Variáveis Básicas.** São Paulo - Sp: Distrito 4 (america do Sul) da Isa, n. 74, 01 set. 2005.

INTECH BRASIL: **Papel e Celulose: Novos Investimentos Focam Automação e Controle.** São Paulo - Sp: Distrito 4 (america do Sul) da Isa, n. 75, 01 out. 2005.

INTECH BRASIL: **Válvulas de Controle x Variadores de Velocidade.** São Paulo - Sp: Distrito 4 (america do Sul) da Isa, n. 73, 01 ago. 2005.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações Elétricas Industriais.** 2ª edição Rio de Janeiro: Ltc, 1987.

MOREIRA, Daniel A., **Administração da Produção e Operações** Editora Pioneira, São Paulo 1993.

PALOMINO, Reynaldo Chile. **Uma Abordagem para a Modelagem, Análise e Controle de Sistemas de Produção Utilizando Redes de Petri.** 1995. 1 v. Dissertação (3º) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995. Cap. 2.

PAPADOPOULOS, H. T.; HEAVEY C. and BROWNE J.. **Queueing Theory in Manufacturing Systems Analysis and Design**. Chapman & Hall, ISBN 0 412 38720 4, USA.

RIGGS, James L.. **Administração da produção : planejamento, análise e controle, uma abordagem sistêmica**. 1ª edição São Paulo: Atlas, 1993.

SAMED, Márcia. **Apostila de Automação Industrial**, Universidade Estadual de Maringá. Maringá 2006.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. Editora Atlas 1997.

**Universidade Estadual de Maringá  
Departamento de Informática  
Curso de Engenharia de Produção  
Av. Colombo 5790, Maringá-PR  
CEP 87020-900  
Tel: (044) 3261-4324 / 4219 Fax: (044) 3261-5874**