

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**VLADIMIR HARTENIAS GAIDZINSKI**

**A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO CHÃO DE FÁBRICA: AS  
NOVAS FERRAMENTAS E A GESTÃO INTEGRADA DA  
INFORMAÇÃO**

**Dissertação de Mestrado**

**FLORIANÓPOLIS, 2003**

**VLADIMIR HARTENIAS GAIDZINSKI**

**A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO CHÃO DE FÁBRICA: AS  
NOVAS FERRAMENTAS E A GESTÃO INTEGRADA DA  
INFORMAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção

Orientadora: Prof. Aline França de Abreu, Ph.D.

**FLORIANÓPOLIS, 2003**

## FICHA CATALOGRÁFICA

G137t Gaidzinski, Vladimir Hartenias  
A tecnologia da informação no chão de fábrica : as novas ferramentas e a gestão integrada da informação / Vladimir Hartenias Gaidzinski; orientadora Aline França de Abreu. – Florianópolis, 2003.  
153 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2003.

Inclui bibliografia

1. Tecnologia da informação. 2. Indústria – Automação. 3. Sistemas de Informação. 4. Gestão integrada. 4. Inovações tecnológicas. I. Abreu, Aline França de. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. III. Título.

CDU:658.5

*Catálogo na fonte por: Onélia Silva Guimarães CRB-14/071*

**VLADIMIR HARTENIAS GAIDZINSKI**

**A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO CHAO DE FÁBRICA: AS NOVAS  
FERRAMENTAS E A GESTÃO INTEGRADA DA INFORMAÇÃO**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Produção** no **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 12 de maio de 2003.

---

**Prof. Edson Pacheco Paladini Dr.**  
Coordenador do Curso

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Prof. Aline França de Abreu, Ph.D.**  
Orientadora

---

**Prof. Pedro Felipe de Abreu, Ph.D.**

---

**Prof. Oscar Ciro Lopez Vaca, Dr.**

**A minha família, em especial a  
minha mãe, que não me deixou  
desistir e me apoiou todo o tempo.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Catarina.

Aos diretores da SATC pelo apoio, incentivo e confiança.

À Universidade do Extremo Sul Catarinense.

A orientadora Prof. Aline França de Abreu, pelo acompanhamento sempre competente.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação.

Aos colegas de Curso.

Aos meus sócios da AGP5 pelo apoio, auxílio e compreensão.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

GAIDZINSKI, Vladimir Hartenias. **A Tecnologia da Informação no chão de fábrica: as novas ferramentas e a gestão integrada da informação**. 2003. 153f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Este trabalho apresenta as tecnologias envolvidas na elaboração de um sistema *Management Execution System* (MES), tendo como ponto de partida a informação no chão de fábrica. Estas informações estão baseadas nos sistemas de controle e automação das indústrias, utilizando equipamentos de controle como os Controladores Lógicos Programáveis (CLP's) e os softwares *Human-Machine Interface / Supervisory Control and Data Acquisition System* (HMI/SCADA), Bancos de Dados e padrões de comunicação como *OLE for Process Control* (OPC). Na seqüência são apresentados os softwares disponíveis no mercado brasileiro, enfocando as novas ferramentas disponibilizadas para a integração dos dados nos diversos níveis da fábrica. A seguir é feita uma definição de um sistema MES, apresentando as principais funções e módulos que o compõe, inclusive com os modelos de dois órgãos internacionais que buscam a padronização destes sistemas, como a *Manufacturing Enterprise Solutions Association* (MESA) e a *American Manufacturing Research* (AMR). Complementando o trabalho, é feita uma análise do mercado brasileiro e é apresentado um case de sucesso na implementação de um MES.

**Palavras-Chave:** Tecnologia da Informação, Integração, Sistemas, Automação, MES.

## **ABSTRACT**

GAIDZINSKI, Vladimir Hartenias. **The Information Technology in the plant floor: new tools and information integrated management.** 2003. 153f. Dissertation (Master's degree in Production Engineering) - Program of Post-Graduation in Engineering Production, UFSC, Florianópolis.

This work presents the necessary technologies to a MES implementation, having plant floor information as a starting point. These information are based on the factories' control and automation systems, using equipments like Programmable Logic Controllers (PLC's) and softwares like Human-Machine Interface / Supervisory Control and Data Acquisition Systems (HMI/SCADA), Databases and communication standards like OLE for Process Control (OPC). In the sequence are presented the available softwares in the Brazilian market, focusing the new tools available for data integration among several levels of the factory. To follow it, is made a definition of MES systems, presenting the main functions and modules that composes it, including models of two international organizations that seek the standardization of these systems, like Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA) and American Manufacturing Research (AMR). Complementing the work, is made an analysis of the Brazilian market and it's introduced a successful solution in a MES implementation.

**Key Words::** Information Technology, Integration, Systems, Automation, MES.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	13
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	15
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	18
1.1 OBJETIVOS.....	22
1.1.1 Objetivo Geral.....	22
1.1.2 Objetivos Específicos.....	22
1.2 JUSTIFICATIVA .....	23
1.3 METODOLOGIA.....	24
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	25
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	26
2.1 CONTROLADORES PROGRAMÁVEIS.....	27
2.1.1 Operação do Controlador Lógico Programável (CLP).....	29
2.1.2 Estrutura.....	32
2.1.3 Linguagem de Programação do CLP .....	35
2.2 SOFTWARES HMI/SCADA.....	36
2.2.1 Aplicações Típicas .....	36
2.2.2 Requisitos de Hardware .....	38
2.2.3 Plataformas de Operação.....	39

2.2.4	Descrição e Características dos Softwares de Supervisão .....	40
2.2.5	Desenvolvimento e Configuração dos Softwares de Supervisão .....	42
2.2.5.1	Especificação .....	42
2.2.5.2	Criação de Telas .....	44
2.2.5.3	Criação do Banco de Dados.....	45
2.2.5.4	Configuração .....	47
2.3	BANCO DE DADOS.....	50
2.3.1	Considerações Iniciais.....	50
2.3.2	Modelo Hierárquico .....	52
2.3.3	Modelo de Rede .....	54
2.3.4	Modelo Relacional.....	57
2.4	SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTÃO.....	58
2.4.1	Vantagens de um Sistema Integrado de Gestão.....	58
2.4.2	Módulos e Funções de um Sistema Integrado de Gestão.....	60
2.4.2.1	Comercial .....	60
2.4.2.2	Industrial .....	61
2.4.2.3	Financeiro.....	62
2.4.2.4	Contábil .....	63
2.4.2.5	Custos .....	64
2.4.2.6	Estoque .....	64
2.4.2.7	Recursos Humanos.....	65

2.5 OPEN DATABASE CONNECTIVITY (ODBC).....	66
2.6 OLE FOR PROCESS CONTROL (OPC).....	68
<b>3 ANÁLISE DOS SOFTWARES DE MERCADO.....</b>	<b>70</b>
3.1 AXEDA.....	71
3.1.1 Axeda Supervisor.....	72
3.1.2 Wizcon for Windows and Internet.....	73
3.1.3 WizReport.....	74
3.1.4 WizScheduler.....	76
3.1.5 WizPLC.....	77
3.1.6 <i>Web@aGlance</i> .....	79
3.2 INTELLUTION.....	81
3.2.1 iFIX.....	81
3.2.2 iBatch.....	82
3.2.3 iHistorian.....	84
3.2.4 iDownTime.....	87
3.2.5 iWebServer.....	89
3.3 ELIPSE.....	89
3.3.1 Elipse SCADA.....	90
3.3.1.1 Elipse Watcher.....	92
3.3.1.2 Elipse Web.....	92
3.3.2 Elipse E3.....	93

3.3.2.1 E3 Reports .....	95
3.3.2.2 E3 Web Server .....	95
3.3.2.3 E3 Recipes .....	95
3.3.2.4 E3 <i>DataBase Pack for Oracle</i> .....	96
3.3.2.5 E3 <i>DataBase Pack for SQL</i> .....	96
3.3.2.6 E3 Power Lib .....	96
3.4 INDUSOFT .....	96
3.4.1 Indusoft.....	97
3.4.2 CEView.....	98
3.4.3 Indusoft Web Studio .....	99
3.5 Wonderware .....	100
3.5.1 InTouch .....	101
3.5.2 InControl.....	101
3.5.3 SCADAAlarm .....	103
3.5.4 InBatch .....	104
<b>4 OS SISTEMAS MES E A INTEGRAÇÃO DOS DADOS.....</b>	<b>106</b>
4.1 OS SISTEMAS MES .....	106
4.1.1 Gerenciamento de Recursos de Produção.....	108
4.1.2 Scheduling Detalhado de Operação.....	108
4.1.3 Despacho de Unidades de Produção .....	109
4.1.4 Controle de Documentos.....	109

4.1.5 Centralização e Coleta de Dados.....	110
4.1.6 Gerenciamento de Trabalho.....	111
4.1.7 Gerenciamento da Qualidade.....	111
4.1.8 Gerenciamento de Processo.....	112
4.1.9 Gerenciamento de Manutenção do Funcionamento.....	112
4.1.10 Rastreamento de Produto ( <i>tracking</i> ).....	113
4.1.11 Análise de Performance.....	113
4.2 UM NOVO MODELO.....	115
4.3 O MODELO CMM.....	118
4.4 ASPECTOS IMPORTANTES DO MES.....	120
4.4.1 Processo de Agregação.....	121
4.4.2 Processo de Desagregação.....	122
4.4.3 Processo Contínuo x Batelada.....	123
4.4.4 Exemplo na Indústria Farmacêutica.....	125
<b>5 A REALIDADE NO MERCADO BRASILEIRO.....</b>	<b>127</b>
5.1 O BRASIL E O GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO.....	127
5.2 COMO ANDA A PRODUÇÃO.....	131
5.3 COMO SE IMPLEMENTA UM MES.....	133
5.4 O MERCADO E O MES.....	135
5.5 IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS MES: UM CASO PRÁTICO.....	136
<b>6 CONSIDERAÇÕES.....</b>	<b>140</b>

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	145
<b>ANEXOS</b> .....	150
Anexo A - ESPECIFICAÇÃO DE ENTRADAS E SAÍDAS.....	150

## LISTA DE FIGURAS

<b>Número</b>	<b>Títulos</b>	<b>p.</b>
1	Instrução Ladder típica .....	28
2	Ciclo de operação de um CLP .....	29
3	<i>Scan</i> de um CLP .....	31
4	Mapa de Memórias.....	33
5	Lógica Ladder no Mastertool .....	35
6	Modelo de terminal remoto conectado a máquinas.....	37
7	Modelo de concentrador em processos distribuídos .....	38
8	Editor de bitmaps .....	44
9	Modelo de Banco de dados.....	46
10	Editor de objetos com tela configurada e propriedades .....	48
11	Planilha de alarmes.....	50
12	Arquitetura OPC .....	69
13	WizReport.....	75
14	WizScheduler .....	77
15	WizPLC.....	78
16	Configuração do WizPLC.....	79
17	InBatch.....	83

18 iHistorian.....	85
19 Arquitetura do iHistorian.....	87
20 Arquitetura do iDownTime .....	88
21 Elipse E3.....	93
22 InControl.....	102
23 SCADAAlarm.....	103
24 InBatch.....	105
25 Modelo de contexto da MESA.....	107
26 Fluxo de dados com MES .....	114
27 Modelo REPAC.....	116
28 O modelo CMM da ARC .....	119

## LISTA DE SIGLAS

AMR	American Manufacturing Research
ANSI	American Nacional Standard Institute
APC	Advanced Process Control
API	Application Program Interface
APS	Advanced Planning and Schedule
ASP	Application Service Provider
ATP	Available To Promise
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
B2E	Business to Employee
B2G	Business to Government
BLOBs	Binary Large Objects
BOM	Bill Of Materials
BPM	Business Process Management
CAS	Collaborative Automation System
CD	Centros de Distribuição
CEMS	Continuous Emissions Monitoring System
CEP	Controle Estatístico do Processo
CGMP	Current Good Manufacturing Practices
CLP	Controlador Lógico Programável
CM	Condition Monitoring
CMM	Collaborative Manufacturing Management
CMMS	Computerized Maintenance Management System
CPG	Consumer Packaged Goods
CPM	Collaborative Production Management
CRM	Customer Relationship Management
CSV	Comma Separated Values
CTP	Capable To Promise
DAO	Data Access Objects
DBTG	Data Base Task Group

DCOM	Distributed Component Object Model
DDE	Dynamic Data Exchange
DRM	Device Relationship Management
DSN	Data Source Name
EAI	Enterprise Application Integration
EAM	Enterprise Asset Management
EDMS	Electronic Document Management System
EPM	Enterprise Production Management
EPS	Enterprise Production Systems
ERP	Enterprise Resource Planning
ETO	Engineer To Order
FDA	U.S. Food and Drug Administration
GLS	Global Logistic Systems
GPS	Global Positioning System
HMI	Human Machine Interface
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transport Protocol
ISA	The Instrumentation, Systems and Automation Society
JIT	Just In Time
KPI	Key Performance Indicator
LED	Light Emitting Diode
LIMS	Lab Information Management System
MAS	Material Handling Automation Systems
MES	Manufacturing Execution Systems
MESA	Manufacturing Enterprise Solutions Management
MPEG	Moving Picture Experts Group
MRO	Maintenance Repair Operation
MRP	Material Requirements Planning
MTO	Make To Order
MTS	Make To Stock
ODBC	Open Database Connectivity
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OLE	Object Linking and Embedding
OP	Ordem de Produção
OPC	OLE for Process Control

PAM	Plant Asset Management
PAS	Process Automation Systems
PC	Personal Computer
PCS	Personal Communication Systems
PDM	Production Design Management
PID	Proporcional Integral Derivativo
PIMS	Process Information Management Systems
PLM	Product Lifecycle Management
PLM/D	Product Lifetime Management/Design
PLM/S	Product Lifetime Management/Support
PSO	Process Simulation & Optimization
PTP	Profitable To Promise
RLL	Relay Ladder Logic
ROI	Return On Investment
RTF	Rich Text Format
RTUs	Unidades Remotas
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition System
SCE	Supply Chain Execution
SCM	Supply Chain Management
SCOR	Supply Chain Operations Reference
SCP	Supply Chain Planning
SCPM	Supply Chain Process Management
SDCD	Sistema Digital de Controle Distribuído
SFC	Sequential Function Chart
SOAP	Simple Object Access Protocol
ST	Structured Text
TM	Transportation Management
TMS	Transportation Management System
TPM	Total Productive Maintenance
UCP	Unidade Central de Processamento
VBA	Visual Basic for Applications
VMI	Vendor Managed Inventory
WMS	Warehouse Management System
XML	Extensible Markup Language
WWW	World Wide Web

# 1 INTRODUÇÃO

O ano de 1968 ficou marcado pela criação de um dispositivo que veio revolucionar os processos de manufatura e que hoje está presente em praticamente todos os ramos de atividade da indústria no mundo: os Controladores Programáveis, que são, em uma primeira nomenclatura de sua capacidade, dentro da tecnologia digital, um dispositivo para manter constante e dentro de controle digital em torno de um valor desejado, as variáveis importantes para a boa operação de uma planta industrial (GUIMARÃES NETO, 2002).

A origem dos Controladores Programáveis (CP's) se deve a uma solicitação da divisão hidráulica da General Motors dos Estados Unidos da América, que despendia muitos dias (às vezes, semanas) dos seus técnicos, a cada vez que uma mudança nos sistemas de controle baseados em relés era necessária.

A General Motors precisava de um dispositivo de estado sólido que possuísse a flexibilidade de um computador e que pudesse ser programado pelos engenheiros de processo, e que além disso suportasse a poluição, o ruído elétrico, interferências eletromagnéticas e condições adversas de temperatura e umidade do ambiente industrial. Esta é a definição plausível para o que é Controlador Programável.

A invenção do Controlador programável é atribuída a Richard Morley, que ainda hoje trabalha como consultor. O primeiro modelo foi chamado de *Modular Digital Controller* e deu origem à primeira marca de Controladores Programáveis: Modicon.

A General Motors ficou conhecida como a precursora no desenvolvimento dos Controladores Programáveis, mas a indústria aeronáutica também contribuiu muito para o desenvolvimento destes equipamentos.

O principal objetivo da criação do Controlador Programável era dar mais flexibilidade e rapidez quando da necessidade de modificações no processo produtivo, pois tais modificações poderiam ser feitas apenas no nível de programação.

Modificações físicas nos painéis não seriam mais necessárias, economizando muito tempo dos técnicos responsáveis. Eles poderiam substituir com inúmeras vantagens fios, relês, temporizadores, contadores e mesmo controladores de malha fechada.

Segundo Guimarães Neto (2002) muitos benefícios da utilização de Controladores Programáveis podem ser citados: flexibilidade, confiabilidade, manutenção mais rápida e fácil, redução dos custos de interligação, implantação e manutenção, robustez, menor espaço necessário, entre outros.

A introdução dos Controladores Programáveis gerou uma nova necessidade aos processos: a necessidade de monitorar o que está sendo processado pelo CP. Antes do surgimento do CP, a monitoração dos processos era feita através de grandes painéis sinóticos, que utilizavam lâmpadas ou *Light Emitting Diodes* (LEDs) para indicar o estado dos equipamentos. Não havia ainda algum dispositivo que pudesse ser usado como uma interface entre o homem e a máquina. Os computadores da época eram grandes e caros, e os softwares pouco desenvolvidos.

Apenas no início dos anos 90, com o maior desenvolvimento da microeletrônica e a popularização dos microcomputadores ou *Personal Computers*

(PC's), que este quadro começou a mudar. Surgiram as primeiras Interfaces Humano-Máquina (IHM), dispositivos que permitiam a monitoração dos processos através de telas que podiam ser modificadas via software.

Na mesma época surgiam também os primeiros softwares de supervisão, que permitiam não só a monitoração, mas também o controle do processo em questão, tudo através da tela do microcomputador. Estes sistemas eram baseados no sistema operacional MS-DOS e eram muito limitados, pois as ferramentas gráficas ainda eram bastante obsoletas.

Mas já era possível monitorar o estado dos equipamentos através de animações na tela (troca de cores), ligar e desligar equipamentos através do teclado (no início o mouse era pouco utilizado), e até mesmo modificar parâmetros do processo, através de *SetPoints* (Pontos de Ajuste).

Somente após o desenvolvimento de sistemas operacionais com interfaces gráficas (Windows e OS/2) é que houve uma grande evolução nos Softwares de Supervisão. Estes softwares ofereciam mais ferramentas de desenvolvimento e eram orientados a objetos, o que facilitava o desenvolvimento das aplicações e melhorava a interface do sistema com o usuário. Mesmo com esta evolução, os softwares também eram conhecidos como Interface Homem-Máquina (IHM), pois sua função era realizar a interface entre o operador e a máquina, geralmente controlada por um Controlador Programável.

O final do século XX trouxe consigo grandes mudanças nas organizações, que precisavam cada vez mais sobreviver em um mundo altamente competitivo. A necessidade de se produzir com menor custo, de ter o melhor produto, de responder com maior agilidade ao mercado e aos concorrentes levou as empresas a realizarem

grandes investimentos na melhoria de seus processos produtivos (através da automação) e administrativos (através de sistemas).

Muitos softwares surgiram neste contexto, visando integrar os vários departamentos de uma empresa: compras, vendas, estoque, planejamento da produção. Estes softwares são hoje conhecidos como *Enterprise Resource Planning* (ERP) e têm como objetivo controlar todas as funções administrativas de uma organização.

A informação passou a ter papel fundamental na vida das empresas. E os softwares precisavam se adaptar aos novos tempos. Os softwares de supervisão passaram a ser chamados de *Supervisory Control and Data Acquisition Systems* (SCADA), pois precisavam realizar novas funções além da simples interface com as máquinas. Os sistemas de gestão evoluíram e hoje algumas empresas, como a alemã SAP, fabricante do software de gestão R/3, fornecem soluções para empresas de todo o mundo.

Ainda assim, uma pergunta fica no ar: como fazer para integrar os sistemas de automação aos sistemas de gestão de uma empresa? Como preencher esta lacuna existente entre o chão-de-fábrica e o nível administrativo de uma indústria ou estrutura empresarial?

A resposta a estas questões é hoje conhecida como *Manufacturing Execution Systems* (MES), sistemas que têm como objetivo preencher esta lacuna, integrando todos os níveis da organização.

Entretanto, ainda há pouca bibliografia que consolide informações a respeito deste tema e poucas experiências práticas no Brasil sobre a implantação de sistemas MES nas indústrias. Igualmente limitado é o material sobre a integração dos sistemas em uma indústria, desde o chão de fábrica até o nível corporativo.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo consolidar a literatura na área, tanto acadêmica como técnica, apresentando as novas tecnologias de sistemas de automação industrial, as últimas soluções dos maiores fornecedores de sistemas de automação do mercado e de que forma as informações do chão de fábrica podem ser integradas em um sistema MES.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- apresentar as tecnologias utilizadas para a integração dos dados no chão de fábrica;
- mostrar a evolução dos softwares e do mercado de tecnologia da informação;
- definir o conceito e as funcionalidades de um sistema MES;
- mostrar o atual estágio do mercado brasileiro em relação aos sistemas de automação e de informação.

## 1.2 Justificativa

A idéia deste trabalho surgiu decorrente da experiência do autor na área de automação industrial, trabalhando no desenvolvimento e implantação de sistemas em grandes indústrias do mercado brasileiro. É cada vez maior a necessidade de se ter, além de um sistema automatizado que controle as máquinas e os processos de uma indústria, um sistema de informações que forneça dados em tempo real sobre toda a produção e que estas informações estejam disponíveis em qualquer lugar e a qualquer hora a todas as pessoas envolvidas no processo.

Em um futuro próximo, a utilização destes sistemas integrados se tornará uma necessidade nas indústrias brasileiras. Tais sistemas trarão o diferencial competitivo que ajudará as indústrias a produzirem mais, mais rápido, com maior qualidade, diminuindo perdas e reduzindo custos. Para colocar seus produtos no mercado internacional, estas indústrias precisarão ter todos os registros de sua produção (rastreabilidade), garantindo ao cliente a qualidade do produto final e a procedência das matérias-primas utilizadas.

E diante da dificuldade em encontrar informações e bibliografia a respeito do tema, surgiu este trabalho, que não visa mostrar que estamos vivendo uma nova realidade, mas sim que este é apenas o início de um processo de transformação que todas as empresas vão precisar absorver, onde a automação passa a ser uma necessidade e o grande diferencial competitivo será a informação: verdadeira, integrada, disponível e em tempo real.

### 1.3 Metodologia

Foi utilizada bibliografia sobre os vários temas que abrangem este trabalho, como tecnologia da informação, sistemas de informação e automação. Mas as principais fontes utilizadas para o desenvolvimento do trabalho vieram de manuais e catálogos de equipamentos e softwares para automação e sistemas de informação, além de consultas aos sites dos principais fornecedores de CLPs, sistemas de supervisão e sistemas para integração de dados no ambiente fabril. Foram também consultados sites de organizações de pesquisa e consultoria, como a *Manufacturing Enterprise Solutions Management (MESA)*, a *American Manufacturing Research (AMR)* e organizações que buscam a padronização de tecnologias, como a OPC Foundation.

Materiais e apostilas de cursos realizados na área de sistemas para manufatura e artigos de revistas técnicas também serviram de referência para o trabalho.

A experiência do autor na área de automação industrial (8 anos desenvolvendo e implantando sistemas) e o conhecimento do mercado em que atua também foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Atualmente, a empresa desenvolve sistemas de informação integrados aos sistemas de automação, disponibilizando informações em tempo real do processo em qualquer unidade do cliente ao redor do mundo. O processo também pode ser monitorado através de um *browser* comercial (Netscape/Internet Explorer) de qualquer microcomputador que possua permissão para tal.

## 1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho foi elaborado em cinco capítulos principais:

No capítulo 1 – Introdução – mostra-se como começou esta nova “revolução” nas indústrias, com o surgimento dos primeiros Controladores Lógicos Programáveis, que transformaram radicalmente a forma como as indústrias produzem e controlavam seus processos;

No capítulo 2, são apresentadas as principais tecnologias utilizadas em sistemas de automação e as novas tecnologias que surgem para facilitar a integração dos dados no chão de fábrica;

No capítulo 3, são apresentadas as principais ferramentas utilizadas para o desenvolvimento de sistemas, enfocando a rápida evolução e as transformações do mercado nos últimos anos;

No capítulo 4, é feita uma definição de sistemas MES, suas principais características e funcionalidades e de que forma é feita a integração dos dados;

Para finalizar, no capítulo 5 é feita uma análise do mercado brasileiro no que se refere à tecnologia da informação e o que as empresas têm investindo nesta área.

No capítulo 6 são apresentadas as considerações finais sobre o trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a entronização do que preconiza o trabalho, serão destacados os fundamentos dos Controladores Programáveis (CP's), a partir de seu entendimento no processo de automação nas empresas. O Controlador Programável surgiu como um dispositivo de estado sólido que possuísse a flexibilidade de um computador e que pudesse ser programado pelos engenheiros de processo, e que além disso suportasse a poluição, o ruído elétrico, interferências eletromagnéticas e condições adversas de temperatura e umidade do ambiente industrial.

Também será mostrado o que é e como funciona um sistema *Supervisory Control and Data Acquisition System* (SCADA), enfocando as principais características, modo de programação e facilidades de uso.

Os sistemas de gestão *Enterprise Resource Planning* (ERP) serão abordados, com enfoque nos módulos que os compõem e as funcionalidades inerentes a cada um.

A seguir, apresentam-se as principais ferramentas e tecnologias que hoje fazem parte da maioria dos sistemas de automação e de informação no chão de fábrica, como os Bancos de Dados e os protocolos *Open DataBase Connectivity* (ODBC) e *OLE for Process Control* (OPC).

## 2.1 Controladores Programáveis

Todo sistema de controle digital baseia-se na idéia comum de sintetizar o pensamento de um programador em instruções elétricas para as quais um dispositivo externo possa responder. Desta forma, o trabalho do Controlador Lógico Programável (CLP) é avaliar as condições externas através de pontos de entrada e saída, executar o algoritmo de controle através de uma Unidade Central de Processamento (UCP) e então responder ao processo que esteja sendo controlado, para que este se comporte da maneira como o programador idealizou (PERUCH, 2002).

A primeira etapa deste processo consiste em descrever seu funcionamento, estabelecendo um conjunto de normas e padrões de sintaxe que ambos – programador e computador – entendam. A partir daí, o controle passa a ser tarefa exclusiva do sistema, que se baseia no algoritmo construído para executar comandos e ler condições do processo. Um controlador lógico programável, utiliza principalmente (pois existem outras) a linguagem Ladder Logic. Esta linguagem simula um diagrama de chaves e bobinas que se assemelham a sistemas de controle automáticos antigos, baseados em painéis, botões e relês. Na verdade, o Ladder foi criado para facilitar a operadores de processos, habituados aos painéis eletromecânicos, programar um controle "virtual", ou seja, o operador elabora a planta de controle na tela de um computador ou terminal e o equipamento passa a obedecer àquelas ordens.

Uma típica instrução Ladder, representando o esquema de relês é a seguinte:

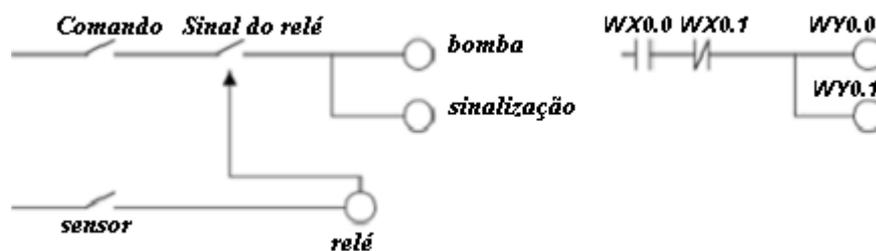


Figura 1: Instrução Ladder típica

Fonte: PERUCH, F. W. A. **Automação de uma Fábrica de Margarina/Halvarina**. Florianópolis: UFSC, 2002.

Nela, cada "chave" é acionada por um bit da memória do controlador, sendo que cada bit está relacionado com um sinal elétrico externo. Por exemplo, um sensor pode gerar 24V na saída quando é acionado. Este sinal chega a um circuito de entrada de um CLP e é então associado ao bit correspondente. Ao avaliar o algoritmo de controle, o CLP sabe se uma chave deve estar aberta ou não, dependendo deste bit. No exemplo acima, se uma chave externa chamada "comando", representada pelo bit  $WX00.0$  estiver ligada e um sensor de nível ( $WX00.1$ ) não estiver ativado, ou seja, se o nível de um tanque não estiver no limite superior, então a bomba e a sinalização – que poderia ser uma luz indicativa, estarão ligadas. Em outras palavras.  $WY00.0 = WY00.1 = WX00.0 \text{ AND } WX00.1$ .

Este tipo de abordagem permite a fácil manutenção do sistema já que não é necessária adaptação física ao controle e é facilmente expansível, pois pode-se usar quantas chaves e quantas bobinas desejar. Além disso, com as implementações mais modernas pode-se inserir temporizadores, contadores, instruções de manipulação algébrica, etc. É possível também utilizar relês e bobinas virtuais, quer dizer, sinais que não existem fisicamente e funcionam como variáveis do programa. Um programa construído em linguagem Ladder é, portanto, uma série de desenhos de circuitos que a CPU do CLP interpreta para manter o processo funcionando.

A execução destes algoritmos acontece em ciclos. O CLP lê as imagens de entrada, ou seja, associa sinais elétricos no circuito externo de entrada a bits na memória, executa o programa do usuário sobre a condição do processo então amostrada, escrevendo numa imagem de memória chamada memória de saída, e finalmente associa os bits desta memória de saída, resultante do algoritmo, a sinais elétricos em seus terminais externos. Estes sinais provocam reações nos equipamentos que estejam sendo controlados que, novamente, devem ser amostradas, gerando um novo ciclo.

### 2.1.1 Operação do Controlador Lógico Programável (CLP)

Os ciclos do CLP são chamados *scan* e são executados repetidamente. O tempo de *scan* de um CLP, depende do tamanho do programa a ser executado e de características próprias do mesmo como velocidade de processamento, capacidade de memória, etc. A figura 2 mostra o ciclo de operação de um CLP:

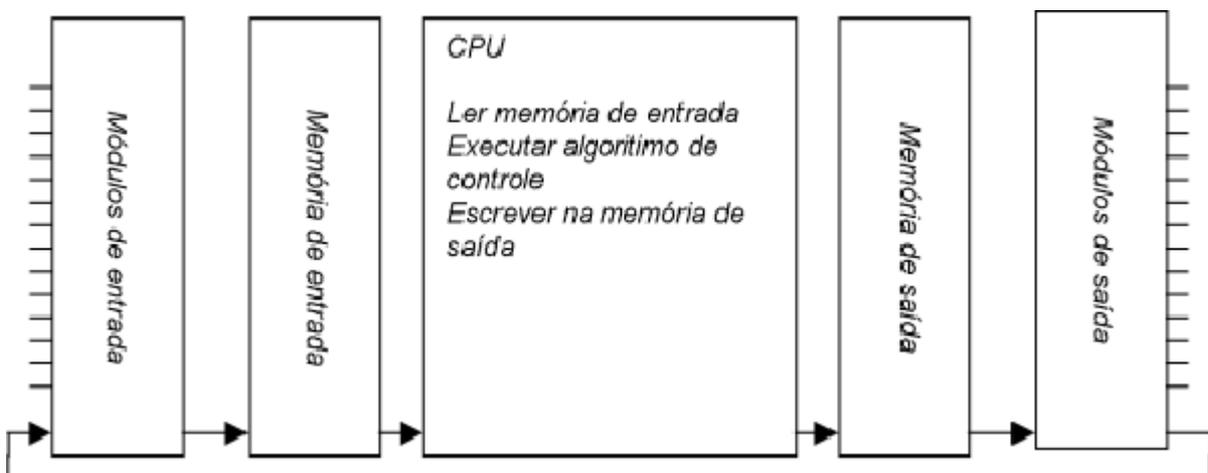


Figura 2: Ciclo de operação de um CLP

O tempo de execução ou ciclo de *scan* é um fator importantíssimo na elaboração de um sistema de controle operado por CLP. Basicamente, o tempo de *scan*, capacidade de pontos de Entrada/Saída (E/S) e custo que definem se tal modelo é realmente indicado para uma dada aplicação ou não. O tempo de *scan* (*Total response time*), é devido aos atrasos em circuitos digitais, custo computacional do algoritmo de controle, etc. Juntos, estes fatores fazem com o que o CLP demore um certo intervalo de tempo para ler uma planta externa (*Input response time*), decidir como irá atuar sobre ela (*Program execution time*) e efetivamente escrever um sinal elétrico na saída (*Output response time*) para que o equipamento reaja.

O tempo de *scan* deve ser levado também em consideração em situações como a seguinte: um CLP somente avalia as condições do processo que está controlando durante a etapa de leitura do ciclo. Isto quer dizer que se, durante a execução de um programa ou escrita dos sinais, ocorrer alguma transição no circuito, por exemplo, algum sinal na entrada mudar de 0V para 5V, o CLP somente se irá perceber no próximo ciclo, depois que a nova leitura for realizada e tal variação for percebida. Isto quer dizer que se for dado um pulso extremamente rápido em um sinal de entrada e o CLP estiver executando o código ou escrevendo outro sinal, este será ignorado e o algoritmo de controle poderá falhar. Tal situação pode ser vista na Figura 3:

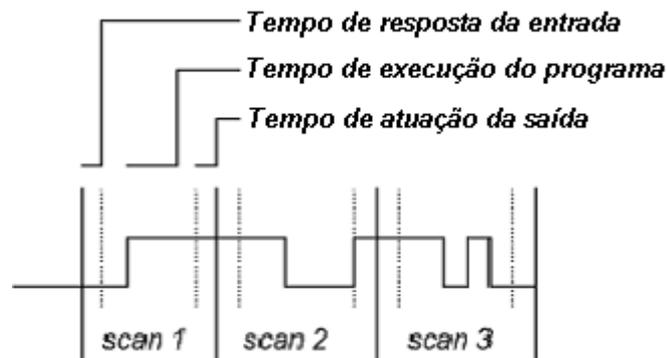


Figura 3: *Scan* de um CLP

Fonte: PERUCH, F. W. A. **Automação de uma Fábrica de Margarina/Halvarina**. Florianópolis: UFSC, 2002.

Durante o *scan* número 1, o programa se comportará como se a entrada em questão estivesse em nível 0. Já no segundo *scan*, o algoritmo tratará este sinal com o estado em nível 1, pois, durante a etapa de leitura, ele estava nesta condição. Observe-se que a entrada dá um pulso para baixo no meio do ciclo 2. Este pulso é literalmente ignorado pelo algoritmo de controle, o que poderia causar uma falha no mecanismo automático. O mesmo ocorre para o *scan* 3, onde ocorre um novo pulso que não é percebido pelo CLP, que durante a atualização das imagens de memória de entrada do ciclo, viu tal entrada em nível lógico 1.

Por isso, é de fundamental importância que os sinais lidos pelo CLP tenham duração de no mínimo um *input delay time* + um *scan time*. Isto quer dizer que o sinal estará em sua condição de interesse pelo menos durante uma etapa de leitura.

Existem algumas implementações que eliminam tal problema. Uma delas é amostrar o sinal através de dispositivos que "alonguem" a duração do pulso, como *latches* ou *flip-flops*. Esta técnica é conhecida como *pulse stretch*. Além dela, existe uma outra, particular de alguns CLPs que consiste no uso de interrupções: se durante um ciclo qualquer do CLP, ocorrer um pulso em uma entrada específica, o

CLP irá parar imediatamente o que está fazendo, irá executar uma rotina já destinada ao tratamento desta interrupção e então voltar a sua atividade exatamente onde ela havia sido interrompida.

### 2.1.2 Estrutura

Em relação à estrutura do CLP, pode-se partir de um "Raio-X" de um CLP comum: a memória contém desde dados relativos aos modos de operação e configuração de dispositivos de comunicação (transmissão de dados), até variáveis relacionadas ao algoritmo que o programador insere para que o controlador opere corretamente um determinado processo. Nela, existem regiões distintas que ocupam faixas diferentes de endereçamento cada qual com suas características próprias de acesso, algumas são somente leitura, outras, leitura e escrita, etc. Um CLP comum de 16 bits, ou seja, onde cada palavra de memória, ou cada endereço de memória, comporta 16 bits apresenta uma imagem de memória semelhante à que se segue. A figura 4, chamada *Memory Map* mostra como os dados são endereçados dentro da memória do CLP.

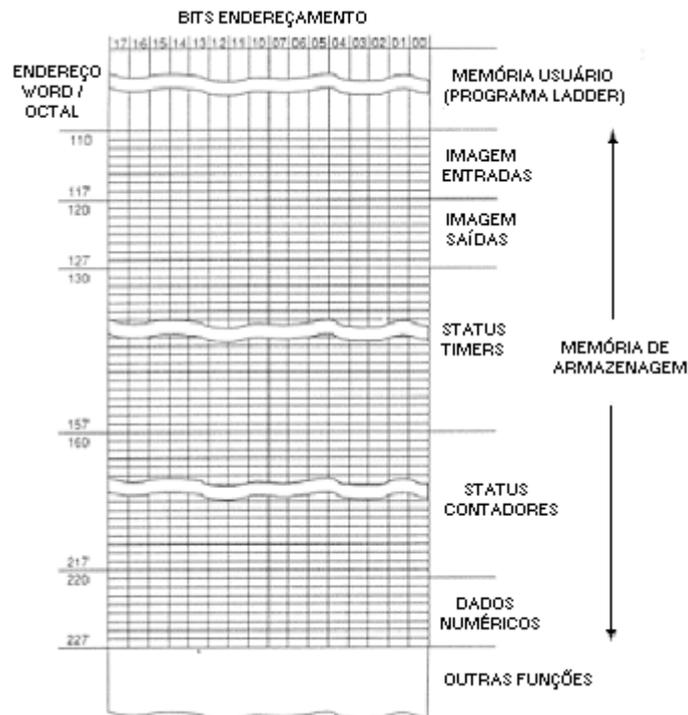


Figura 4: Mapa de Memórias

Fonte: PERUCH, F. W. A. **Automação de uma Fábrica de Margarina/Halvarina**. Florianópolis: UFSC, 2002.

Conforme dito anteriormente, quando um *scan* é executado, uma interface entre o software e o hardware é responsável por associar sinais elétricos nos terminais dos módulos de entrada a bits dentro da memória de entrada. Essa memória pode ser então acessada pelo algoritmo de controle. Existe também uma outra região de memória que o algoritmo pode ler que é a região de *flags* de sistema, disponível na maioria dos CLPs. Esta região é definida pelo próprio CLP e armazena valores relativos ao funcionamento do mesmo, como por exemplo tempo máximo de *scan*, menor tempo de *scan* ou condições de erro no sistema, etc. Duas outras regiões de memória também são definidas pelo CLP, porém, neste caso a partir de definições do programa do usuário e são as regiões de contadores e temporizadores. Estes dois componentes são acionados ou desativados por elementos externos ou não, dependendo do que o programador desejou durante a implementação do algoritmo, porém os valores manipulados por seus acumuladores

são definidos pelo CLP. Estes se encontram disponíveis em regiões específicas, o que limita a quantidade que pode ser utilizada pelo programa. Um sistema que trabalhe com dados analógicos, opera também de forma particular. Um sinal analógico, geralmente uma corrente que vai de 4 a 20 mA é convertido em uma palavra, no caso de um CLP de 16 bits, de dois bytes que é então avaliada pelo algoritmo. A resposta para o sistema é dada também em um sinal elétrico de igual natureza no módulo de saída. Estes sinais, na verdade, são palavras digitais que passam por conversores digitais-analógicos, ou sinais que atravessam conversores analógico-digitais que cuidam de traduzir as mensagens do processo para o CLP e do CLP para o processo. Dentro da memória, estas palavras de 16 bits são armazenadas em regiões especiais e são atualizadas a cada *scan*. Desta forma, o usuário as tem sempre disponíveis, porém, para trabalhá-las ele deve acessar uma região especial da memória.

A memória que o programa acessa em um CLP convencional se divide então em oito regiões:

- Entrada digital (somente leitura);
- Saída digital (leitura e escrita);
- *Flags* virtuais (leitura e escrita);
- Temporizadores (leitura e escrita);
- Contadores (leitura e escrita);
- Entradas analógicas (somente leitura);
- Saídas analógicas (leitura e escrita);
- Variáveis de sistema (somente leitura).

Cada região de memória possui um prefixo que é utilizado pelo programa para indicar qual bit deverá ser usado por qual instrução.

### 2.1.3 Linguagem de Programação do CLP

O CLP é programável em linguagem de relês, também conhecida como Ladder *diagram*. A linguagem é simples e estruturada, possuindo um conjunto básico de instruções que permite a realização de algoritmos normalmente utilizados para controle industrial. Através da definição de blocos (funções e procedimentos) é possível organizar o programa de forma a obter o máximo desempenho e menor tempo de execução.

A figura 5 mostra uma tela de edição de um programa em linguagem Ladder no software Mastertool:

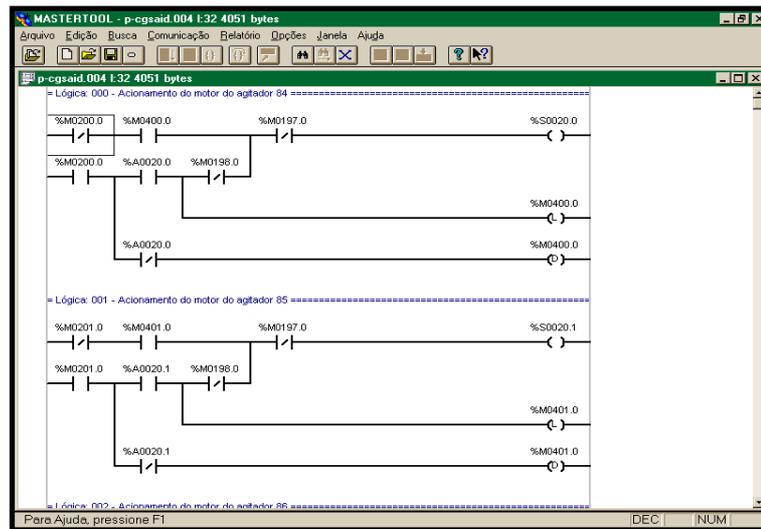


Figura 5: Lógica Ladder no Mastertool

Fonte: Software Mastertool

## 2.2 Softwares HMI/SCADA

São sistemas desenvolvidos para funcionar como interfaces homem-máquina, estações de supervisão local de processos industriais ou estações concentradoras de dados em processos distribuídos. São baseados em microcomputadores interligados a controladores programáveis, estações remotas ou outros equipamentos de aquisição de dados (SEIXAS FILHO, 1999).

### 2.2.1 Aplicações típicas

- Terminal local em máquinas:

O sistema de supervisão funciona como interface de comando de uma máquina (prensas, extrusoras, máquinas têxteis, fornos, etc.). A interface é realizada através de terminais industriais com teclado de membrana ou monitores de vídeo. Este sistema proporciona uma interface muito mais amigável e poderosa para a operação da máquina.

- Terminal remoto conectado a máquinas:

O sistema pode estar ligado a várias máquinas, desde que se disponha de uma rede de comunicação apropriada. Aplicações típicas neste caso são controle de produção e manutenção, envio de parâmetros e receitas para as máquinas, otimização do trabalho de supervisores, registro de falhas/alarmes e arquivamento automático de valores extraídos das máquinas. Um exemplo desta aplicação é mostrado na Figura 6.

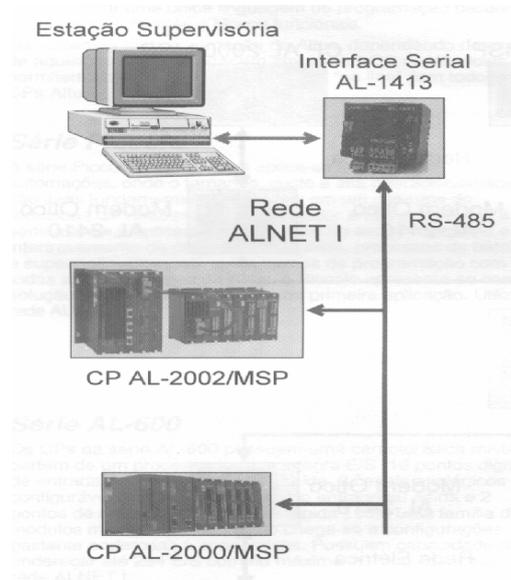


Figura 6: Modelo de terminal remoto conectado a máquinas

Fonte: Folder Altus

- Estação de supervisão local de processos:

Os sistemas possuem grande flexibilidade para conexão com vários tipos de CPs, *single-loops* ou unidades remotas, com grande independência do hardware utilizado. Desta forma ele é utilizado como estação de supervisão *on-line* do processo, executando as funções de sinóticos de monitoração das plantas, controle de situações de alarme, gráficos de tendência e históricos, relatórios automáticos e interface para entrada/monitoração de dados do processo. A arquitetura da Figura 6 também serve como exemplo para este tipo de aplicação.

- Concentrador em processos distribuídos:

Devido à possibilidade de supervisão de um grande número de pontos, estes sistemas permitem que sejam utilizados como concentradores de informação em sistemas de controle distribuído.

Essa arquitetura pode servir de elo de comunicação entre a planta e sistemas administrativos. Além disso, a arquitetura distribuída permite que a base de dados seja compartilhada entre vários equipamentos distintos.

Exemplo desta aplicação é mostrado na Figura 7:

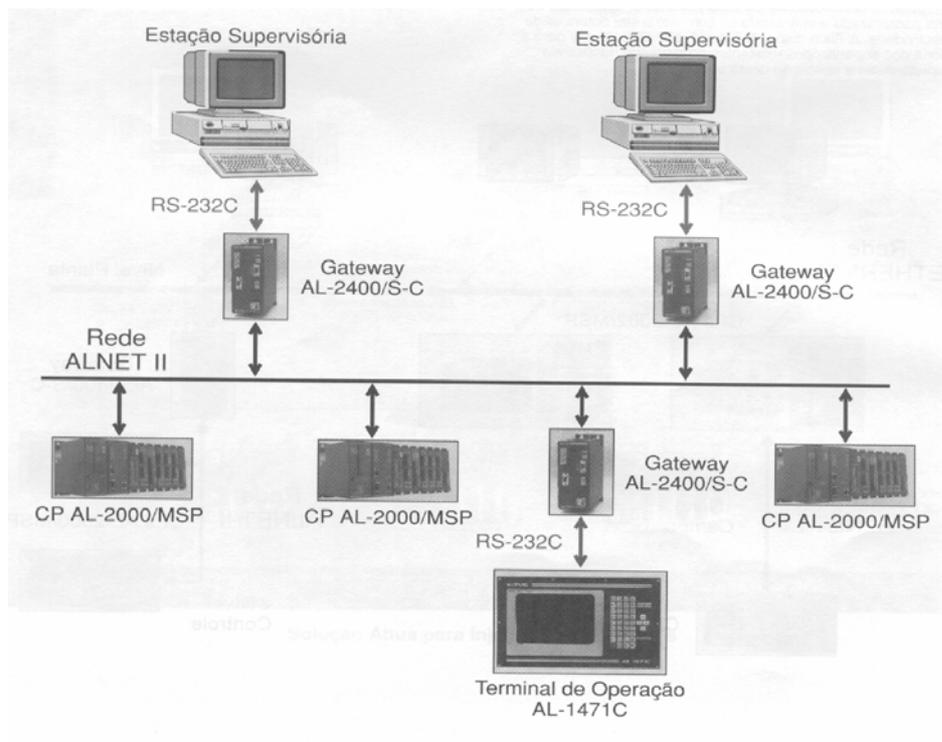


Figura 7: Modelo de concentrador em processos distribuídos

Fonte: Folder Altus

### 2.2.2 Requisitos de Hardware

Devido à grande quantidade de informações que o sistema gerencia e a utilização de aplicações gráficas, é necessário um bom poder de processamento (velocidade) para que as aplicações não sofram prejuízos na sua execução, como por exemplo, lentidão na troca de telas, na comunicação com o CP e na análise gráfica. Por isso, a configuração mínima recomendada é a seguinte:

- Microcomputador compatível Pentium III 700 MHz;
- 256 MB memória RAM;
- Monitor SVGA;
- 100 MB no disco rígido (somente para o sistema de supervisão);
- Microsoft mouse ou compatível;
- 2 canais seriais para conexão, 1 para conexão do mouse e 1 para conexão do equipamento externo (ou tantas outras quantos forem os equipamentos externos);
- 1 saída paralela para conexão do *Hardkey* (proteção de hardware) e da impressora.

### 2.2.3 Plataformas de Operação

Os sistemas de supervisão são desenvolvidos para rodar principalmente em ambiente Windows.

Segundo Gaidzinski (1996), até meados da década de 90, o MS-DOS era o padrão de mercado para sistemas de supervisão. Porém, a afirmação do ambiente Windows e a necessidade de integração com outros sistemas fez com que os sistemas de supervisão migrassem rapidamente para este ambiente, até porque no ambiente MS-DOS era necessário o uso de um microcomputador exclusivo para a aplicação.

Os sistemas de supervisão existentes rodam principalmente sobre o sistema operacional Windows (Windows 95/98, Millenium, Windows NT/2000/XP).

Mas a tendência é a utilização do Windows2000/XP como base para a execução destes sistemas.

Vale lembrar que existem outras plataformas de operação, como, por exemplo, os sistemas operacionais Unix, Linux e OS/2, mas que devido a pequena difusão em ambientes industriais, não serão alvo deste trabalho.

#### **2.2.4 Descrição e Características dos Softwares de Supervisão**

Nesta seção serão apresentadas as características principais dos softwares de supervisão mais importantes, procurando enfatizar propriedades, facilidades, flexibilidade e grau de integração com outros sistemas. É claro que as ferramentas de implementação são diferentes em cada caso, porém o mais importante é a filosofia que abrange todos eles.

Os softwares de supervisão para Windows são orientados a objetos e possuem bibliotecas de símbolos para o auxílio no desenvolvimento de aplicações. Possuem linguagem própria, que permite o desenvolvimento de lógicas e planilhas matemáticas. Possuem suporte *Dynamic Data Exchange* (DDE), permitindo a troca de dados entre aplicativos Windows em uma máquina. Alguns softwares oferecem suporte DDE em uma rede de comunicação, usando a ferramenta NetDDE (GAIDZINSKI, 1996).

As variáveis do sistema de supervisão são chamadas de *tags*. Estes *tags* podem ser pontos de entrada e saída, variáveis internas do sistema ou ainda auxiliares para a realização de cálculos. Em alguns softwares, há a possibilidade da configuração de *tags* como vetores e da criação de classes de *tags*. Possuem um

sistema de segurança que faz com que somente pessoas autorizadas tenham acesso às informações mais importantes. (UNISOFT, 1997). Seus relatórios são configuráveis pelo desenvolvedor. Um escalonador permite a execução de tarefas em períodos pré-determinados.

Possuem editor gráfico próprio orientado a objetos, para a configuração das telas da aplicação. Alguns possuem ainda editor de bitmaps, que servem como tela de fundo nas telas de sinóticos. Outros editores de bitmaps podem ser usados para o desenvolvimento de telas de fundo. O mais utilizado é o Paintbrush, que vem como acessório do Windows. As telas bitmaps são usadas devido a sua facilidade de desenvolvimento e a possibilidade de se desenhar telas com um maior grau de fidelidade em relação à planta da empresa. Os objetos são então configurados em cima destas telas, possuindo propriedades próprias.

Há ferramentas para a configuração de alarmes, que podem ser visualizados na tela, impressos ou ainda armazenados em disco rígido. A análise gráfica é outra ferramenta importante. Os gráficos de *trend* dos sistemas (gráficos de tendência) são configuráveis e podem realizar uma análise *on-line* ou ainda uma análise histórica. Estes gráficos podem ser impressos e os dados históricos podem ser armazenados por um período de tempo, geralmente alguns meses.

Em sistemas *batch* ou batelada (automação da manufatura ou produção em etapas) são utilizadas receitas, que podem ser configuradas para cada aplicação. Este é um recurso extremamente útil nestes casos, onde o operador programa todos os parâmetros necessários e os envia ao equipamento de controle de uma só vez, sem a necessidade de enviá-los um a um.

As versões mais completas dos softwares ainda oferecem protocolos de comunicação *Open DataBase Connectivity* (ODBC), para a integração dos sistemas

com bancos de dados relacionais, como Oracle e Sybase, e suporte a redes de comunicação Ethernet, ArcNet e Token Ring.

### **2.2.5 Desenvolvimento e Configuração dos Softwares de Supervisão**

O desenvolvimento de um sistema de supervisão compõe-se de várias etapas que devem ser seguidas, para que a configuração possa se dar de forma rápida e simplificada.

A seguir, serão apresentadas as várias etapas do desenvolvimento de um sistema de supervisão (especificação, criação de telas, criação do banco de dados, configuração e testes), mostrando também exemplos de banco de dados, planilha de alarmes e ainda editores gráficos e de objetos.

#### **2.2.5.1 Especificação**

Esta é a primeira etapa que deve ser cumprida no desenvolvimento de sistemas de supervisão.

É essencial que se faça uma perfeita especificação do processo e dos pontos de monitoração e controle, evitando que mudanças tenham que ser feitas quando da instalação do sistema, atrasando todo um cronograma pré-estabelecido e trazendo prejuízos para a empresa.

A especificação deve ser feita entre o especialista e os responsáveis pela automação da empresa, que devem possuir conhecimento total sobre o processo.

Conhecendo-se os pontos de controle, deve-se então definir os pontos de entrada e saída do sistema. Um exemplo de especificação de entradas e saídas é apresentado no ANEXO A. A definição dos pontos de entradas e saídas de um sistema é o primeiro passo do projeto de um sistema de automação.

Deve-se também definir o tipo de controle a ser realizado (ON/OFF, PID), os tipos de atuadores que serão utilizados (válvulas proporcionais, válvulas ON/OFF), os tipos de sensores e os sinais de medição e controle (0-5V, 4-20mA).

Outra especificação a ser feita é referente a integração do sistema com outros aplicativos e o uso de Interfaces Humano-Máquina (IHM). Com estes dados pode-se então fazer a especificação da arquitetura de hardware do sistema, conforme visto nas Figuras 6 e 7.

Definido o sistema de automação, o especialista encarregado de desenvolver o sistema de supervisão pode agora especificar o seu trabalho, definindo quais serão as telas e caixas de diálogo, quais ferramentas serão disponibilizadas, como se dará a comunicação com outros sistemas e qual a função das interfaces.

A especificação é a etapa mais importante no desenvolvimento de sistemas de supervisão. Portanto, ela deve ser feita de forma criteriosa, de forma a evitar que erros cometidos venham a prejudicar a configuração e a própria execução dos sistemas, além de trazer prejuízos financeiros às empresas, pois o tempo gasto com o desenvolvimento será aumentado.

### 2.2.5.2 Criação de Telas

Feita a especificação, parte-se agora para a criação das telas do sistema. Esta é a etapa que mais exige criatividade, pois as telas devem ter uma aparência amigável, para que a interface possa ser mais agradável aos operadores.

As telas são desenvolvidas em editores gráficos, geralmente no padrão bitmap. Alguns softwares possuem editor próprio; outros indicam o uso de outros editores, como o Paintbrush, Corel Draw ou Adobe Photoshop.

Um exemplo de editor de bitmap é mostrado na Figura 8, junto com uma tela em desenvolvimento.

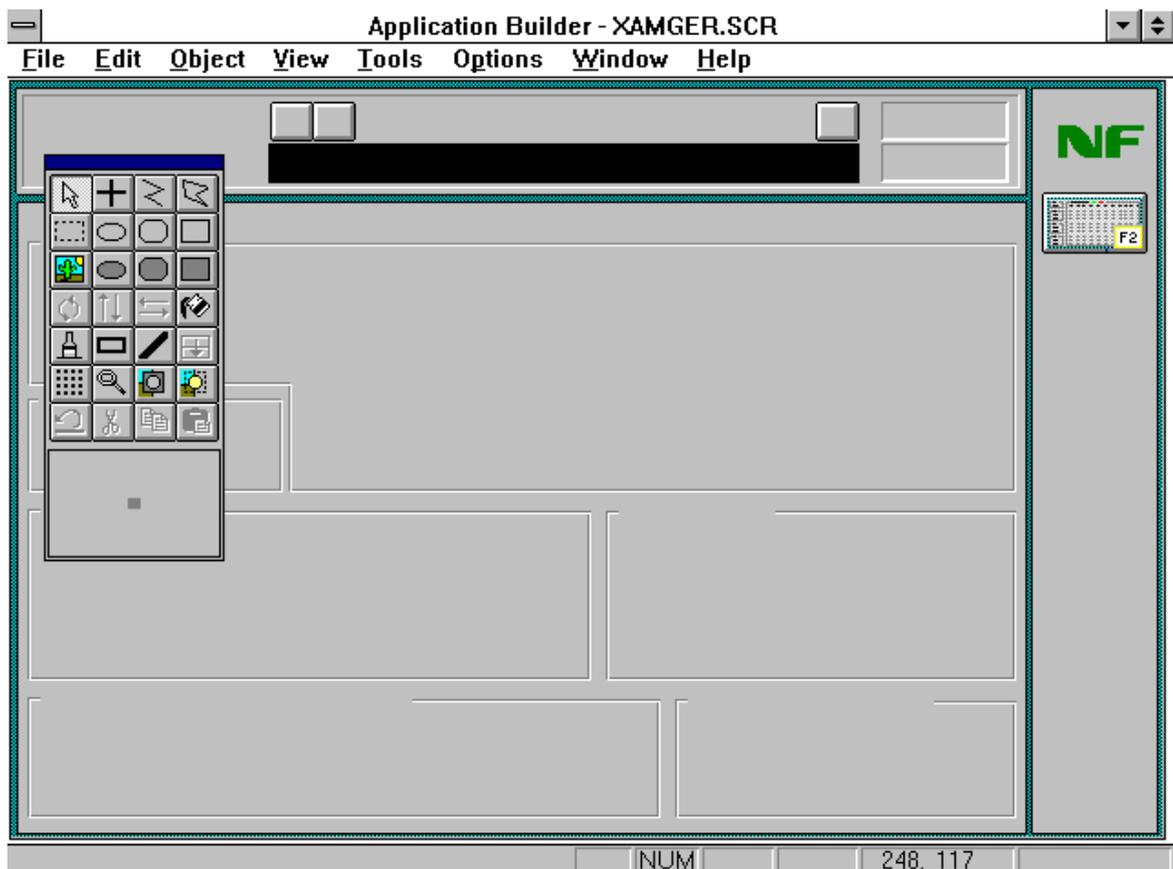


Figura 8: Editor de bitmaps

Fonte: Software de Supervisão Unisoft

Estas telas servirão como pano de fundo para o sistema de supervisão, para que a seguir possa ser feita a configuração dos objetos sobre estas telas.

Os editores gráficos possuem somente as ferramentas mais comuns, como figuras geométricas, preenchimentos, zoom e troca de cores.

### **2.2.5.3 Criação do Banco de Dados**

Nesta etapa são criadas as variáveis do sistema. Estas variáveis são os *TAGs*, já referenciados no trabalho, e que podem ser internos ou da aplicação. Inicialmente, devem ser criados os tags referentes à aplicação, como por exemplo, os pontos de entrada e saída.

Os *tags* internos são referentes a cálculos matemáticos, *tags* de receitas ou ainda a variáveis auxiliares. Cada *tag* deve ser único no sistema, daí a importância de criar um nome que não possa ser confundido com outros *tags*. A criação do banco de dados é feita em uma planilha do tipo que será mostrada na Figura 9:

	Tag name	Name	Size	Type	Description
51	CaixaPWMAAtiva		0	Boolean	Ind. que a caixa de PWM está ativa
52	AbriuCaixaRelog		0	Boolean	Ind. a seleção da caixa de relógio
53	CaixaRelogAtiva		0	Integer	Ind. que a caixa de relógio está ativa
54	AbriuCaixaHelp		0	String	Ind. a seleção da caixa de help
55	CaixaHelpAtiva		0	Class: PID	Ind. que a caixa de help está ativa
56	xxxJanelaMonTemp		0	Class: LINHA	
57	TempPlataf01		0	Class: PID	Temp. da plataforma 01
58	TempPlataf02		0	Class: PID	Temp. da plataforma 02
59	TempEstSangria		0	Class: PID	Temp. do esterilizador da sangria
60	TempEscald01		0	Class: PID	Temp. da escald. 01
61	TempEscaldPe01		0	Class: PID	Temp. da escald. de pé 01
62	TempEscald02		0	Class: PID	Temp. da escald. 02
63	TempEscaldPe02		0	Class: PID	Temp. da escald. de pé 02
64	TempEstEvisc		0	Class: PID	Temp. do esteril. da evisceração
65	TempChiller01		0	Class: PID	Temp. do chiller 01
66	TempPreChiller01		0	Class: PID	Temp. do pré-chiller 01
67	TempChiller02		0	Class: PID	Temp. do chiller 02
68	TempPreChiller02		0	Class: PID	Temp. do pré-chiller 02

Figura 9: Modelo de Banco de dados

Fonte: Software de Supervisão Unisoft

Vê-se que os *tags* podem ser configurados como **Integer**, **Boolean**, **Real** ou **String**. É importante definir o tipo de cada *tag*, para que não ocorram resultados inesperados quando da execução do sistema.

Alguns softwares oferecem a possibilidade de criação de vetores e classes, facilitando o trabalho de configuração, já que, por exemplo, pode-se substituir variáveis por uma única de tamanho (Tag[i]). Estas facilidades permitem uma economia de tempo de desenvolvimento, além de um menor esforço computacional, muito útil em sistemas como estes, que exigem grande poder de processamento.

Feita a criação do banco de dados, resta agora a configuração das telas, planilhas matemáticas e de integração com outros sistemas.

#### **2.2.5.4 Configuração**

A tarefa de configuração de telas consiste, basicamente, em inserir objetos sobre as telas de fundo desenvolvidas anteriormente, associando a cada um propriedades específicas. Cada objeto está associado, por sua vez, a um *tag*, cujo valor regerá o comportamento deste objeto. A configuração das telas é feita por intermédio de um editor de objetos; cada software possui um editor de objetos diferente.

Um editor de objetos é mostrado a seguir, juntamente com a tela apresentada anteriormente, agora configurada e preenchida com objetos. Na Figura 10 também pode ser visto como se realiza a associação de propriedades aos objetos.

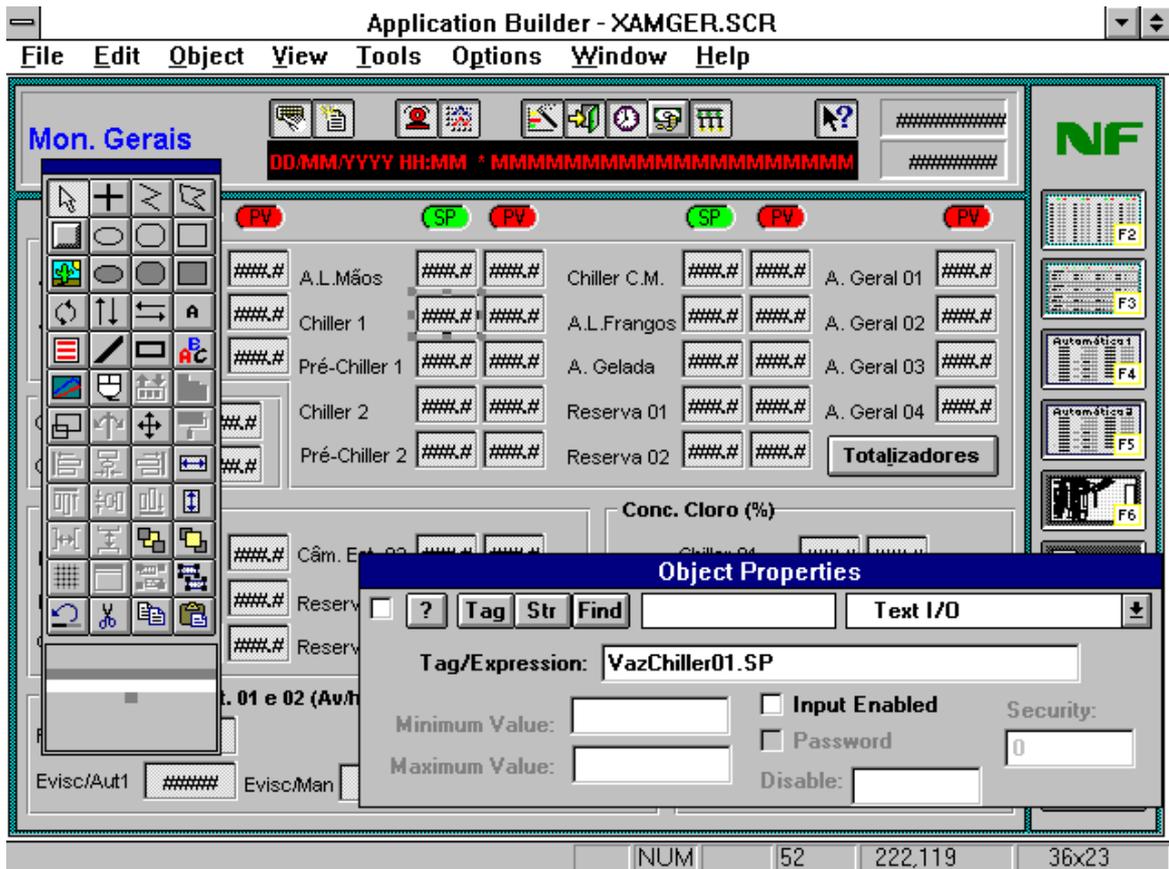


Figura 10: Editor de objetos com tela configurada e propriedades

Fonte: Software de Supervisão Unisoft

Algumas propriedades importantes (e comuns à maioria dos softwares) são listadas a seguir:

- Command: permite a execução de comandos ao clique do mouse ou pressão de uma tecla do teclado;
- Text I/O: permite entrar com dados via teclado para serem enviados ao CP, ou também visualizar, em tempo real, o valor de um *tag* do banco de dados;
- Size: permite aumentar ou diminuir o tamanho de um objeto de acordo com o valor do *tag*;
- Position: permite a movimentação de objetos pela tela, ou ainda que objetos somente sejam mostrados em certas ocasiões (*Show on Condition*).

Os editores de objetos permitem também a inserção de gráficos de *trend* e gráfico de barras, cujos parâmetros de configuração são também *tags*.

Figuras geométricas e textos podem ser inseridos nas telas como objetos, e propriedades podem ser associadas aos mesmos.

Os últimos passos de configuração são a definição de alarmes, planilhas matemáticas e planilhas de comunicação com outros aplicativos. Os alarmes são definidos a partir de *tags*; deve-se definir os valores máximo e mínimo para que um *tag* dispare um alarme (UNISOFT, 1997).

Define-se também como o operador será avisado do problema e como o sistema deve reagir ao alarme. Uma planilha de configuração de alarmes é apresentada na página seguinte.

Em uma planilha, os alarmes podem ser configurados como HiHi (muito alto), Hi (alto), Low (baixo), LoLo (muito baixo), Rate (taxa de variação) ou Dev (Desvio).

As planilhas matemáticas servem para a realização de cálculos internos do sistema, como por exemplo, contagens, médias, e normalizações<sup>1</sup>. Estando as telas e planilhas configuradas, resta agora a configuração da comunicação com os dispositivos de controle e aquisição de dados. Esta é uma tarefa que deve ser realizada em conjunto com o desenvolvedor do programa ladder, para que se possa obter os endereços dos operandos do CP relativos às variáveis presentes no sistema de supervisão.

---

<sup>1</sup> Normalizações são realizadas principalmente em valores analógicos que são lidos (escritos) do (no) sistema. Como as placas analógicas do CP possuem, por exemplo, 12 bits, uma leitura de uma variável será feita pela placa como um valor de 0 a 4095, referente ao range do sensor. Então são necessários cálculos para que o valor mostrado na tela seja correspondente ao valor real medido e não o valor lido pela placa.

	Tag Name	Type	Limit	Message
1	TempEstSangria.LH	Hi	1.000000	Temp. Alta Est.Sangria
2	TempEstSangria.LL	Hi	1.000000	Temp. Baixa Est.Sangria
3	TempEscald01.LH	Hi	1.000000	Temp. Alta Escald. 01
4	TempEscald01.LL	Hi	1.000000	Temp. Baixa Escald. 01
5	TempEscaldPe01.LH	Hi	1.000000	Temp. Alta EscaldagPé 01
6	TempEscaldPe01.LL	Hi	1.000000	Temp. Baixa EscaldagPé C

Figura 11: Planilha de alarmes

Fonte: Software de Supervisão Unisoft

## 2.3 Bancos de Dados

### 2.3.1 Considerações Iniciais

Um modelo de dados é uma estrutura de referência para organizar dados logicamente. Equivale à visão conceitual de dados em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). Todo SGBD deve suportar um modelo que permita uma representação dos dados de uma realidade. O esquema conceitual de uma

aplicação é o resultado da adequação dos requisitos de dados desta aplicação ao modelo de dados do SGBD (SILVA, 1997).

Todo modelo de dados deve suportar, no mínimo:

- Especificação de entidades e relacionamentos;
- Gerenciamento de restrições de integridade que garantam a semântica, ou seja, a coerência dos dados da realidade, quando ocorrem operações de atualização;
- Métodos de acesso a dados adequados à estrutura de dados do modelo.

Historicamente, os primeiros modelos de banco de dados datam da década de sessenta. Desde então, a pesquisa científica na área procura evoluir no sentido de definir, encontrar modelos que representem, da melhor maneira possível, os dados de uma realidade, ou seja, que organizem os dados de uma forma mais próxima à maneira como estes são vistos e manipulados pelas pessoas no mundo real. A idéia é definir abstrações que facilitem a compreensão da organização dos dados pelo usuário, tornando cada vez mais transparente sua organização física. Além disso, na implementação de um modelo, buscam-se também organizações de dados e estratégias de processamento que otimizem a performance de acesso e métodos de acesso que sejam independentes da aplicação, como por exemplo, linguagens de consulta, retirando da mesma a tarefa de programar procedimentos para realizar operações sobre dados.

A evolução histórica dos modelos de dados é a seguinte:

1) Modelo Hierárquico: Surgiu na década de sessenta. Organizava dados em uma estrutura hierárquica, ou melhor, uma estrutura em árvore. Os SGBDs mais conhecidos foram o IMS e o System2000;

2) Modelo de Redes: Utilizado principalmente no final da década de sessenta e durante a década de setenta. Organizava dados em uma estrutura formada por várias listas, que definiam uma intrincada rede de ligações (estrutura similar a um grafo direcionado). O IDMS e o Total foram os SGBDs mais conhecidos;

3) Modelo Relacional: Definido na década de setenta, é o modelo de dados dominante no mercado atualmente. Organiza dados em um conjunto de relações (tabelas). Os SGBDs de grande porte mais famosos são: Oracle, Informix, Sybase e Ingres;

4) Abordagens Pós-Relacionais: Novos modelos que começaram a ser definidos a partir da década de oitenta, visando atender as necessidades de aplicações ditas não convencionais, ou seja, aplicações cujas entidades apresentam uma estrutura que não se adequa bem com a organização relacional de dados. Exemplos destes modelos são: orientado a objetos (suporta a representação de objetos complexos); temporais (suporta a representação de versões de dados no tempo); dedutivos (suporta regras para a dedução de dados a partir de outros dados), etc. Alguns destes SGBDs já se encontram disponíveis comercialmente, especialmente os orientados a objetos.

### **2.3.2 Modelo Hierárquico**

O modelo hierárquico foi definido com base na observação de que muitas entidades do mundo real são organizadas hierarquicamente. Por exemplo, em uma organização como a Universidade, encontramos uma reitoria que coordena vários

centros, que são formados por departamentos, que apresentam vários cursos onde professores, alunos e disciplinas estão vinculados.

Neste modelo, os dados são organizados em um conjunto de tipos de registros (entidades), interconectados através de ligações (relacionamentos). Uma ligação representa uma relação entre exatamente 2 tipos de registros: pai e filho. Assim, tanto o esquema quanto os dados (ocorrências) são visualizados através de uma estrutura em árvore, onde um ou vários tipos de registros filhos podem estar vinculados a um tipo de registro pai.

Um esquema no modelo hierárquico é chamado de um diagrama de estrutura em árvore. O sentido de acesso é sempre unidirecional, ou seja, sempre no sentido do pai para o filho (parte sempre da raiz e percorre os níveis inferiores).

Para Silva (1997), este modelo apresenta os seguintes problemas:

- **Não suporta relacionamentos com cardinalidade M:N:** Decorrência da organização em árvore, que permite apenas cardinalidades 1:1 e 1:N, ou seja, um tipo de registro filho sempre está relacionado a um único tipo de registro pai. Um pai, por sua vez, pode se relacionar com vários filhos. Casos M:N devem ser modelados como uma relação 1:N, através da escolha de um dos dois tipos de registro (aquele que apresentar um maior valor médio de cardinalidade) para ser o tipo de registro pai. A redundância de dados é inevitável, caso uma ocorrência de um tipo de registro filho relacionar-se com mais de uma ocorrência de um tipo de registro pai;

- **Não há acesso direto a ocorrências de tipos de registros filhos:** A performance não é boa quando se deseja o acesso a dados de tipos de registros filhos, uma vez que é necessário percorrer os tipos de registro pai hierarquicamente superiores ao mesmo;

• **Assimetria de acesso:** Consultas aparentemente simétricas em termos de tempo de processamento não apresentam uma performance equivalente. Suponha-se uma hierarquia onde o tipo de registro pai seja médicos e o tipo de registro filho seja pacientes, e duas consultas simétricas como:

- 1) buscar os pacientes com consulta marcada para o médico João;
- 2) buscar os médicos que a paciente Maria tem consulta marcada.

A segunda consulta apresenta quase sempre uma performance pior, uma vez que devem ser percorridos todos os registros de médicos, para descobrir se a paciente Maria está relacionada (como “filha”) a este médico. No caso da primeira consulta, uma vez localizado o médico João, todos os seus pacientes estão vinculados diretamente a ele como “filhos”;

• **Inexistência de uma linguagem independente para manipulação de dados:** O modelo hierárquico oferece um conjunto de comandos para realizar percurso em árvore. Os procedimentos para execução de consultas a dados devem ser programados pela aplicação, através do embutimento destes comandos no seu código.

### 2.3.3 Modelo de Rede

Este modelo é muitas vezes denominado de modelo *Data Base Task Group* - subgrupo da *Conference On DATA SYstems and Languages* (DBTG CODASYL), uma organização (conferência) existente na década de setenta, responsável pela padronização de linguagens de programação de sistemas. O

subgrupo DBTG foi o responsável pelo padrão da organização e manipulação de dados neste modelo.

Similar ao modelo hierárquico, os dados no modelo de redes são organizados em tipos de registro e ligações entre 2 tipos de registro. Não existe restrição hierárquica, ou seja, quaisquer dois tipos de registro podem se relacionar. Assim, tanto o esquema quanto as ocorrências de dados são visualizados como um **gráfico direcionado**. Um esquema no modelo de redes é chamado de diagrama de estrutura de dados.

Toda vez que existe um relacionamento com cardinalidade 1:1 ou 1:N, define-se um *set*, ou seja, o tipo de registro com cardinalidade fixa igual a 1 é chamado de *owner* e o outro é chamado *member*. Uma ocorrência de um *set* equivale a uma lista encadeada que parte do *owner* e encadeia todos os *members* relacionados a ele. Assim, se existe um setor do hospital, por exemplo, onde trabalham exclusivamente vários médicos, para cada registro de setor existe uma ligação para um registro de médicos que, por sua vez, encadeia outros registros de médicos, sendo que o último médico tem uma ligação para o setor em questão.

Quando existe um relacionamento com cardinalidade M:N, define-se o que se chama de conector: um tipo de registro adicional que estabelece uma ligação entre os 2 tipos de registro envolvidos no relacionamento. O conector é *member* destes 2 tipos de registro, ou seja, 2 *sets* são definidos, transformando um relacionamento M:N em 2 relacionamentos 1:N.

Este conector pode ou não ter atributos. Por exemplo, em um relacionamento entre médicos e pacientes, o conector pode funcionar como um registro de consultas marcadas, com dados relativos à data e à hora da consulta.

As vantagens deste modelo em relação ao modelo hierárquico são:

- **Suporte a todas as cardinalidades de relacionamento:** É possível representar diretamente no esquema qualquer cardinalidade de relacionamento. Não é mais necessário transformar forçadamente uma cardinalidade M:N em 1:N;
- **Eliminação da redundância:** Decorrencia do fato de não existir mais uma imposição de hierarquia, ou seja, relacionamentos M:N são permitidos;
- **Simetria de acesso:** Consultas equivalentes em termos de processamento realmente apresentam a mesma *performance*. Para buscar, por exemplo, os pacientes com consulta marcada para um médico ou os médicos que uma paciente tem consulta marcada, percorre-se, a partir do registro indicado em questão (médico ou paciente), a lista encadeada de conectores, sendo que cada conector, por sua vez, leva ao tipo de registro relacionado.

Por outro lado, as desvantagens deste modelo são:

- **Número excessivo de ligações:** Cada relacionamento presente na realidade gera listas encadeadas. Consultas que envolvem o percorrimento de muitos relacionamentos têm sua *performance* comprometida;
- **Definição de conectores:** Conectores, quando não mantêm dados sobre um relacionamento, são tipos de registros artificiais, utilizados apenas para o suporte de cardinalidades M:N. Sempre criam um nível de não direção na pesquisa, tornando maior o tempo de processamento;
- **Inexistência de uma linguagem independente para manipulação de dados:** O modelo de rede oferece um conjunto de comandos para realizar percurso em árvore. Os procedimentos para execução de consultas a dados devem ser programados pela aplicação, através do embutimento destes comandos no seu código.

### 2.3.4 Modelo Relacional

O modelo relacional foi formalmente definido por E. Codd, no Laboratório da IBM em San Jose - Califórnia, em 1970. O projeto inicial foi denominado de Sistema R e definia a organização dos dados e linguagens formais para a sua manipulação. Com base nestas linguagens formais, a primeira versão da linguagem *Structured Query Language* (SQL) foi definida. Esta linguagem é, atualmente, um padrão para gerenciamento de dados em SGBDs relacionais. Entidades e relacionamentos são representados neste modelo por **relações**, que equivalem ao conceito matemático de conjunto, ou seja, um agrupamento de elementos sem repetição. Uma relação é vista como uma **tabela**, onde as colunas indicam os campos e as linhas, as ocorrências (valores).

Relacionamentos são estabelecidos por igualdade de valor de campos. Por exemplo, para indicar que um médico trabalha em um setor, uma coluna da relação médicos guarda o número do seu setor, que permite a sua identificação na relação setores. Relacionamentos M:N são modelados como relações que mantêm os campos que identificam as duas relações envolvidas, mais os dados pertinentes ao relacionamento, caso existam.

Se comparado com os modelos anteriores, o modelo relacional apresenta as seguintes vantagens:

- **Representação uniforme:** Tanto entidades quanto relacionamentos são representados através de relações. É um conceito único e simples para organização de dados;

- **Representação mais abstrata:** Um esquema no modelo relacional é dito um esquema de mais alto nível, pois abstrai uma estrutura de implementação,

como estruturas em árvore ou grafo, onde o usuário deve se preocupar em percorrer apontadores adequadamente;

• **Linguagens independentes:** O modelo relacional é o primeiro modelo de dados que oferece linguagens de manipulação de dados cujos comandos podem ser executados independente de aplicação (não estão obrigatoriamente vinculados ao código da aplicação). São, ainda, linguagens de alto nível, ou seja, um pequeno comando de manipulação equivale (implementa) a um procedimento de acesso a dados, se comparado com os modelos anteriores. Linguagens com esta característica são ditas **declarativas**, ou seja, o usuário preocupa-se em dizer o que ele deseja obter do Banco de Dados e não como ele deseja obter estes dados.

## 2.4 Sistemas Integrados de Gestão

São sistemas compostos por módulos que permitem o gerenciamento das informações a nível departamental e de forma corporativa. Cada módulo caracteriza-se pelas regras individuais da empresa (SILVA, 2002).

### 2.4.1 Vantagens de um Sistema Integrado de Gestão

- Fornecer soluções para informatizar a empresa;
- Satisfazer as necessidades dos usuários, aprimorando a qualidade dos produtos, serviços e atendimento;

- Possibilitar a contínua identificação e exploração de oportunidades tornando a empresa competitiva, garantindo a continuidade e o crescimento do retorno do investimento;
- Propiciar desenvolvimento profissional e humano aos nossos colaboradores;
- Integrar a empresa interna e externamente;
- Consulta em telas, evitando a circulação de papéis;
- Rapidez na atualização da carteira de pedidos, com a possibilidade do planejamento e programação da produção;
- Gerenciamento rápido das vendas, com o objetivo de evitar estouro de vendas de determinados produtos;
- Assertividade nos lançamentos de coleções, baseados nos números estatísticos de coleções anteriores;
- Melhora da empresa junto aos clientes e representantes, pela rapidez no atendimento e entrega dos produtos;
- Faturamento imediato de pedidos de pronta entrega;
- Associação de imagem e cor ao produto com uso de multimídia (cd-rom) para apresentação;
- Simulação instantânea do preço de vendas;
- Controle financeiro eficiente através de uma cobrança rápida e automatizada;
- Precisão nas informações dos produtos com a explosão das necessidades de materiais para produção (mrp), controle dos tempos de produção e tempos de máquinas;

- Redução do lead-time, aumento da produção com o controle dos processos de chão de fábrica;
- Controle nas compras, nos prazos e quantidades corretos, evitando estoques desnecessários;
- Informações sintéticas e precisas para a tomada de decisões.

## **2.4.2 Módulos e Funções de um Sistema Integrado de Gestão**

### **2.4.2.1 Comercial**

- carteira de pedidos

Controla e recebem pedidos de venda, gerando informações para faturamento, planejamento e comissões. É a base de todo o sistema comercial.

- estatística

Possibilita consultas de diversas situações de vendas, com o objetivo de monitorar os acontecimentos na área comercial, como pedido, produto, representante, região e outros.

- faturamento

Emite e controla nota fiscal, gerando contas a receber, movimentando estoques de produtos acabados e carteira de pedidos.

- comissão de representante

Gerencia as comissões por representante sob a forma de conta corrente, com possibilidade de emissão de extrato por período, considerando o imposto de

renda. Totalmente integrado com as contas a pagar e receber, pedidos e faturamento.

#### **2.4.2.2 Industrial**

- engenharia de produto

Módulo central do sistema industrial, integrado com o sistema de custos e estoques. Trabalha com níveis e multiníveis de estrutura de produto, identifica e atribui valores de consumo e roteiros de fabricação com tempos e processos.

- controle de produção

Através de consultas ou relatórios, possibilita saber em que fase está cada ordem de produção, qual a produção diária, grau de eficiência por setor, operador e produtividade.

- planejamento e programação de produção – PCP

Permite realizar os programas mestres de produção, possibilitando verificar cargas de recursos (máquinas/pessoas), liberação de ordem de fabricação, requisições de materiais ou baixas de estoques automáticas, dando entrada em semi-acabados e produto finais.

- necessidade de materiais

*Material Requirements Planning* (MRP), com base nas previsões, pedidos em carteira, ordem de produção, estoque atual e compras em andamento, o sistema gera as necessidades de materiais para o plano sugerido, ou simulação.

- manutenção industrial corretiva

Através da emissão de ordem de serviço, permite o planejamento e a programação das manutenções corretivas. Pelos apontamentos, obtém-se a mão-de-obra e materiais utilizados. Permite também, o acompanhamento de projetos desenvolvidos pela empresa.

### **2.4.2.3 Financeiro**

- contas a receber

Emita e controla os títulos a receber de diferentes espécies. Permite controle de juros, cheques e previsões de recebimento.

- contas a pagar

Controla todos os compromissos da empresa relativos a títulos a pagar, inclusive antecipações e previsões.

- cobrança escritural

Não é somente um módulo de interface entre o banco e a empresa, e sim, um gerenciador de títulos, desde a seleção para cobrança e envio ao banco, até a recepção e baixa no sistema de contas a receber, de forma automática.

- fluxo de caixa

Projeção de caixa totalmente integrada com os demais sistemas, possibilitando uma visão financeira gerencial.

- orçamento empresarial

Orientado por um plano de contas orçamentário, em moeda corrente ou outro indexador, os dados são digitados/ajustados ou sugeridos com base em

orçamento anterior. Respeitando premissas, com níveis de detalhamento configuráveis, controlando inclusive quantidades, gera e acompanha os orçamentos de resultado, investimentos e de caixa, permitindo ajustes no orçamento em andamento.

#### **2.4.2.4 Contábil**

- controle patrimonial

Controla os bens da empresa, permitindo o cálculo da correção monetária e depreciação. Possibilita a implantação de itens com saldo ou então itens antigos. Além dos relatórios legais, possui consultas e relatórios gerenciais.

- contabilidade

Além das exigências legais, permite consultas gerenciais e financeiras, conforme o plano de contas adotado. Possui gerador de análise.

- obrigações fiscais

Faz a escrituração fiscal de entradas e saídas, bem como a emissão dos livros legais, apurando os impostos estaduais e federais.

- caixa

Gerencia a entrada e saída de numerários possibilitando listagens e consultas de um determinado período, sendo totalmente integrado com outros sistemas.

#### **2.4.2.5 Custos**

- projeção

Faz projeção de custo do produto baseado na sua estrutura de componentes, matéria-prima, utilização de máquinas e mão-de-obra. Permite inúmeras simulações.

- preço de venda

Com base na projeção de custos é formado o preço de venda por produto, que tanto pode ser definitivo quanto simulado.

- custo mensal

Caracteriza a apuração dos custos da empresa num determinado período, alocados em centros de custo e após apropriados aos produtos fabricados.

- rentabilidade mensal

Permite visualizar o resultado da empresa, apontando a rentabilidade por produto, por representante, por cliente, e total da empresa.

#### **2.4.2.6 Estoques**

- compras

Administra a área de suprimentos, cadastrando solicitações e pedidos de compras, possibilitando controle por fornecedor, produto, último preço praticado e outros.

- materiais

Controla o estoque físico e financeiro próprio, de terceiros e em terceiros, de cada produto, possibilitando a emissão de inventários e outros relatórios gerenciais, consulta de níveis de estoque, dados de consumo e outros.

- recebimento

Integrado com compras e materiais, controla a entrada das notas fiscais com acompanhamento até a liberação do item comprado para o consumo. Gera todas as informações necessárias ao contas a pagar, contabilidade e escrita fiscal.

- produto acabado

Controla o estoque físico e financeiro do produto acabado, possibilitando a emissão de inventários e outros relatórios gerenciais.

#### **2.4.2.7 Recursos humanos**

- ponto eletrônico

Faz a interface entre sistemas de ponto eletrônico e o sistema de folha de pagamento, importando e exportando informações das ocorrências diárias.

- obrigações legais

Emitte as guias de INSS, FGTS, contribuição sindical além da RAIS, declaração de rendimentos, relação de empregados do FGTS e CAGED, que também podem ser geradas em meio magnético.

- Rescisão

Realiza o cálculo de rescisões de contrato de trabalho por sindicato e tipo de rescisão. Emite o Aviso Prévio, Comunicação de Dispensa (CD) para o requerimento do seguro desemprego, além de outros relatórios.

- recrutamento

Fornece subsídios para a seleção e recrutamento das funções solicitadas, sugerindo os candidatos que preenchem os requisitos necessários. Após a escolha do candidato, o sistema permite a efetivação automática na folha de pagamento.

- folha de pagamento

Calcula e emite o recibo de pagamento, para a folha mensal, décimo terceiro salário e férias para os principais tipos de vínculos trabalhistas fornecendo além dos relatórios legais, diversos relatórios gerenciais. Controla valores para provisões e informações anuais.

- cargos e salários

Realiza o cálculo dos salários por faixa/enquadramentos, fornecendo diversos relatórios e consultas nesses níveis.

- treinamento

Controla todos os treinamentos internos e externos por funcionários, possibilitando um acompanhamento da qualificação de forma individual.

## **2.5 Open DataBase Connectivity (ODBC)**

ODBC é um método padrão de acesso a dados. Os dados que serão acessados precisam de um interpretador (*driver*), que conhece o formato do dado

armazenado, e de um gerenciador de conexão, que determina como a conexão tem que ser feita. Todas estas informações estão armazenadas em um módulo chamado *Data Source Name* (DSN) (ODBC. Disponível em: <<http://www.webopedia.com/TERM/O/ODBC.html>>. Acesso em: 15 mar. 2003).

O DSN significa justamente onde os dados são mantidos (geralmente um banco de dados em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD). O objetivo do *Data Source Name* é reunir todas as informações técnicas necessárias ao acesso dos dados, como o nome do *driver*, o endereço de rede e o software de gerenciamento de rede utilizado em um único lugar e tornar o acesso aos dados transparente para o usuário (DSN. Disponível em: <<http://www.webopedia.com/TERM/D/DSN.html>>. Acesso em: 15 mar. 2003).

Há dois tipos de fontes de dados: fontes de dados de máquina (*machine data sources*) e fontes de dados de arquivo (*file data sources*). Embora ambos possuam informações parecidas sobre a fonte dos dados, eles diferem principalmente no modo como a informação é armazenada. Devido a estas diferenças, possuem diferentes usos:

- Fontes de dados de máquina são armazenadas no sistema com um nome de usuário definido. Associada com o DSN está toda a informação necessária ao driver para se conectar a fonte de dados e que o gerenciador do driver necessita para coordenar todas as fontes de dados e drivers. Há dois tipos de fontes de dados de máquina: fontes de dados de usuário (*user data sources*) e fontes de dados de sistema (*system data sources*);
- Fontes de dados de arquivo são armazenadas em um arquivo e permitem que a conexão seja usada repetidamente por um único usuário ou compartilhada entre vários. Quando uma fonte de dados de arquivo é usada, o

gerenciador do driver realiza a conexão com a fonte de dados usando a informação de um arquivo .dsn. Este arquivo pode ser manipulado como qualquer arquivo texto (txt). Uma fonte de dados de arquivo não tem um DSN, como a fonte de dados de máquina, e não é registrada para nenhum usuário.

## 2.6 OLE for Process Control (OPC)

OPC é um padrão industrial de comunicação criado com a colaboração de vários fornecedores mundiais de hardware e software para automação em parceria com a Microsoft. O OPC permite que aplicações de software troquem dados mais facilmente entre si. O OPC é um padrão de software que também proporciona comunicação com aplicações gerenciais e dados de chão de fábrica (OPC Foundation. Disponível em: <[http://www.opcfoundation.org/01\\_about/01\\_history.htm](http://www.opcfoundation.org/01_about/01_history.htm)>. Acesso em: 12 set. 2002).

É baseado originalmente nas tecnologias *Component Object Model* (OLE COM) e *Distributed Component Object Model* (DCOM) da Microsoft, OPC definiu uma série de objetos padronizados, interfaces e métodos para uso em controle de processos e aplicações de automação da manufatura com o objetivo de facilitar a interoperabilidade entre os componentes destes sistemas.

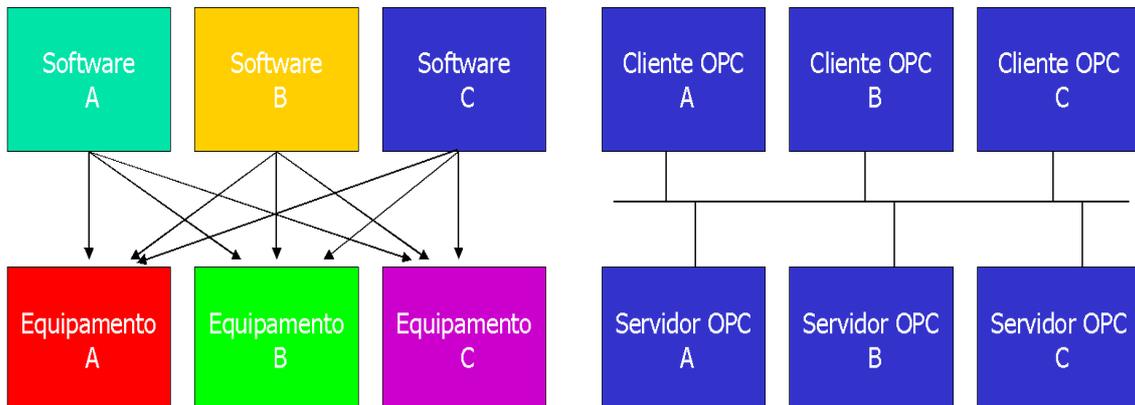


Figura 12: Arquitetura OPC

Fonte: OPC Foundation. Disponível em: <[http://www.opcfoundation.org/01\\_about/OPCOverview.pdf](http://www.opcfoundation.org/01_about/OPCOverview.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2002.

A organização que gerencia o padrão OPC é a OPC Foundation, que tem mais de 300 membros pelo mundo, incluindo os maiores fornecedores mundiais de sistemas de controle, instrumentação e automação. Os precursores da OPC Foundation – Fisher-Rosemount, Rockwell Software, Opto 22, Intellution e Intuitive Technology – desenvolveram a especificação básica do OPC em apenas um ano de trabalho. A primeira versão foi disponibilizada em agosto de 1996.

A OPC Foundation está apta a trabalhar de forma mais rápida e eficiente do que muitos outros grupos, porque o OPC foi desenvolvido sobre uma plataforma Microsoft conhecida. Os grupos que precisam definir padrões a partir do “zero” têm mais dificuldades e acabam levando muito mais tempo para chegar a um consenso.

O objetivo da OPC Foundation é desenvolver um padrão de comunicação aberto e flexível, que permita aos usuários escolher entre uma grande gama de soluções, além de reduzir consideravelmente os custos de desenvolvimento e manutenção dos fornecedores de hardware e software.

### 3 ANÁLISE DOS SOFTWARES DE MERCADO

Este capítulo apresenta os mais importantes softwares encontrados no mercado brasileiro, enfocando aspectos como funcionalidades, módulos e versões. A grande maioria dos softwares nasceu como soluções *Human Machine Interface/ Supervisory Control and Data Acquisition System* (HMI/SCADA), mas com as mudanças no mercado e a necessidade cada vez maior de informação, eles se transformaram em soluções completas para controle, automação e gerenciamento de informações no chão de fábrica.

Em muitos casos, estas soluções integradas surgiram através da compra ou fusão de empresas com diferentes tecnologias, com o objetivo justamente de oferecer uma solução completa ao cliente, que nos dias de hoje já não quer mais adquirir sistemas de vários fornecedores para depois tentar integrá-los. Desta forma, empresas fabricantes de CLPs desenvolveram softwares HMI/SCADA com recursos avançados de integração dos dados; empresas como a Siemens, que já possuíam sistemas integrados de CLPs e HMI/SCADA adquiriram empresas que pudessem fornecer uma solução *Manufacturing Execution Systems* (MES) integrada ao sistema de automação; outras empresas que forneciam equipamentos para controle e automação compraram fornecedores de soluções HMI/SCADA para complementar seus sistemas.

A seguir veremos quais são estes softwares e as principais características de cada um.

### 3.1 Axeda

Em janeiro de 2002, a empresa Ravisent Technologies Inc. e sua subsidiária eMation Inc, anunciaram a mudança de seus nomes para Axeda Systems Inc. Esta mudança é decorrente da aquisição da eMation pela Ravisent. A Axeda é a principal fornecedora de softwares e serviços de *Device Relationship Management* (DRM), que permite às empresas aperfeiçoarem seus negócios utilizando a Internet para o acesso à informações de dispositivos em tempo real.

Com o Axeda DRM System, as empresas podem monitorar, gerenciar e distribuir dispositivos de serviços inteligentes em qualquer parte do mundo. Este sistema permite a comunicação e o gerenciamento de dados desde o chão de fábrica até escritórios e mesmo apartamentos de executivos (SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: Axeda DRM. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/drmp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002).

Com esta mudança, a Axeda anunciou uma otimização de seu software SCADA (Wizcon), que faz parte da suíte de produtos WizFactory. Ela passará a se chamar Axeda Supervisor™. Esta nova versão oferecerá uma comunicação inteligente através da Internet (Firewall-Friendly™), possibilitando um sofisticado monitoramento e controle dos dispositivos conectados ao Axeda *Device Relationship Management System*. Desta forma, todos que hoje utilizam o software supervisorio Wizcon podem estender seu uso para integração ao Axeda DRM System.

### 3.1.1 Axeda Supervisor

O Axeda Supervisor é um conjunto de softwares para PC, totalmente integrados e de alta performance para aplicações industriais e prediais. Combina o controle discreto e de processos contínuos, SCADA com Internet, oferecendo as ferramentas necessárias para o desenvolvimento de uma solução completa de automação.

Pode-se desenvolver sistemas de controle com o WizPLC e visualizar e fornecer informações para usuários autorizados com o Wizcon for Windows and Internet.

O Axeda Supervisor visa simplificar a hierarquia dos sistemas de automação, resultando em menores custos de desenvolvimento e manutenção.

O Axeda Supervisor integra visualização, controle e Internet em um único pacote. A interface comum dos aplicativos reduz custos de treinamento e manutenção. A reutilização de componentes acelera o desenvolvimento dos aplicativos.

Utilizando um único banco de dados, os parâmetros são definidos apenas uma vez. Não é necessário importar/exportar dados de um sistema para outro. Os tags definidos em uma estação ficam disponíveis para qualquer outra estação da rede. O Axeda Supervisor permite adicionar estações e integrar sistemas de gerenciamento por toda a fábrica.

Com o Axeda Supervisor, pode-se publicar na Internet telas dinâmicas, gráficos de tendências e alarmes. A geração das telas é feita sem a necessidade de nenhum software adicional. Utilizando um navegador Web padrão com suporte a

linguagem Java, os usuários podem ter informações do processo em tempo real, em qualquer lugar e a qualquer hora.

Através dos padrões *OLE for Process Control* (OPC) e ODBC, pode-se integrar facilmente o Axeda Supervisor com vários aplicativos e sistemas de outros fabricantes.

São disponibilizados ainda mais de 150 drivers para a comunicação com os mais variados dispositivos de controle e aquisição de dados.

O conjunto de APIs, fornecido com o Axeda Supervisor, permite o desenvolvimento de aplicações específicas, utilizando linguagem C++, Visual Basic e SQL.

### **3.1.2 Wizcon for Windows and Internet**

O Wizcon é uma suíte de produtos para o desenvolvimento de aplicativos HMI/SCADA que oferece informações históricas e em tempo real do chão de fábrica a todos os níveis da fábrica. Com o Wizcon, pode-se criar aplicativos para os seguintes usos:

- Sistemas supervisórios baseados em Wizcon, rodando em Windows. Estes aplicativos podem ser visualizados através das estações de operação;
- Sistemas supervisórios Wizcon baseados na Web. Estes aplicativos podem ser visualizados através de um *browser* padrão sem a necessidade de softwares adicionais ou *plug-ins*.

O banco de dados de tempo real é desenvolvido utilizando as ferramentas de desenvolvimento do Wizcon. Este banco consiste de tags, alarmes e drivers de comunicação. As telas são desenvolvidas com objetos gráficos, visualizador de eventos/alarmes e gráficos históricos e on-line (SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: Wizcon for Windows/Internet. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizwinp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002).

### 3.1.3 WizReport

WizReport é uma ferramenta para tratamento de dados de processos industriais que simplifica a tarefa de gerar relatórios. O WizReport fornece todas as ferramentas necessárias para formatar relatórios, gravar dados em tempo real, realizar cálculos, desenvolver programas compatíveis com Visual Basic *for Applications* (VBA), e ainda programar a execução de determinadas tarefas. Com o WizReport, pode-se configurar relatórios para rodar automaticamente, baseados em eventos, horários pré-definidos, periodicamente ou de forma manual, conforme necessidade.

O WizReport pode acessar dados em tempo real de vários softwares *Human-Machine Interface* (HMI), *Supervisory Control and data Acquisition System* (SCADA) ou outros softwares compatíveis através de servidores *OLE for Process Control* (OPC) e links *Dynamic Data Exchange* (DDE), ou diretamente dos softwares Wizcon e Fix Scada. O WizReport pode ainda obter dados de arquivos de textos pré-formatados (arquivos CSV) e de bancos de dados que utilizem *Open DataBase Connectivity* (ODBC), como Access, Paradox, Oracle ou SQL Server. Estes dados

podem estar armazenados em um único microcomputador ou em vários servidores de dados interligados por uma rede.

Com o WizReport, pode-se desenvolver graficamente e interativamente pesquisas em bancos de dados e criar relatórios sofisticados em um ambiente de trabalho integrado, usando dados históricos e em tempo-real gerados pelos softwares de automação industrial. O WizReport trabalha em conjunto com o software Crystal Reports™, da Seagate, resultando em uma poderosa aplicação para coleta, escalonamento e apresentação de informações em forma de relatórios.

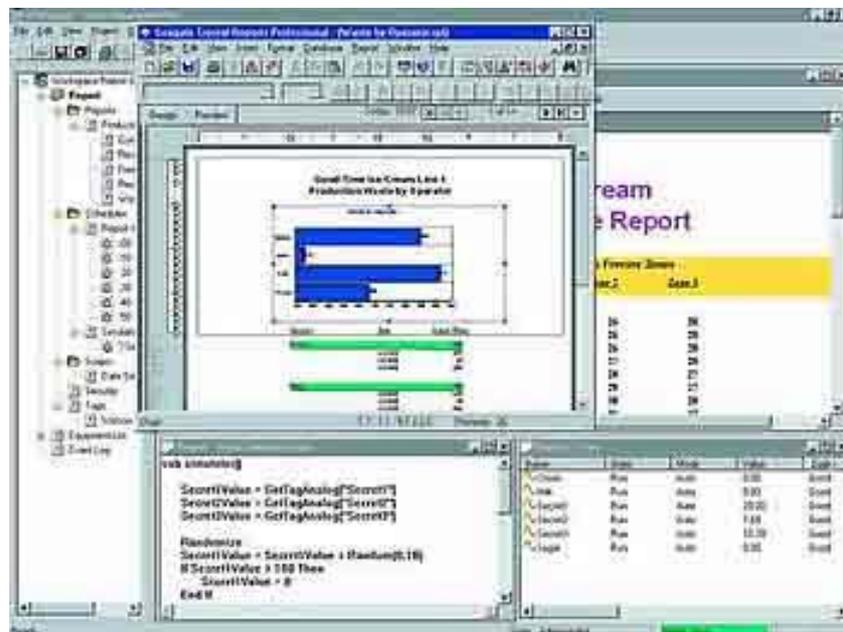


Figura 13: WizReport

Fonte: SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: WizReport. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizreportp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.

Usando dados históricos e em tempo real, pode-se criar registros de cada batelada, dados periódicos do processo e resumos das atividades diárias e depois apresentar estes dados em vários formatos de relatórios, inclusive Excel, Lotus, *Rich Text Format* (RTF) e *HyperText Markup Language* (HTML), para visualização através de Intranet/Internet. Pode-se ainda imprimir os relatórios ou visualizá-los on-

line utilizando o próprio WizReport (SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: WizReport. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizreportp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002).

#### **3.1.4 WizScheduler**

O WizScheduler é um módulo para o Wizcon que permite aos usuários planejar, programar e executar uma variedade de tarefas baseadas em data e hora. A interface calendário permite definir atividades recorrentes ou que aconteçam esporadicamente.

Com o WizScheduler, é possível fazer as seguintes configurações:

- Definir modelos semanais para as diferentes semanas do ano;
- Definir horários de dias de folga;
- Atribuir modelos semanais para períodos específicos do ano;
- Fazer modificações temporárias para horários de dias específicos;
- Definir um grupo de tarefas, que o Wizcon pode executar automaticamente em um único comando.

Além do calendário anual do WizScheduler, pode-se também criar calendários personalizados. Os usuários podem definir quando uma semana ou um dia começa ou termina, quais tarefas devem ser executadas todos os dias e também o intervalo de tempo entre as tarefas.

O WizScheduler também permite ao usuário inserir uma nova tarefa a uma certa hora do dia que não esteja no calendário. Com um clique do mouse, uma linha de tarefa é incluída e a hora definida. Esta linha será posicionada automaticamente

no calendário de acordo com a hora inserida (SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: WizScheduler. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizschedp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002).



Figura 14: WizScheduler

Fonte: SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: WizScheduler. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizschedp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.

### 3.1.5 WizPLC

O WizPLC é um software de controle lógico baseado em microcomputadores PC, que funciona integrado ao software SCADA Wizcon. É baseado na norma IEC 61131-3 e favorece o desenvolvimento de soluções PC abertas, integrando em um único ambiente as funções de SCADA e CLP.



Figura 15: WizPLC

Fonte: SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: WizPLC. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizplcp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.

As principais características do WizPLC são:

- Suporta todas as linguagens do padrão IEC 61131-3 (Ladder, Diagrama de Blocos, Fluxogramas, Texto Estruturado e Lista de Instruções);
- Permite monitoração e depuração remota de aplicativos;
- Permite o desenvolvimento de funções e bibliotecas customizadas;
- Totalmente integrado ao Wizcon;
- Suporta grande variedade de protocolos de comunicação (SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: WizPLC. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizplcp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002).



Figura 16: Configuração do WizPLC

Fonte: SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: WizPLC. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizplcp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.

### 3.1.6 Web@aGlance

O Web@aGlance é uma ferramenta utilizada para a visualização de informações a partir de qualquer lugar através de um navegador Internet (*Browser*). Usuários autorizados podem acessar informações a qualquer hora e em qualquer lugar do mundo.

O Web@aGlance tem conectividade com os principais sistemas SCADA, SDCD e Sistemas de Dados Históricos do mercado. É instalado apenas no micro que possui o Servidor Web e não necessita de nenhum software adicional nas estações clientes.

O Web@aGlance utiliza um *Browser* comercial (Internet Explorer, Netscape) como ambiente de desenvolvimento de aplicativos Web e fornece vários Wizards para facilitar a criação e personalização de gráficos históricos e em tempo real. O editor de telas automaticamente cria o *applet* Java e a conectividade com o servidor de dados remoto (servidores @aGlance, como SCADA e SDCD) sem a

necessidade de nenhuma programação, apenas utilizando os recursos *drag&drop* (arrastar e soltar).

Utilizando o poder da linguagem Java, as telas animadas e os gráficos do Web@aGlance podem ser visualizados em qualquer *Browser* comercial rodando nos sistemas Windows, Macintosh ou Linux.

As telas geradas pelo Web@aGlance garantem alta performance mesmo utilizando acesso discado à Internet. A troca de dados entre o Servidor Web e o *Browser* é dirigida por eventos, gerando pouco tráfego na rede e otimizando o desempenho. O protocolo *HiperText Transport Protocol* (HTTP) é utilizado para comunicação e possibilita o uso de tecnologias de segurança, criptografia de dados e Firewalls.

O Web@aGlance oferece ferramentas para troca de dados entre sistemas que nativamente não podem ser integrados, conectividade com produtos DDE cliente, conversores OPC Server, clientes como Excel, Visual Basic e C++, desenvolvimento de servidores para plataforma Windows, Open VMS e HP-UX, e conversores de telas nativas de sistemas SCADA para HTML

O Web@aGlance dispõe de servidores de dados para os mais variados fornecedores de sistemas de automação, como: Aspen Technology, ABB, Control Systems International, Elsas Bailey, Fischer-Rosemount (*Emerson Process Management*), The Foxboro Company, GE Fanuc Automation Corporation, Gensym Corporation, GSE Systems, Honeywell, Intellution, OPC Servers, OSI Software, Siebe Plc, Siemens Automation & Drivers, Wonderware, Yokogawa e Solutions Sciences (SimSci) (SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: Web@aGlance. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/webintrop.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002).

## 3.2 Intellution

### 3.2.1 iFIX

O *iFIX* é o componente HMI/SCADA da família Intellution. Baseado no sistema operacional Windows, este software oferece segurança e performance para monitoração e controle de processos industriais. O *iFIX* pode ser utilizado em uma grande variedade de indústrias, incluindo processos discretos, contínuos e em batelada.

As principais características do *iFIX* são:

- Monitoração de dados em tempo real;
- Gráficos históricos e on-line;
- Registro e visualização de alarmes;
- Biblioteca de objetos;
- Configuração on-line do aplicativo;
- Suporte a OPC, ActiveX e ODBC;
- Controle supervisorio;
- Scripts baseados em Visual Basic for Application (VBA);
- Relatórios em Crystal Reports;
- Arquitetura Cliente / Servidor;
- Suporte para iHistorian;
- Compatível com Windows CE utilizando o iVisualize;
- Compartilhamento de dados em todos os níveis da empresa;
- Baseado nas mais importantes tecnologias da Microsoft, como VBA, COM/DCOM e OPC (INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: iFix. Disponível

em: <<http://www.automacao.com.br/produtos/IntellutionDynamics/iFIX/default.htm>>.

Acesso em: 05 set. 2002).

### 3.2.2 iBatch

O *iBatch* é um software que provê coleta de dados, administração e controle de bateladas baseados na norma ISA S88.01. Disponibiliza em tempo real, informações necessárias sobre as bateladas em execução, auxiliando nas tomadas de decisão. Os dados podem ser disponibilizados em bancos de dados relacionais, como SQL Server, Oracle, Informix, entre outros.

O *iBatch* permite a alocação dinâmica dos equipamentos durante a execução da batelada, diminuindo o tempo médio das bateladas e aumentando a produtividade e maximizando a utilização dos equipamentos disponíveis.

O módulo *iWorkInstruction* do *iBatch* possibilita criar instruções de trabalho que são armazenadas e mantidas eletronicamente e que fornecem instruções detalhadas de como executar cada etapa do processo. Possibilita também registrar todos os dados coletados automaticamente de uma batelada, além de comentários dos operadores do processo.

Permitindo melhor integração entre chão de fábrica e sistemas corporativos, o *iBatch* possibilita a manufatura de produtos que dependem de receitas e fórmulas vindas de aplicativos MES de terceiros ou de sistemas *Enterprise Resource Planning* (ERP). Oferece também informações da produção em tempo real, através da característica *Active Journaling*, permitindo decisões mais rápidas e precisas. Além disso, as soluções com o *iBatch* podem comunicar com qualquer servidor OPC, facilitando a troca de dados entre o servidor *iBatch* e outros sistemas de chão de fábrica, como Controladores Programáveis (CP's) e softwares *Supervisory Control and Data Acquisition System* (SCADA).

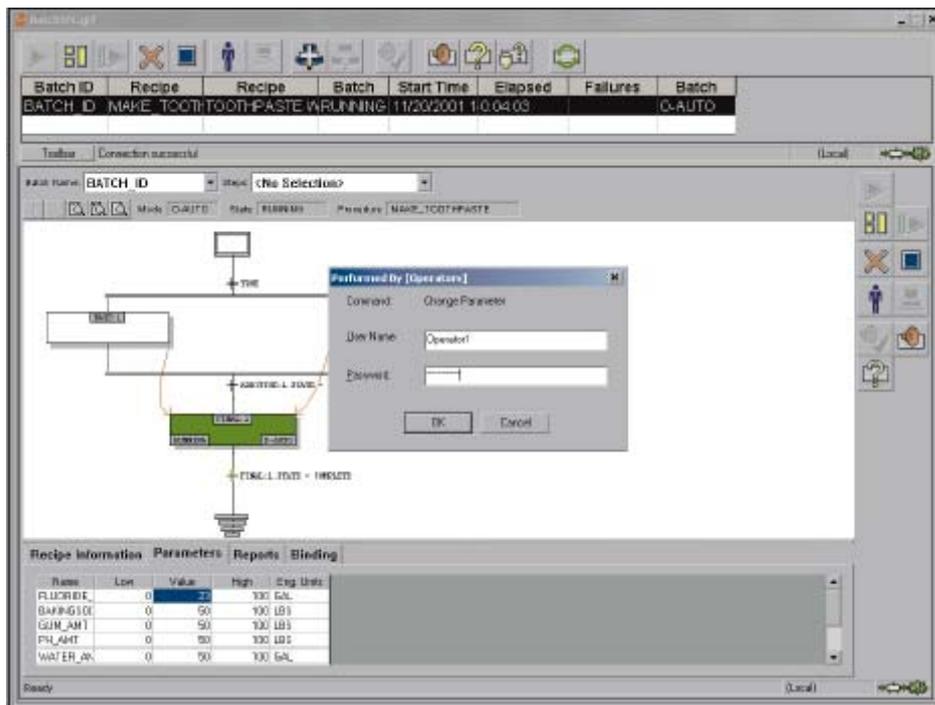


Figura 17: InBatch

Fonte: INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: iBatch. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/produtos/IntellutionDynamics/iBatch/default.htm>>. Acesso em: 05 set. 2002.

A grande vantagem do *iBatch* é facilitar a criação, distribuição de relatórios das bateladas, utilizando o *Active Journaling*. Dados em tempo real de todas os aspectos da operação ficam imediatamente disponíveis para gerar

relatórios atualizados – como consumo de material, utilização de recursos, erros de processo e outras informações críticas sobre a execução de uma batelada. Os registros eletrônicos da batelada criados pelo *iBatch* podem ser armazenados e gerenciados a partir de qualquer banco de dados relacional compatível com ODBC.

O *iBatch* pode ser utilizado em qualquer tipo de processo que possua operações de batelada, como por exemplo: indústria alimentícia e de bebidas, indústria química, indústria farmacêutica e de produtos de consumo (INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: *iBatch*. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/produtos/IntellutionDynamics/iBatch/default.htm>>.

Acesso em: 05 set. 2002).

### 3.2.3 *iHistorian*

O *iHistorian* representa uma nova geração de tecnologia de coleta de dados históricos e oferece a base para implementar, de forma inteligente, o gerenciamento da fábrica. Pode ser facilmente integrado com outras soluções da Intellution, como o *iFix*, software HMI/SCADA que oferece visualização e controle supervisão, ou o *iDowntime*, que permite o rastreamento dos dados do *iHistorian* identificando automaticamente paradas de equipamentos e de linhas de produção.

Os históricos tradicionais coletam, arquivam e recuperam dados analógicos do processo em séries de tempo. O *iHistorian* vai além, suportando também grande gama de tipos de dados, simples ou complexos, incluindo textos e *Binary Large Objects* (BLOBs).

O *iHistorian* também introduz o conceito de relacionamento entre dados através da indexação de pontos. Por exemplo, a identificação de uma batelada pode ser armazenada como texto. Assim, os dados de processo podem ser recuperados de acordo com a identificação da batelada, sem necessidade de saber quando a batelada foi executada.

O *iHistorian* foi projetado para permitir análise de arquivos de dados históricos, tanto através de programas quanto por acesso direto pelos usuários. Os usuários podem acessar os dados do *iHistorian* a partir do software *iFIX* da Intellution, através de ODBC ou então através de um *Add-in* no Excel.

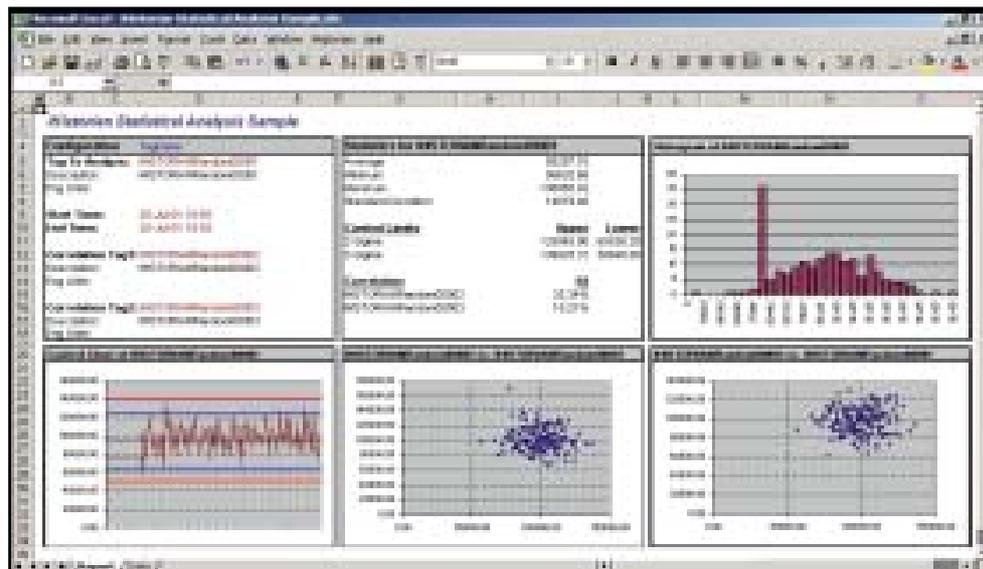


Figura 18: iHistorian

Fonte: INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: iHistorian. Disponível em: <http://www.automacao.com.br/iHistorian/default.htm>. Acesso em: 05 set. 2002.

O *iHistorian* pode ser configurado e mantido a partir de qualquer computador rodando o Internet Explorer 5.5 da Microsoft que possa acessar o servidor URL, ou a partir de qualquer máquina na mesma rede onde o administrador via Windows tenha sido instalado.

Nas aplicações clientes, os dados do *iHistorian* podem ser acessados usando qualquer linguagem de programação compatível com os servidores de automação OLE, como Visual Basic, VBA, C++, J++, entre outras.

A arquitetura do sistema *iHistorian* pode ser ampliada facilmente, o que significa que é possível ter qualquer quantidade de servidores e clientes. É possível configurar o sistema com todos os componentes rodando em uma única estação, em um sistema distribuído ou então utilizando arquitetura de três camadas que separa os processos de coleta, armazenamento e apresentação dos dados. Um sistema *iHistorian* não é restrito a um único servidor. Cada um dos clientes *iHistorian* pode conectar com vários servidores simultaneamente e obter representação unificada dos dados dos diferentes servidores (INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: *iHistorian*. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/iHistorian/default.htm>>. Acesso em: 05 set. 2002).

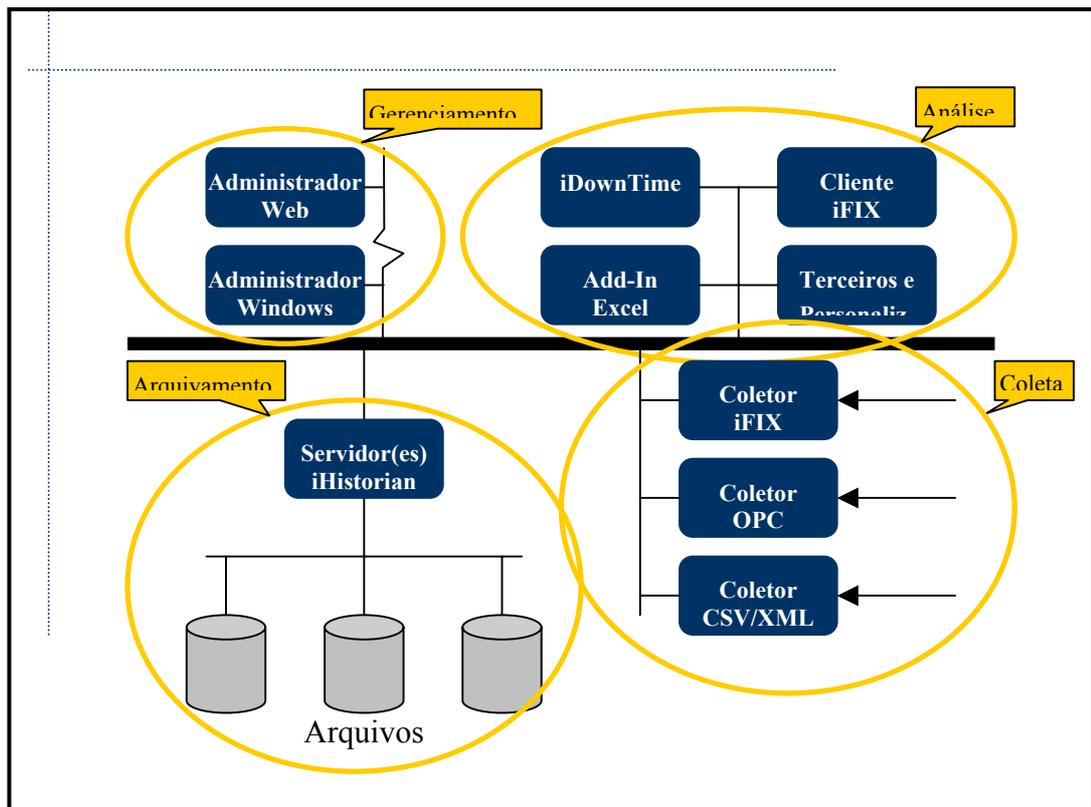


Figura 19: Arquitetura do iHistorian

Fonte: INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: iHistorian. Disponível em: <http://www.automacao.com.br/iHistorian/default.htm>. Acesso em: 05 set. 2002.

### 3.2.4 iDowntime

O *iDowntime* é um software que permite aumentar a Eficiência Geral do Equipamento *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), maximizar as capacidades de produção e aumentar significativamente a performance das linhas de produção através da análise das paradas de máquinas e linhas de produção e da eficiência dos processos.

Até alguns anos atrás, este tipo de análise somente poderia ser feito através da adoção de sistemas MES completos, cujos custos e complexidade eram bem maiores.

O *iDownTime* armazena as informações das paradas, fornecendo um conjunto completo de eventos organizados por locação (partes de um equipamento ou processo) e razões (causas das paradas). Uma vez coletadas, estas informações podem ser visualizadas através de relatórios no Microsoft Excel.

O *iDownTime* possibilita que os dados disponíveis no *iHistorian* identifiquem automaticamente, por locação, os eventos de paradas dos equipamentos. Uma vez que a informação está disponível, as razões das paradas podem ser registradas automaticamente ou editadas pelos operadores com permissão. Estes dados ficam disponíveis em um objeto do *iFIX* chamado “ActiveX DownTime Control” e podem ser organizados em relatórios utilizando-se o *Add-in* Excel (INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: *iDownTime*. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/iDownTime/default.htm>>. Acesso em: 05 set. 2002).

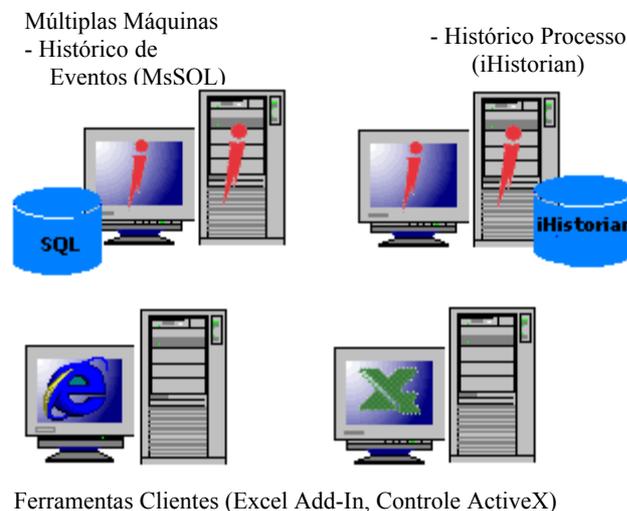


Figura 20: Arquitetura do *iDownTime*

Fonte: INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: *iDownTime*. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/iDownTime/default.htm>>. Acesso em: 05 set. 2002.

### 3.2.5 iWebServer

O iWebServer é um software que permite visualizar dados e gráficos de processo através da Internet/Intranet, utilizando um *browser* padrão, como o Internet Explorer ou Netscape, sem a necessidade da instalação de softwares adicionais nas máquinas clientes.

O iWebServer deve ser utilizado em conjunto com o *iFIX*, o software HMI/SCADA que realizará a coleta dos dados do processo que serão disponibilizados através da Internet/Intranet. Para maior segurança do processo, o iWebServer permite apenas a monitoração dos dados, não sendo permitido nenhum controle sobre o processo (INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: iWebServer. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/produtos/default.htm>>. Acesso em: 05 set. 2002).

### 3.3 Elipse

A Elipse software foi fundada em Porto Alegre em junho de 1988, e desde então dedica-se ao desenvolvimento de softwares para a área industrial. Nos primeiros três anos, a Elipse desenvolveu softwares sob medida para processos de automação industrial. A partir de 1991 a empresa passou a dedicar-se exclusivamente ao desenvolvimento e comercialização do Elipse 21, software de supervisão e controle de processos para ambiente MS-DOS. Em 1993, a empresa lançou o Elipse Windows, acompanhando a popularização deste sistema operacional.

A Elipse possui hoje dois escritórios no Brasil (Porto Alegre e São Paulo) e mais duas filiais, uma nos Estados Unidos e outra na Alemanha.

A Elipse oferece hoje dois produtos: Elipse SCADA e o novo Elipse E3.

### **3.3.1 Elipse SCADA**

O Elipse SCADA permite a criação e execução de aplicativos *Human Machine Interface* (HMI) e SCADA para processos de qualquer natureza. Através da coleta de informações de qualquer tipo de equipamento de controle, os operadores podem monitorar e controlar todos os processos de chão de fábrica, bem como máquinas e recursos, gerenciando de forma rápida e eficiente toda a produção. Os dados são apresentados de forma gráfica em tempo real, permitindo o tratamento das informações de forma simples e organizada.

O Elipse SCADA pode trocar dados com vários equipamentos de aquisição de dados, como Controladores Programáveis (CPs), Unidades Remotas (RTUs) e controladores *single-loop*, e com outros sistemas, através da comunicação OPC. Possui ainda a ferramenta ODBC, para troca de dados com bancos de dados relacionais.

O Elipse SCADA é oferecido em quatro versões:

- Elipse View: é a versão utilizada para a construção de interfaces de operação para monitoração e acionamento de equipamentos. Possui visualização de variáveis de forma gráfica, programação de *setpoints*, controle de acesso, visualização de alarmes, scripts, servidor e cliente DDE. Esta é a versão mais simples do Elipse SCADA;

- Elipse MMI: além das funções oferecidas pela versão *View*, possui banco de dados proprietário, relatórios formatados, históricos, receitas, controle de alarmes e Controle Estatístico do Processo (CEP). É a versão ideal para qualquer porte de sistema, onde não haja necessidade de conexão com bancos de dados externos via ODBC ou *Data Access Objects* (DAO) ou quando não seja necessário enxergar outras estações através da rede;

- Elipse PRO: além das funções disponibilizadas na versão MMI, permite trocar dados em tempo real com outras estações através do servidor Elipse TCP/IP, conectar-se com bancos de dados, realizar comandos e programar setpoints através de rede local ou linha discada. Permite a comunicação com equipamentos e sistemas via OPC e conexão com softwares de controle SoftPLC de terceiros.

- Elipse Power: esta versão foi desenvolvida para aplicação em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia. Possui recursos avançados como a conexão com IDEs e RTUs através de protocolos como IEC 870-5 e DNP 3.0. O Elipse Power permite o sequenciamento de eventos com precisão de 1 ms, oscilografia e telesupervisão. É possível também sincronizar o relógio do computador que controla o processo com equipamentos remotos via GPS (ELIPSE Software. Produtos: Elipse SCADA. Disponível em: <<http://www.elipse.com.br>> Acesso em: 15 set. 2002).

Algumas ferramentas adicionais podem ser incorporadas a qualquer produto da linha Elipse SCADA. São elas: Elipse Watcher e Elipse Web.

### **3.3.1.1 Elipse Watcher**

Este módulo oferece recursos de captura, registro e transmissão digital de imagens em tempo real. Suporta diversos padrões gráficos, inclusive MPEG, permitindo a visualização das imagens em janelas com tamanhos definidos pelo usuário. Funciona com placas de captura de vídeo e permite o uso de multiplexadores para a ampliação do número de câmeras utilizadas. Possibilita a criação de um banco de dados de imagens com busca por período ou evento. A transmissão das imagens em tempo real pode ser feita via TCP/IP ou linha discada. Este módulo é usado em aplicações de automação predial e residencial, segurança ou quando se necessita de imagens em tempo real do processo.

### **3.3.1.2 Elipse Web**

Este módulo permite a supervisão de processos através da Internet/Intranet. Utilizando um browser padrão como Internet Explorer ou Netscape, o Elipse Web permite conectar-se a uma estação de supervisão remota, recebendo dados em tempo real. O Elipse Web utiliza Java Applets e Windows Sockets, obtendo uma boa performance na transmissão de dados e carregamento das telas. A conversão das telas da aplicação para exibição na Web é bastante simples, bastando apenas alguns comandos, sem a necessidade de programação adicional.

### 3.3.2 Elipse E3

O software E3 é a terceira geração de software HMI/SCADA, desenvolvido com os mais modernos conceitos de software, trazendo mais flexibilidade, facilidade de uso e poderosos recursos de programação. Totalmente voltado à operação em rede e aplicações distribuídas, o E3 oferece um novo e avançado modelo de objetos, uma poderosa interface gráfica e facilidades de conexão com outros dispositivos e aplicativos.

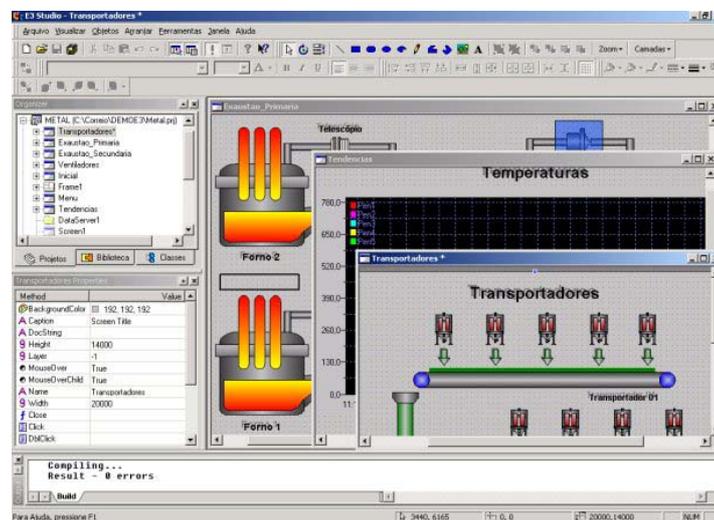


Figura 21: Elipse E3

Fonte: ELIPSE Software. Produtos: Elipse E3. Disponível em: <<http://www.elipse.com.br>>. Acesso em: 15 set. 2002.

Os novos recursos e ferramentas de edição facilitam o desenvolvimento de aplicações e diminuem o tempo de configuração de aplicativos. A estrutura de projeto modular com processamento distribuído em rede integra recursos de vídeo e suporte a tecnologias como COM/DCOM, ActiveX e OPC.

Com o Elipse E3 é possível realizar a comunicação com grande número de dispositivos de controle e aquisição de dados. As informações podem ser

apresentadas através de interfaces gráficas, em um computador *stand-alone*, em computadores em rede ou pela Internet/Intranet. Possui registro e análise de dados através de históricos, controle dos alarmes, conexão com bancos de dados e linguagem de scripts. Pode trabalhar em sistemas *hot-standby* e *hot-backup*.

O E3 é composto de três programas:

- E3 Server: é o programa servidor de dados, onde são processadas as comunicações e gerenciados todos os módulos do software. O E3 Server fornece as informações aos clientes de dados, principalmente os *Viewers*. Pode ser configurado para rodar em uma ou várias máquinas independentes. O E3 Server está dividido em versão *Advanced* e *Enterprise*, e ambas possuem uma licença do E3 *Viewer*;

- E3 Viewer: é o ambiente com a interface de execução dos aplicativos gerados pelo Studio. Realiza a interface gráfica do usuário com o processo, permitindo a navegação pelas telas e a visualização dos dados do E3 Server. Podem ser executados vários *Viewers* conectados ao Server via TCP/IP;

- E3 Studio: é a ferramenta integrada de configuração da aplicação. Através do Studio são configurados todos os módulos da aplicação E3 (ELIPSE Software. Produtos: Elipse E3. (Disponível em: <<http://www.elipse.com.br>>. Acesso em: 15 set. 2002).

Outras ferramentas completam a solução E3. São elas: E3 Reports, E3 Web Server, E3 Recipes, E3 DataBase pack for Oracle, E3 DataBase pack for SQL e E3 Power Lib.

### **3.3.2.1 E3 Reports**

Permite a criação e impressão de relatórios, incluindo dados de variáveis on-line ou de bancos de dados. Permite a utilização de listas, filtros, operações matemáticas e lógicas. Os dados podem ser publicados em formato HTML para visualização na Internet/Intranet em conjunto com o E3 Web Server ou ainda visualizados em formato PDF (Adobe Acrobat).

### **3.3.2.2 E3 Web Server**

Permite a publicação da interface gráfica do E3 Viewer ou do E3 Report para visualização via Internet/Intranet, através de um browser padrão. O E3 Web Server permite a conexão simultânea de dezenas de conexões e pode ter seu processamento compartilhado entre vários computadores.

### **3.3.2.3 E3 Recipes**

É um módulo adicional para controle de processos, que inclui os módulos de fórmulas integrados com uma ferramenta de SoftPLC, baseada na norma IEC 61131-1, norma essa que define as linguagens de programação para CLPs.

#### **3.3.2.4 E3 DataBase Pack for Oracle**

Permite que o módulo DataBase de qualquer E3 Server se conecte a um banco de dados Oracle. Inclui código nativo para este banco de dados.

#### **3.3.2.5 E3 DataBase Pack for SQL**

Permite que o módulo DataBase de qualquer E3 Server se conecte a um banco de dados compatível com Microsoft SQL. Também inclui código nativo para este modelo de banco de dados.

#### **3.3.2.6 E3 Power Lib**

É uma biblioteca de objetos para sistemas elétricos. Possui suporte a funções como SOE (Sequenciamento de Eventos) e suporte aos protocolos IEC 870-5-101 e 103 e DNP 3.0.

### **3.4 Indusoft**

Fundada em 1998, a Indusoft oferece uma poderosa família de softwares para uso industrial, baseados no sistema operacional Windows, para aplicação em supervisão, controle e automação de processos.

A estratégia da Indusoft é proporcionar a pessoas e empresas o desenvolvimento de interfaces gráficas, integração com *browsers* e utilizar todo o

poder de comunicação da Internet. A Indusoft oferece ao mercado três produtos: Indusoft, CEView e Indusoft Web Studio.

### 3.4.1 Indusoft

O software Indusoft é um conjunto de ferramentas para automação, projetado para o desenvolvimento de aplicações *Human-Machine Interface* (HMI), rodando em computadores palmtop, até completos sistemas SCADA rodando nos mais modernos e poderosos computadores. Pode ser configurado para supervisionar desde máquinas ou pequenos processos até grandes sistemas distribuídos de controle e automação de processos. O Indusoft possui drivers para a comunicação com a maioria dos equipamentos de controle e aquisição de dados e é compatível com a maioria das redes e protocolos utilizados em sistemas automatizados. Esta conectividade com outros softwares Windows, permite que o Indusoft seja utilizado para integração com sistemas MES, ERP e outros sistemas de gestão.

As principais ferramentas do Indusoft são:

- Editor de telas com gráficos orientados a objeto;
- Banco de dados avançado com classes, *arrays* e ponteiros;
- Biblioteca de funções matemáticas;
- Interfaces DDE, NetDDE e ODBC;
- Sistema de segurança configurável;
- Gráficos históricos e em tempo real;
- Registro e visualização de alarmes do processo;

- Biblioteca de símbolos para o desenvolvimento de telas;
- Geração de relatórios;
- Receitas em formatos padronizados para interação com outros sistemas (INDUSOFT, Tools for Automation. Produtos: Indusoft. (Disponível em: <[http://www.indusoft.com/products\\_indusoft.asp](http://www.indusoft.com/products_indusoft.asp)>. Acesso em: 16 set. 2002).

### 3.4.2 CEView

O software CEView é o primeiro software desenvolvido no mundo para monitoração e controle de processos utilizando o sistema operacional Windows CE. O CEView pode rodar em *handhelds*, palmtops, PCs móveis e PDAs que possuam pelo menos 4 MB de memória.

O CEView é baseado no software Indusoft e possui praticamente todas as ferramentas disponíveis. Pode ser considerado um sistema completo para monitoração e controle de processos que cabe na palma da mão.

As aplicações podem ser desenvolvidas e testadas em microcomputadores com o sistema Windows e depois de aprovadas simplesmente carregadas nas máquinas portáteis. As telas, relatórios, receitas e gráficos são criados com as mesmas ferramentas do software Indusoft para Windows. Todos os drivers de comunicação com controladores programáveis e outros dispositivos estão disponíveis na versão CEView, inclusive utilizando o protocolo TCP/IP (INDUSOFT, Tools for Automation. Produtos: CEView. Disponível em: <[http://www.indusoft.com/products\\_ceview.asp](http://www.indusoft.com/products_ceview.asp)>. Acesso em: 16 set. 2002).

### 3.4.3 Indusoft Web Studio

O software Indusoft Web Studio é um conjunto de ferramentas para automação que possui todas as funcionalidades necessárias ao desenvolvimento de aplicações *Human Machine Interface* (HMI) e *Supervisory Control and Data Acquisition System* (SCADA). Pode rodar em ambiente Windows e Windows CE e ainda na Internet/Intranet.

As principais características do Indusoft Web Studio são:

- Possui uma interface gráfica poderosa para o desenvolvimento de sistemas de automação;
- Permite a publicação de telas gráficas dinâmicas, gráficos, alarmes, relatórios e receitas em um *browser* padrão;
- Permite a troca de dados com dispositivos *wireless* e móveis;
- Importa e exporta receitas, relatórios e dados no formato *eXtra Markup Language* (XML);
- Utiliza o mesmo ambiente de desenvolvimento para aplicações rodando em Windows, Windows CE ou na Web;
- Fácil integração com outros aplicativos Windows, como Word e Excel;
- Possui interface com outros sistemas como Java e Visual Basic;
- Permite configuração on-line e gerenciamento remoto da aplicação;
- Sistema de alarmes que permite o envio de mensagens para vários destinos, como as telas, e-mail, *browser* e arquivos;
- Conformidade com os principais padrões de software industrial, como Microsoft DNA, OPC, DDE, ODBC, XML e ActiveX (INDUSOFT, Tools for Automation. Produtos: Indusoft Web Studio. Disponível em:

<[http://www.indusoft.com/products\\_indusoft\\_web\\_studio.asp](http://www.indusoft.com/products_indusoft_web_studio.asp)>. Acesso em: 16 set. 2002).

### **3.5 Wonderware**

Fundada em 1987, a Wonderware foi a pioneira no desenvolvimento de softwares HMI/SCADA para automação de processos industriais. Tem como missão o desenvolvimento de suítes que auxiliem o cliente na sua estratégia, no planejamento e decisões, baseados em informações de chão de fábrica.

Baseada em Lake Forest, Califórnia, a Wonderware tem escritórios de vendas e desenvolvimento na América do Norte, América Latina, Europa e Ásia. A Wonderware tem hoje mais de 180.000 aplicações em mais de 30.000 plantas ao redor do mundo.

Hoje a Wonderware é uma unidade operacional da divisão de gerenciamento da produção do grupo Invensys, que inclui também APV, Avantis, Baan, Esscor, Eurotherm, Foxboro, PacSim, SIMSCI e Triconex. O objetivo da divisão é incrementar a performance dos recursos de produção e maximizar o retorno dos investimentos em produtos de tecnologia (WONDERWARE Invensys. Disponível em: <[http://www.wonderware.com/about\\_us/who\\_we\\_are/](http://www.wonderware.com/about_us/who_we_are/)>. Acesso em: 18 set. 2002).

### 3.5.1 InTouch

O InTouch é o software HMI/SCADA da Wonderware. Segundo a ARC (Automation Research Corporation), o InTouch é hoje o Software de Supervisão mais utilizado no mundo, com 22% do mercado global. Mais de 180.000 cópias do InTouch estão rodando em todo o mundo.

Utilizando-se de sua tecnologia em comunicações e dos padrões da Microsoft, o InTouch oferece um ambiente de desenvolvimento aberto e de fácil compreensão. Com o InTouch, o usuário pode utilizar as mais modernas ferramentas de desenvolvimento de sistemas, como ActiveX, OPC, ODBC e DDE.

O InTouch pode ser usado como interface gráfica para outras ferramentas da Wonderware, como InBatch, InControl e IndustrialSQL Server (WONDERWARE Invensys. Products: InTouch. Disponível em: <<http://www.wonderware.com/products/visualization/intouch>>. Acesso em: 18 set. 2002).

### 3.5.2 InControl

O software InControl é o componente Soft Logic do pacote Factory Suite. É baseado no sistema operacional Windows e possui uma arquitetura que permite controle em tempo real. Com o InControl pode-se projetar, criar, testar e rodar aplicações para controle de processos.

O InControl é uma alternativa mais barata e eficiente aos PCs. Por rodar sobre um sistema operacional padrão, o InControl oferece maior poder de conectividade e desenvolvimento de lógicas complexas para aplicações discretas,

contínuas em batelada. Possui maior capacidade de programação em relação aos micro-CPs e menor custo por ponto de controle em relação aos CPs médios.

O InControl segue as normas IEC 61131-3, permitindo a programação nas linguagens Ladder (*Relay Ladder Logic* - RLL), Blocos de Função (*Sequential Function Chart* - SFC) e Texto Estruturado (*Structured Text* - ST). É compatível com os mais populares sistemas de aquisição de dados, como Opto22, Grayhill e Sixnet e com os mais importantes protocolos de comunicação, como Profibus, Modbus, Interbus e OPC.

Utiliza as mais modernas tecnologias Microsoft DNA, como ActiveX e COM+ para garantir um ambiente de desenvolvimento robusto e flexível. Integrado ao Factory Suite, o InControl provê uma linguagem avançada de scripts e disponibiliza informações em tempo real (WONDERWARE Invensys. Products: InControl. Disponível em: <<http://www.wonderware.com/products/control/incontrol/>>. Acesso em: 18 set. 2002).

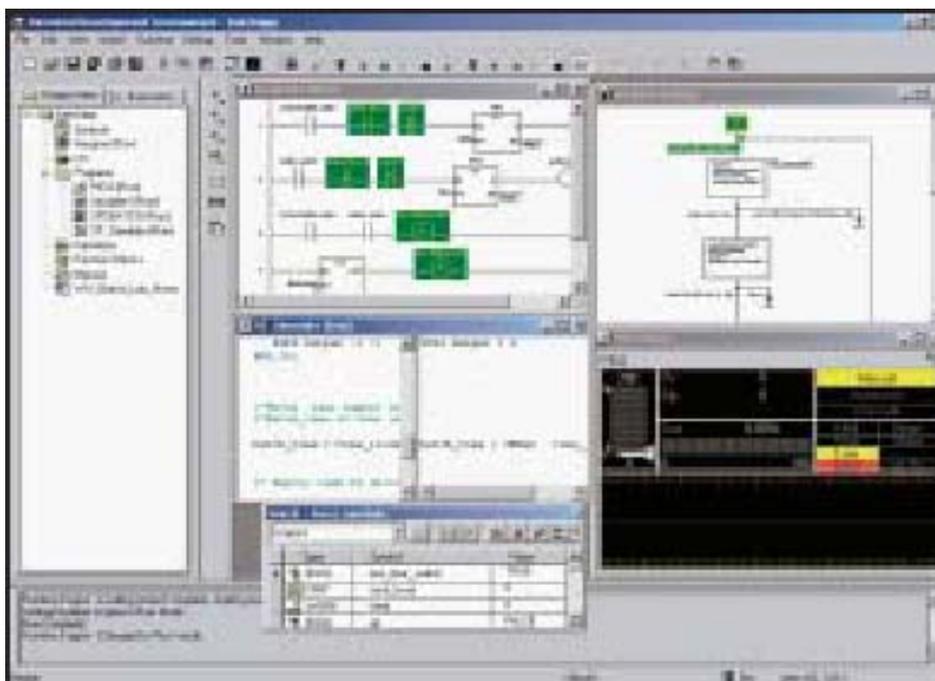


Figura 22: InControl

Fonte: WONDERWARE Invensys. Products: InControl. Disponível em: <<http://www.wonderware.com/products/control/incontrol/>>. Acesso em: 18 set. 2002.

### 3.5.3 SCADAAlarm

SCADAAlarm é um módulo de comunicações para o pacote Factory Suíte que roda em sistema operacional Windows. Oferece, em tempo real, notificação de alarmes, aquisição de dados e controle remoto da aplicação.

O SCADAAlarm transforma o PC em uma central de comunicações. Anuncia alarmes em auto-falantes, rádios e telefones. Automaticamente envia mensagens para pagers e telefones tipo *Personal Communication Systems* (PCS).

Os usuários do SCADAAlarm podem escutar e reconhecer alarmes, modificar setpoints, escutar valor de variáveis do processo e operar equipamentos pelo telefone, de locais remotos. O registro de alarmes pode ser enviado por e-mail a usuários autorizados a intervalos regulares.

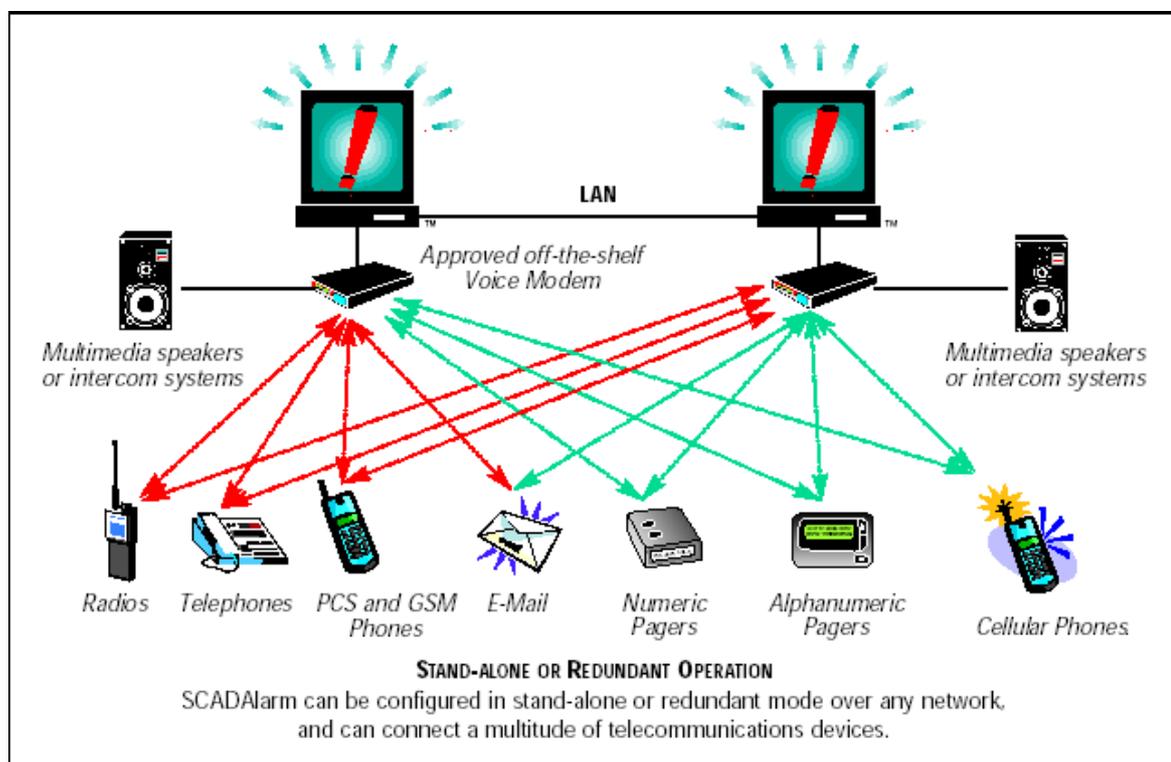


Figura 23: SCADAAlarm

Uma única licença de SCADAAlarm pode monitorar toda a rede de controle da planta. Pode-se também configurar dois SCADAAlarm para trabalhar de modo redundante (WONDERWARE Invensys. Products: ScadaAlarm. Disponível em: <<http://www.wonderware.com/products/comm/scadalarm/>>. Acesso em: 18 set. 2002).

### **3.5.4 InBatch**

O InBatch é um software para gerenciamento de bateladas flexível, desenvolvido para melhorar a performance de qualquer processo em batelada. É oferecido em duas versões: Premier e FlexFormula. A versão Premier é ideal para processos onde as receitas seguem diferentes procedimentos, e portanto é necessário um alto grau de flexibilidade. A versão FlexFormula é utilizada em processos onde a única variação nas receitas ocorre nas formulas, e a seqüência de execução nunca varia.

O InBatch está em acordo com a norma americana 21 CFR Part 11 (norma que define requisitos para criação, manutenção, arquivamento, recuperação e transmissão de documentação eletrônica) e com a norma ANSI/ISA S88 (norma que define procedimentos para processos em batelada). Possui histórico de bateladas e de uso de equipamentos e permite a publicação de relatórios na Web.

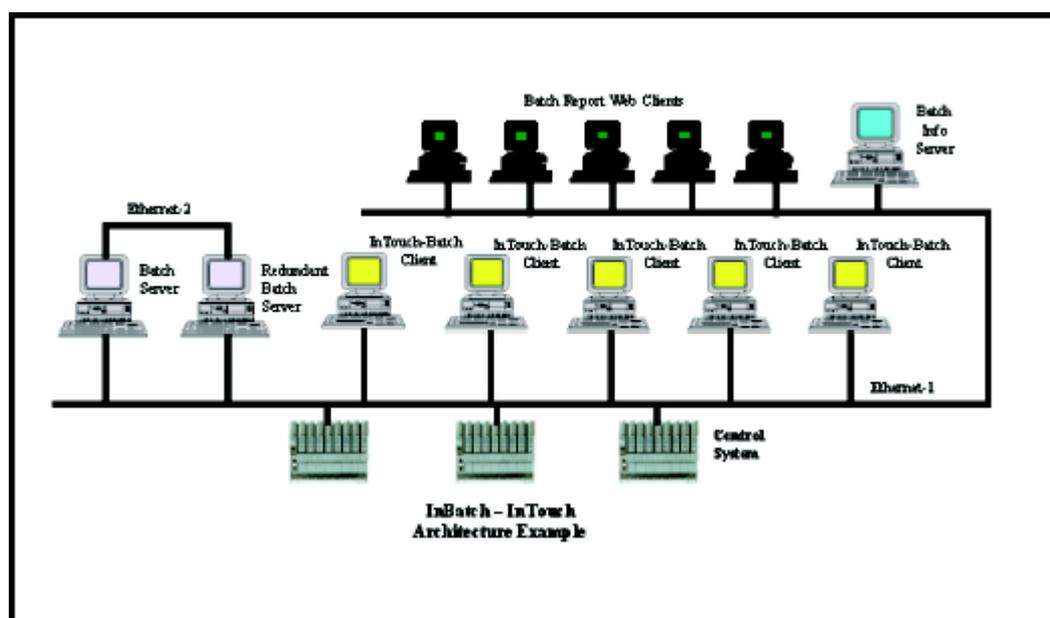


Figura 24: InBatch

Fonte: WONDERWARE Invensys. Products: InBatch. Disponível em: <[http://www.wonderware.com/products/process/inbatch\\_prem.asp](http://www.wonderware.com/products/process/inbatch_prem.asp)>. Acesso em: 18 set. 2002.

O InBatch possui um módulo para simulação de receitas em função do modelo do processo em questão. Esta ferramenta é importante para definir se a planta possui os equipamentos e recursos necessários para executar determinada receita (WONDERWARE Invensys. Products: InBatch. Disponível em: <[http://www.wonderware.com/products/process/inbatch\\_prem.asp](http://www.wonderware.com/products/process/inbatch_prem.asp)>. Acesso em: 18 set. 2002).

## 4 OS SISTEMAS MES E A INTEGRAÇÃO DOS DADOS

O que se pretende nas idéias e descrições seguintes é enfatizar que os sistemas MES, a serem mostrados em sua real clareza, podem fornecer o acesso a todas as informações concernentes sobre a produção de uma empresa a qualquer hora e em qualquer lugar, e nada mais importante na atualidade, em que a concorrência se afirma como a busca constante da qualidade e da conquista do cliente.

Uma vez que todo o fluxo de informações do chão-de-fábrica fica registrado em um banco de dados, quando tais Sistemas estão implementados em uma empresa, é possível oferecer diferentes pontos de vista do processo, a partir dos quais o usuário pode filtrar dados, agrupá-los e dispô-los em várias formas de tabelas, gráficos e árvores, e daí a flexibilidade existente para que cada um possa formatar o seu próprio relatório. Daí a importância de tal software, e o que pode contribuir para o aperfeiçoamento das instituições produtivas.

É o que se descreve a seguir.

### 4.1 Os Sistemas MES

Os Sistemas *Manufacturing Execution Systems* (MES) têm como função realizar a interface entre os sistemas de controle e supervisão do chão-de-fábrica, e o nível de gestão, ou uma caixa de passagem para transportar dados para cima e

para baixo, mas igualmente sistemas plenos de funcionalidades (SEIXAS FILHO, 1999).

A primeira organização a estabelecer um modelo para a integração do MES com outros sistemas foi a MESA, que foi criada como *Manufacturing Execution Systems Association* e hoje é conhecida por *Manufacturing Enterprise Systems Association*.

O modelo apresentado pela MESA é mostrado na figura 25:

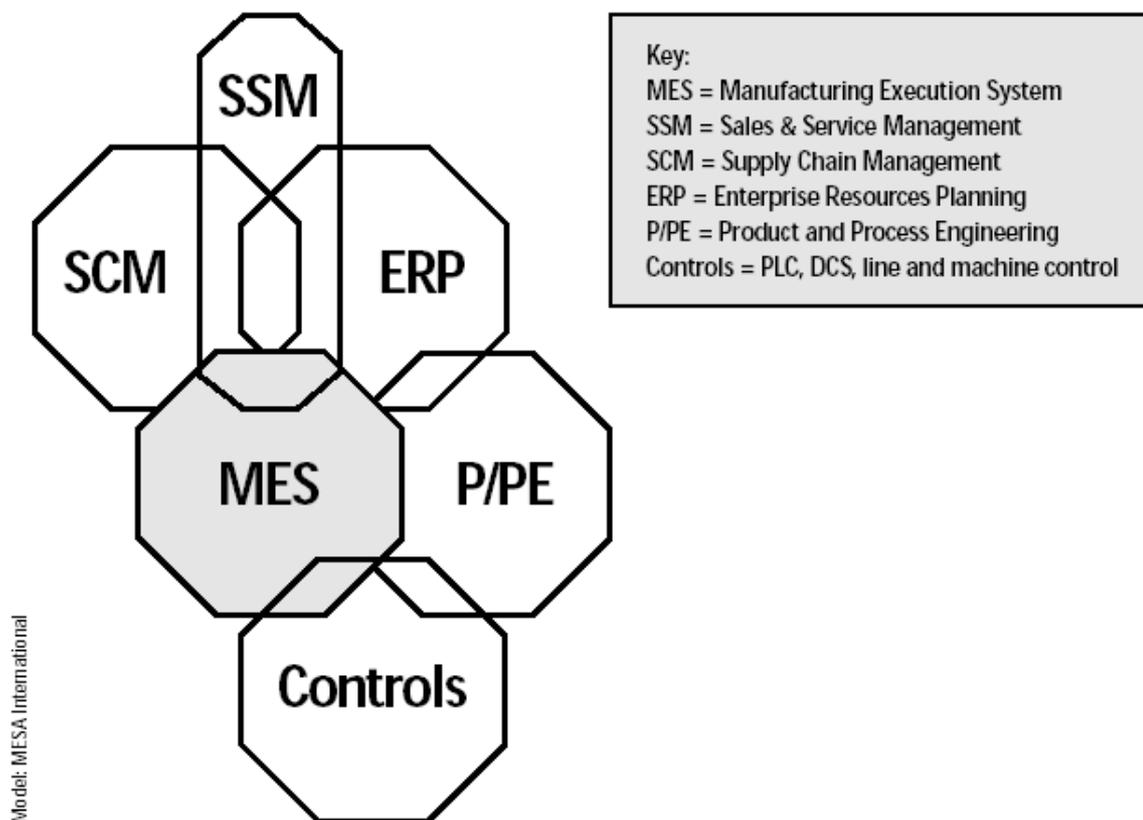


Figura 25: Modelo de contexto da MESA

Fonte: MESA INTERNATIONAL. MES Explained: A High Level Vision. In: MESA INTERNATIONAL, Whipe Paper n. 6 – Set. 1997, p. 14

As principais funções dos Sistemas MES são descritas na seqüência do trabalho (SEIXAS FILHO, 1999):

#### **4.1.1 Gerenciamento de Recursos de Produção**

Isto inclui o gerenciamento de equipamentos, material, documentos e pessoal. Todo o mapa de disponibilidade de equipamentos deve ser passado ao sistema de cadeia de suprimentos para alimentar o escalonador de produção. Previsões de paradas para manutenção, almoço etc., devem ser gerenciadas para o mesmo fim. Todos os estoques intermediários de produtos devem ser computados.

#### **4.1.2 *Scheduling* Detalhado de Operação**

Visa seqüenciar as ordens de produção baseado em propriedades, receitas e características de processo ou dos produtos. A função de *scheduling* global geralmente é realizada nas camadas superiores nos sistemas de *supply chain* ou ERP (Enterprise Resource Planning ou nível de gestão, por este representado).

Entretanto, alguns seqüenciamentos dependem do contexto de tempo real da fabrica. Por exemplo: numa fabrica de tintas, dez ordens de produção foram selecionadas para execução num determinado dia.

Apesar disso, a seqüência das ordens num dia depende dos equipamentos (tanques, reatores, misturadores, etc.) que estarão disponíveis num dado momento e da seqüência de cores que estará sendo praticada.

### 4.1.3 Despacho de Unidades de Produção

Conforme Seixas Filho (1999), “gerencia o fluxo das Ups (job, pedido, lote, ordens de produção, etc.). As ordens de produção são recebidas do ERP e passam a ser acompanhadas pelo EPS. A partir desse momento é possível perguntar a qualquer momento de status de uma ordem de produção e das ordens de serviço despachadas a cada célula de manufatura”.

### 4.1.4 Controle de Documentos

São exemplos:

- Desenhos mecânicos, eletrônicos
- Instruções de trabalho (*work instructions*)
- Procedimentos de operação (Guia Operacional)
- Procedimentos de manutenção
- Receitas etc.

Um dos grandes benefícios do MES é a eliminação do trânsito de papel.

Todos os documentos importantes devem estar à mão quando necessários e devem ser arquivados ou descartados uma vez cumprida a sua função como referência do que se é pretendido.

Numa laminação de aço, por exemplo, toda vez que um lote de produto inicia o seu processamento, o operador do púlpito de controle necessita receber o programa de laminação para aquele produto, contendo a ordem de passes, abertura

dos cilindros do laminador, número do canal de laminação, posição das guardas laterais, tipo de aço sendo processado, cliente a que se destina etc.

Muitos dos posicionamentos serão realizados automaticamente pelos computadores de processo (PRO-COMs), mas várias das operações devem ser informadas ao operador.

O operador recebe também instruções sobre procedimentos especiais exigidos pelo cliente e pode consultar normas, procedimentos de teste e qualidade, o guia operacional, e outras informações on-line, sem recorrer a manuais.

Isso acelera o tempo de transformação e diminui a quantidade de erros operacionais.

#### **4.1.5 Centralização e Coleta de Dados**

Brandl (2002) explica que todos os dados de processo são coletados de diversos sistemas do chão-de-fábrica, utilizando diferentes protocolos e reunidos num banco de dados único ou setorizado por área. Esses dados incluem não só informações do sistema de produção, mas também a situação de estoques fornecidos por *Warehouse Management Systems* (WMS), dados de qualidade fornecidos por *Lab Information Management Systems* (LIMS), apontamentos de produção introduzidos manualmente via coletores de dados fixos ou móveis.

É função dos sistemas MES gerar todos os relatórios relativos a produção com base mensal, semanal ou anual, além de propiciar a funcionalidade do usuário poder configurar seus próprios usando aplicações específicas ou ferramentas

genéricas como planilhas, geradores de relatórios específicos de banco de dados utilizado etc.

#### **4.1.6 Gerenciamento de Trabalho**

Inclui o gerenciamento de todos os recursos humanos envolvidos na elaboração de um produto com diversas finalidades: atribuição de responsabilidade a cada operador sobre os itens produzidos, horas trabalhadas para elaborar uma ordem de produção para apropriação de custos, *benchmarking* para comparação de linhas mais produtivas etc.

#### **4.1.7 Gerenciamento da Qualidade**

O MES desempenha um papel importante nesse processo. Às vezes sua função é apenas de interface com os operadores que executam os ensaios e testes. Às vezes é responsável por análises de tempo real, como o controle estatístico de processos, e por recomendar ações emergenciais e corretivas.

Pode também desempenhar a função ou estar ligado a sistemas de gerenciamento de laboratórios (*Lab Information Management Systems – LIMS*), podendo no primeiro caso estar conectado diretamente aos equipamentos, como espectrômetros, balanças ou coletores de dados.

É comum em usinas siderúrgicas que o MES desempenhe a função de interface com a operação, recebendo os ensaios a serem executados do ERP e retornando para este o resultado dos testes.

#### 4.1.8 Gerenciamento de Processo

O MES monitora todas as ordens de produção, anotando consumos de matérias-primas, tempos de execução de cada etapa, disponibilidades dos equipamentos, valores de variáveis de processo e outros dados de interesse. Daí o ritmo de produção, índices de eficiência e perdas são computados, fornecendo uma imagem quase em tempo real para o gerente de processo.<sup>2</sup>

É esta função que representa a maior revolução no processo de gerenciamento. Em vez de agir sobre informações passadas que acusam desvios de objetivos no turno ou dia passado, o gerente passa a estar equipado com informações sobre o ritmo atual da planta, permitindo que ele tome ações pró-ativas para alterar o curso dos acontecimentos.

#### 4.1.9 Gerenciamento de Manutenção do Funcionamento

Esta função é na verdade desempenhada por diversos softwares em uma fábrica. Os sistemas de controle (CLP + SCADA) fornecem a data, hora e a causa de parada dos equipamentos de forma atômica, sem estabelecimento de correlações de causa e efeito.

Esses dados podem ser apenas enviados pelo MES ao ERP, ou sistema de manutenção dentro do conceito *best of breed*, ou podem receber algum tratamento local. É comum, por exemplo, um tratamento de causa de paradas.

---

<sup>2</sup> A este respeito, MESA International assim define MES, em consonância com dados expressos no texto: "Sistemas que disponibilizam informações para a otimização das atividades de produção, desde as ordens de produção até o produto final." MESA INTERNATIONAL. Controls definition & MES to controls Data flow possibilities. In: **MESA INTERNATIONAL**, Whipe Paper n. 3 – february 2000, p. 1.

O MES fornece ao gerente uma imagem de funcionamento da linha com percentual de tempo de linha em operação e parada e com identificação das principais causas de paralisação. Um gráfico de Pareto complementa essa visão e permite ao gerente saber por que não vai conseguir atingir um objetivo de produção em um turno (SEIXAS FILHO, 1999).

#### **4.1.10 Rastreamento de Produto (*tracking*)**

As funções de *tracking* permitem recuperar todos os dados associados a uma Ordem de Produção (OP), saber o status desta OP e correlacionar um produto final ao seu histórico de produção (*backtracking*). A função de associar um produto a todas as suas partes e componentes, com o respectivo número de lote, data e hora de fabricação, é também chamada de genealogia (SEIXAS FILHO, 1999).

Essa função exige ferramentas diferentes em função do tipo de processo: trata-se de um processo de composição (manufatura de um computador, por exemplo) ou de desagregação (laminação de aço, onde um lingote gera diversos tarugos), se o processo é contínuo (mineração), em batelada (fábrica de detergente) ou de manufatura (produção de eletrodomésticos).

#### **4.1.11 Análise de Performance**

Finalmente, a análise de performance aparece como última funcionalidade enumerada pela MESA. A ideia central aqui é medir para controlar. Os índices de

desempenho são utilizados para comparar linhas de produção dentro da mesma fábrica, na corporação ou com resultados *de benchmarking* conhecidos. É aqui que o negócio passa a ser analisado e que passamos a colher frutos de tanto esforço de apontar valores de processo.

Como descrito anteriormente, os sistemas MES são responsáveis pela passagem dos dados dos sistemas de controle para os sistemas de gestão e vice-versa, mas possuem também diversas funções no gerenciamento da produção, sendo peça fundamental na integração dos sistemas de uma indústria.

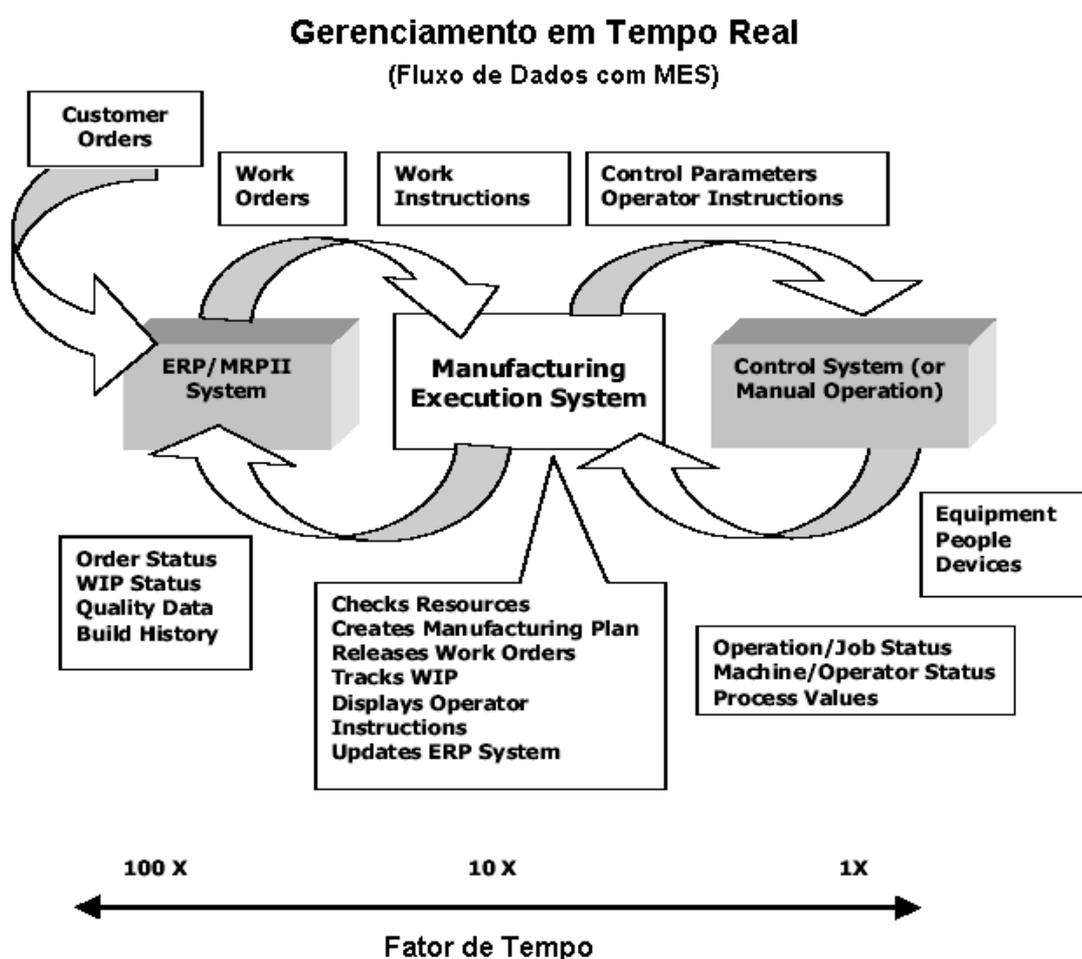


Figura 26: Fluxo de dados com MES

Fonte: MESA INTERNATIONAL. Controls definition & MES to controls Data flow possibilities. In: **MESA INTERNATIONAL**, Whipe Paper n. 3 – fev. 2000, p. 5.

Esta visão das funções MES é um pouco simplista porque hoje diversas outras funções específicas a um negócio têm sido implementadas visando melhorar aspectos da produção de uma planta.

## 4.2 Um novo modelo

A *American Manufacturing Research* (AMR) definiu um novo modelo mais atual, em outubro de 1999, que passou a ser utilizado por todos os implementadores internacionais (SEIXAS FILHO, 1999).

O objetivo da AMR era focar o MES como um elo dentro da cadeia de suprimentos de uma empresa (visão comportamental), e não como uma das camadas de uma pirâmide (visão estrutural). Essa visão se encaixa no *Supply Chain Operations Reference* (SCOR), modelo desenvolvido pela AMR Research e PRTM em 1996.

O MES é o software que faz com que o processo de execução em uma empresa deixe de ser uma caixa-preta.

Nós devemos modelar e entender tudo que acontece na etapa de produção, porque esse é um elo essencial para que o gerenciamento da cadeia de suprimentos possa funcionar. Não é possível comprometer a venda de um produto se não somos capazes de dizer quando o item será fabricado, se temos capacidade suficiente de produção, se temos disponibilidade de equipamentos e de estoques de insumos.

Sem um MES não podemos realizar o backtracking de defeitos, saber a que lote pertencia um componente defeituoso e que outras unidades foram montadas com componentes do mesmo lote com problemas.

O nome REPAC desse novo modelo é formado pelas iniciais dos cinco processos de negocio fundamentais de uma fábrica, que segundo o modelo são: Ready (prepara) Execute (Executa), Process (Processa), Alanize (Analisa) e Coordinate (Coordena).

Entre as virtudes desse modelo está a obediência a novos padrões de manufatura. No presente é necessário responder rapidamente a variações quantitativas (novas ordens de produção inesperada) e qualitativas (novos produtos) de demanda do mercado e a separação entre equipamento (processo) e receita (norma ISA S88.01) para sistemas em batelada já preconizava essa separação.

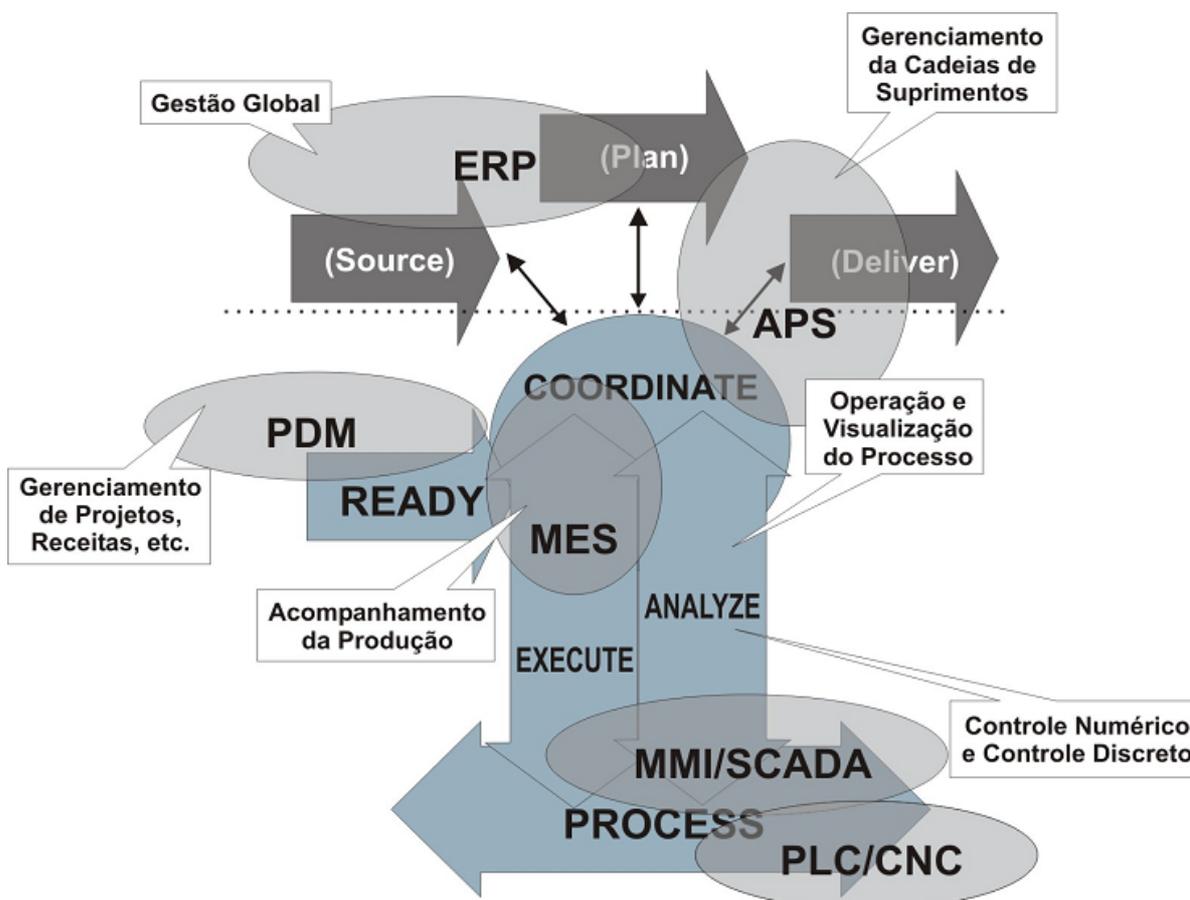


Figura 27: Modelo REPAC

Fonte: AMR Research. Disponível em: <<http://www.amrresearch.com/AboutUs/Services/Default.asp>>. Acesso em: 12 set. 2002.

Conforme Seixas Filho (1999), uma descrição dos processos de negócio segundo o modelo REPAC da AMR é dada a seguir:

### **PREPARA**

- Cria, melhora e prepara processos de produção
- Transforma projetos e especificações de produtos para introduzir novos produtos na planta

### **EXECUTA**

- Executa ordens de produção ou seqüenciamento de produção conforme *schedule* criado por COORDENA.
- Comunica o que deve ser feito para células e pessoal e acompanha (armazena) o que foi feito.
- Realiza a configuração de processo para fazer um produto específico (*set-up*)

### **PROCESSA**

- Automatiza e controla o processo (SCADA), PLCs, SPDCDs, CNCs etc.
- Independe do produto sendo processado

### **ANALISA**

- Analisa a performance da produção, a qualidade do produto, a capacidade do processo
- Combina dados de diversas fontes
- Combina dados oriundos de sistemas ERP, cadeia de suprimentos, clientes e fornecedores
- Gera métricas (*Key Performance Indicators*)
- Fornece dados para sistema de cadeia de suprimentos e otimizadores

- Usa ferramenta de análise de dados para garimpagem de dados e estabelecimento de correlações (OLAP).

### **COORDENA**

- Coordena as operações da planta com o sistema de gestão e cadeia de suprimentos
- Otimiza as atividades da planta para cumprir as metas

A principal preocupação da ARC a partir de então foi caracterizar a diferença entre sistemas MES para manufatura e sistemas MES para processos contínuos.

### **4.3 O Modelo CMM**

Um outro modelo foi apresentado pela ARC (*Automation Research Corporation*) e foi chamado de CMM (*Collaborative Manufacturing Management*).

*Collaborative Manufacturing Management* é a estrutura para controlar e organizar os processos-chave dos negócios de uma empresa de manufatura (ARC Advisory Group. ARC's CMM Model. Disponível em: <<http://www.arcweb.com/Consulting/issues/cmm.htm>>. Acesso em: 28 set. 2002).

Este modelo deve ser usado pelas empresas para guiar o planejamento estratégico e para avaliação das tecnologias. Ele mapeia as condições atuais da empresa e apresenta um caminho para melhorias nos processos. Também ajuda a alavancar tecnologias baseadas na Web para aumentar a competitividade e mostra um caminho para seleção e integração das tecnologias entre as operações de

manufatura, tecnologia da informação, planejamento do negócio, sistemas de chão de fábrica, entre outros.

Em outras palavras, este modelo alinha os investimentos em tecnologia da informação para manufatura com a estratégia do negócio. (ARC Advisory Group. ARC's CMM Model. Disponível em: <<http://www.arcweb.com/Consulting/issues/cmm.htm>>. Acesso em: 28 set. 2002).

O modelo CMM é mostrado na figura 28.

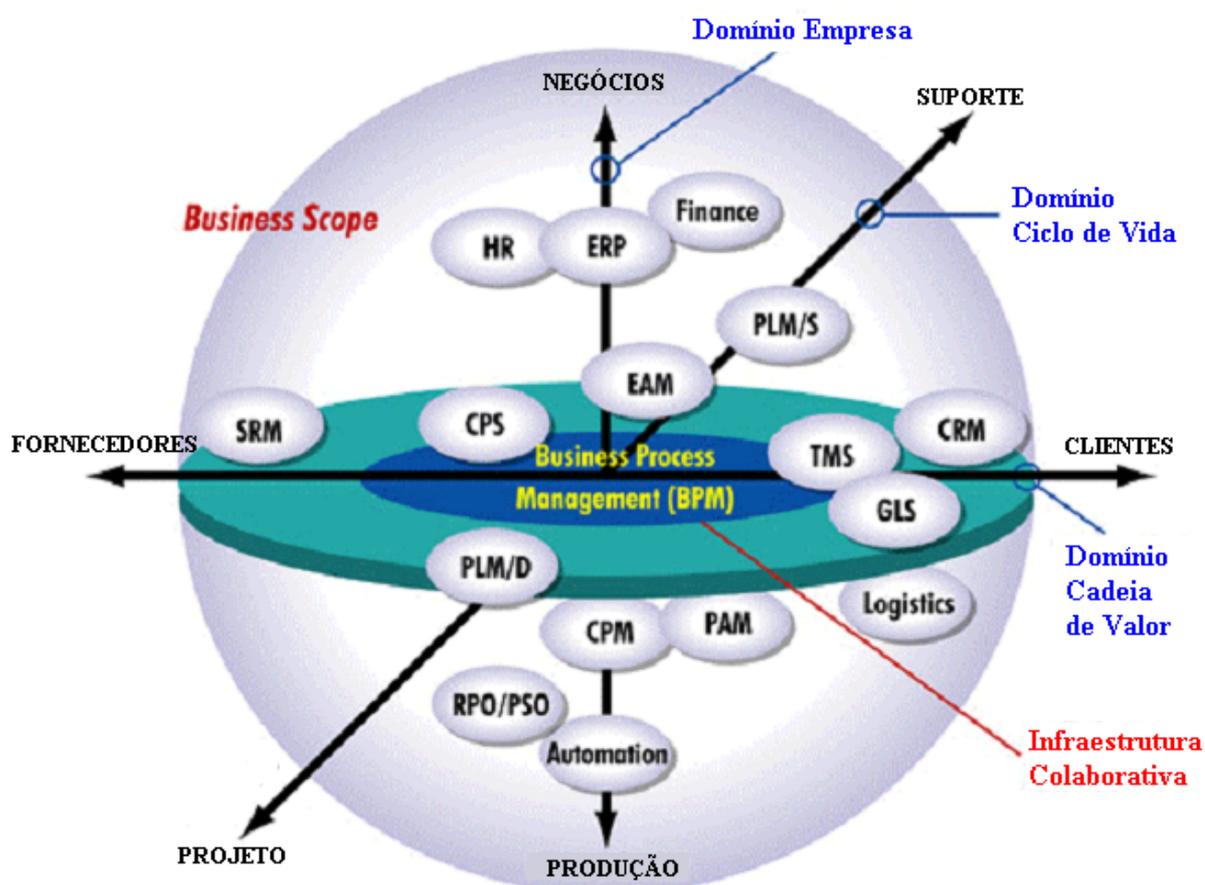


Figura 28 – O modelo CMM da ARC

Fonte: ARC Advisory Group. ARC's CMM Model. Disponível em: <<http://www.arcweb.com/Consulting/issues/cmm.htm>>. Acesso em: 12 set. 2002.

#### 4.4 Aspectos Importantes do MES

Na atualidade, é possível fazer uma análise de alguns aspectos importantes desta tecnologia, que evoluiu dramaticamente nos últimos anos e do interesse que tem despertado nos clientes interessados em gerir adequadamente seus processos de fabricação.

A aceleração do mercado de MES surgiu da necessidade constituir um nível intermediário entre os sistemas ERP, em implantação no final da última década, e o chão de fábrica, representado pelos sistemas de controle de linhas de produção, como já expresso anteriormente.

Este conceito é na verdade falacioso, porque dá a entender que só tem necessidade de MES quem está implantando um ERP (HARMON, 2000).

Esta explicação retrata apenas o aspecto histórico dos acontecimentos.

Ao se implantar um ERP há um esforço de se racionalizar toda a organização e isto passa por repensar o nível produtivo. Como a verba reservada para esta implantação é, em geral, grande o suficiente para abraçar outros níveis da fábrica, o MES, por ser um sistema de produção ou EPM (*Enterprise Production Management*), acabava sendo contemplado. Mas obter ganhos em cima de um melhor gerenciamento do processo de produção é uma necessidade de qualquer empresa (HARMON, 2000).

Apesar de todo os esforços de alguns fornecedores de sistemas ERP de confundir os clientes, dizendo que o MES é uma camada desnecessária, que é possível ligar o chão de fábrica diretamente ao ERP e que as funcionalidades do ERP abrangem todas as funcionalidades definidas pelo MES, poucos são os clientes que ainda se iludem com estas idéias.

A tática destes fornecedores é de fazer os clientes adiarem suas decisões, enquanto eles procuram definir seus produtos de gerenciamento de cadeia de suprimentos (SCM), ainda incompletos e não testados, esperando que estes produtos venham a cobrir as necessidades da área de produção.

Conceitualmente, MES é parte de uma solução SCM, mas não existe produto SCM que trate de forma padronizada os problemas no nível de execução.

MES é, antes de tudo, uma solução específica a um tipo de indústria. Todo o esforço em se definir um produto geral, que possa atender a todos os segmentos, é frutífero, por um simples motivo. Os processos de produção são de naturezas diferentes e requerem soluções diferentes. Cada vez mais, as soluções de MES irão se especializar por segmento industrial e até em nichos ainda mais específicos de produção.

Vamos dar alguns exemplos desta diferença de natureza dos processos:

A função de tracking de produtos é considerada uma das funções mais básicas de um software de MES. Além deste tipo de rastreamento, o MES realiza o acompanhamento das ordens de produção e o rastreamento de processo de batelada. O tracking de produtos diverge, dependendo do tipo de processo.

#### **4.4.1 Processo de Agregação**

Numa linha de manufatura típica, digamos em um fábrica de computadores, o tracking consiste em acompanhar as operações nas diversas células de manufatura. O produto sendo montado entra em uma célula (SEIXAS FILHO, 2000).

O MES deve registrar a hora do recebimento do produto, o operador envolvido na operação, o material agregado nas operações da célula, com identificação da parte ou do lote, a hora de liberação do produto, o gasto de outros insumos envolvidos, etc.

Todos estes valores serão utilizados para contabilizar índices de produtividade, perdas, tempos de processamento, desempenho de operadores, participação em resultados, custo operacional e o mais importante permitira rastrear para frente e para trás um produto de forma a determinar onde um defeito de fabricação aconteceu e também buscar a causa deste defeito.

Estas informações, em sua totalidade, são associadas a um segmento de produção que reúne informações universais: escalonamento de produção (o que estava previsto para ser executado no tempo), inventário de produção (materiais gastos) e histórico de produção (o que realmente foi feito).

#### **4.4.2 Processo de Desagregação**

Outros processos ocorrem da forma inversa.

O problema agora consiste em gerenciar uma laminação em um processo siderúrgico convencional. O produto recebido é um lingote de aço que é reaquecido em fornos poços.

Cada produto tem uma identificação, que nos permite saber a composição química (tipo aço) e já possui um cliente final. Este lingote depois de aquecido, passa por um laminador desbastador e o bloco resultante, passa depois por outros

laminadores, escafadeiras, etc., até ser cortado em uma tesoura em diversos tarugos.

Aqui o objetivo do processo de tracking é gerar automaticamente a identificação de cada produto final, de acordo com um plano de produção.

Todos os resultados de laboratório, mesmo de processos anteriores, poderiam ser acessados através da identificação de um produto final. A identificação dos produtos deve ser mantida pelo sistema, porque o produto será formalmente identificado na saída do leito de resfriamento e pode haver troca da posição dos produtos nesta fase do processo.

Vários processos industriais possuem esta mesma característica, como o abate de aves em um frigorífico, o corte de couro e tecido em linhas de manufatura, entre outros.

#### **4.4.3 Processo Contínuo x Batelada**

Outra característica que varia muito é o aspecto contínuo x batelada de um processo.

Um processo químico, de fabricação de cosméticos, de produtos alimentícios, é em geral um processo em batelada (SEIXAS FILHO, 2000).

Neste tipo de processo é mais fácil se realizar o acompanhamento de fabricação de um lote de um produto.

Entretanto um novo tipo de tracking é introduzido: o acompanhamento do processo de produção propriamente dito. Para isto deve-se registrar os valores de

todas as variáveis físicas do processo tais como a curva de temperatura da reação, os valores de PH, viscosidade ou outros de interesse aquele tipo de processo.

Estas variáveis são de natureza contínua e suas curvas de reação devem poder ser acessadas a qualquer tempo, após conclusão do processo. Como o volume de dados será muito grande, é conveniente o uso de técnicas de compactação de dados, para diminuir o volume de dados armazenados e aumentar a velocidade de recuperação de dados históricos.

Deve-se controlar o tempo de processamento e o valor dos parâmetros no início e fim de cada fase de processo. Os parâmetros das melhores bateladas (*golden batch*) são armazenados e tornam-se uma referência para processamentos futuros (SEIXAS FILHO, 2000).

Isto propicia um grande benefício à operação, simplificando o set do processo antes da produção de uma batelada.

Os processos contínuos apresentam problemas específicos. Imagine o processo de uma refinaria. O número de variáveis analógicas e malhas de controle a serem monitorados é muito grande. O produto não se caracteriza como uma batelada, mas é identificado pela data e hora de seu processamento numa dada unidade.

Aqui as funcionalidades dos Sistemas MES são mais bem desempenhadas por uma outra classe de produto: o *Plant Information Management System* (PIMS). Este produto realiza a maior parte das funções de MES nas indústrias de processo: papel e celulose, química e petroquímica, açúcar e álcool, etc., e também serve de base de desenvolvimento para aplicações nas áreas de siderúrgica, mineração, cimento, etc.

#### 4.4.4 Exemplo na Indústria Farmacêutica

A indústria farmacêutica introduz novos problemas.

A regulamentação do U.S. *Food and Drug Association* (FDA) torna necessário que todos os dados, gerados pelo sistema, para documentar o que aconteceu em um processo farmacêutico, obedeçam a critérios especiais definidos na norma CFR 21, Parte 11.

Os registros dos dados de um processo constituem o que chamamos de *Electronic Batch Records*.

Pela norma, registro eletrônico significa “qualquer combinação de texto, gráficos, dados, áudio, figuras ou outra representação de informação em formato digital, que é criada, modificada, mantida, arquivada, recuperada ou distribuída por um sistema computacional”. A tendência é que as planilhas manuais de acompanhamento da produção de um produto sejam completamente abolidas. O operador que adiciona um produto em um reator deve identificar o componente no sistema (SEIXAS FILHO, 2000).

Em um processo semi-automático, este produto é pré-pesado em uma estação de pesagem independente e rotulado com uma etiqueta de código de barras. Depois é colocado em uma gaiola ou palette e levado para perto do reator, junto dos demais ingredientes. O operador efetua a leitura do código de barras e adiciona o produto ao reator. Ao final do processo, ele mede o PH do produto manualmente e digita o valor na folha de registro da batelada.

O processo em si é simples, mais uma série de cuidados deve ser tomada pelo produtor do software. O operador, devidamente treinado e qualificado, deve ser identificado pelo sistema. A melhor maneira de se fazer isso seria através de uma

identificação biométrica: impressão digital, impressão da palma da mão, identificação da íris, etc.

O processo mais barato seria através da digitação do código do operador seguido de senha.

O próprio crachá pode ser escaneado para garantir a primeira parte, mas alguns cuidados devem ser observados com relação a senha. Por exemplo:

- A senha deve ser definida pelo usuário e armazenada em forma criptografada, não podendo ser visualizada nem pelo administrador da senha;
- A senha deve caducar após um período de utilização, digamos 30 dias e ser redefinida pelo operador autorizado;
- A sessão de trabalho deve ser fechada automaticamente pelo sistema, após um período definido e a cada período de inatividade da interface, forçando o operador a efetuar novo login;
- A senha deve obedecer a um tamanho mínimo e a um padrão de definição que dificulte sua determinação por processos automáticos de geração de senha.

É o que se pode descrever como um exemplo tangível e atual.

## 5 A REALIDADE NO MERCADO BRASILEIRO

### 5.1 O BRASIL E O GERENCIAMENTO DA PRODUÇÃO

Na última década, o que se entendia por gestão industrial sofreu uma fantástica revolução. Atualmente, para se ter sucesso, é necessário produzir com qualidade, ter o produto disponível no menor espaço de tempo possível, segundo a especificação do cliente, na quantidade desejada e no custo estipulado por um mercado globalizado.

Entende-se que há a necessidade de superar a expectativa de um cliente cada vez mais exigente, que tem acesso às últimas novidades do mercado, que tanto pode efetuar uma compra na loja da esquina como em uma empresa situada na Ásia.

Existe um cliente que exige que todos os dados históricos da produção de um item estejam comprovados. Quer saber o histórico de uma chapa de aço ou de uma garrafa de refrigerantes. Este cliente deseja consultar o nosso catálogo de produtos via Internet, telefonar para o nosso setor de reclamações e ser atendido pelo nome. Decepção-o e ele se volatilizará tão rápido como um capital especulativo (SEIXAS FILHO, s/d, p.1-6).

Há dez anos atrás, em nosso país, programas que pudessem lidar com esta realidade seriam ficção científica, mas, de lá para cá, várias revoluções aconteceram.

Uma ocorreu no topo da hierarquia das empresas e fascinou os diretores de todas as grandes corporações do mundo. Os softwares de ERPs ou *Enterprise Resource Planning* chegaram para varrer todos os programas personalizados

desenvolvidos para as diversas funções de uma empresa administração financeira, folha de pagamento, contabilidade, vendas, gerenciamento de contratos, recursos humanos, etc.

As vantagens de um ERP começam numa total integração de todos os softwares, de propiciar uma visão única de uma organização, qualquer que seja sua atividade econômica, para seus dirigentes independente de diferenças culturais.

Assim, um diretor de um conglomerado em São Paulo enxerga, segundo o mesmo prisma, uma mineração localizada no Pará e uma fábrica de motores para aviões localizada no Japão. O ERP, ao invés de procurar atender a necessidade específica de cada cliente, impôs uma nova ordem. Não interessa o seu ramo de atividades, a sua maneira de administrar seu negócio. Você deve passar a seguir um paradigma novo, imposto pelas funcionalidades e formas de operar *default* destes softwares. Isto forçou uma reengenharia em todas as empresas que o implantaram. Elas correram para se adaptar ao padrão ditado pela SAP, BAAN, DataSul, J.D.Edwards, e outros fornecedores (PADRÃO JR., s/d, p.1).

A Segunda revolução acontece no sistema de cadeia de suprimentos (*Supply Chain*). É a chamada Segunda Onda. O planejamento de produção e distribuição de produtos deve ser analisado de uma forma global. A localização e quantidade das unidades de produção devem ser revistas. Os centros de Distribuição (CDs) devem ser colocados estrategicamente após um estudo que modelam todos os produtores e consumidores de uma rede complexa de interações. Os CDs devem estar completamente automatizados. A situação de estoque deve ser conhecida em tempo real. A compra de insumos, a geração de ordens de produção, a previsão de compras dos clientes, tudo é feito cientificamente segundo modelos matemáticos minuciosos. Utilizando estes conceitos, fábricas de móveis diminuíram

o seu tempo de ciclo total de fabricação e fornecimento de 45 dias para uma semana.

Todo o comportamento dos nossos consumidores também deve ser modelado para uma melhor previsibilidade da produção. Isto irá incluir desde uma modelo estatístico do histórico de fornecimento ate estudos comportamentais que só são possíveis devido a uma total automação dos processos logísticos.

Imagine a quantidade de informação que o sistema de administração de força de vendas de um produto, distribuído para uma rede de varejo, pode trazer. Os representantes de vendas receberam de manhã, via uma linha telefônica, as rotas de vendas a serem cumpridas em um dia de trabalho. Isto é carregado num computador do tamanho de uma calculadora. Este computador é completo, roda Windows CE, o irmão peso leve do Windows NT, possui uma versão simplificada de um banco de dados relacional, e um aplicativo que o orienta em todas as atividades do seu dia a dia.

O representante de vendas visita cada cliente que é completamente identificado no roteiro, inclusive com fotografias. Ele poderá interagir com o cliente sobre uma venda passada, já que todo o histórico de vendas anteriores está armazenando no equipamento, pode mostrar novos itens de sua produção, através de uma enciclopédia de produtos.

Ele efetua a venda, aceita uma assinatura eletrônica do cliente para selar uma transação, recebe devolução de produtos rejeitados de uma remessa antiga, anota o inventário de produtos restantes, junto aquele cliente.

Ao final do dia os dados de vendas do dia são transmitidos via Embratel para a central da empresa a partir de uma linha telefônica normal, em um escritório ou no quarto de um hotel.

Na seqüência dos fatos, na empresa, analistas estarão escriturando todas as informações enviadas. O perfil de cada consumidor, de cada produto, de cada região geográfica, tudo é analisado.

Gráficos são produzidos automaticamente e, desta forma, o mercado estará nas mãos de quem tem informação. E isto é apenas uma das facetas do que hoje chamamos de vendas. Parte das vendas estarão sendo fechadas por Internet, parte via telefone através do serviço *call center*.

Bem, isto também não é ficção. Estes produtos já estão no mercado: software para gerenciamento de armazéns (*Warehouse Managements Systems*), sistemas de gerenciamento de relação com clientes (*Customer Relationship Management*).

Você quer um *Global Positioning System* (GPS) acoplado ao seu computador de mão? Também está disponível. Softwares de roteamento geográfico automático? Ainda não dispomos de mapas urbanos detalhados no Brasil. Todo o resto está pronto e a custos acessíveis.

## 5.2 Como anda a Produção

A revolução neste setor tem sido mais silenciosa.

Primeiro porque a gestão do negócio, controlada por softwares ERP e a gestão de vendas (ERP/Logística/CRM), saltam aos olhos do administrador e ele tem focado seus investimentos nesta área.

Segundo porque grande parte dos empresários acredita já estar fazendo o máximo. Uma vez que o processo está instrumentalizado, que o controle e supervisão do processo tenham sido automatizados através de SDCDs, SCADAS e CLPs, parece que não havia mais o que fazer.

Mas e o gerenciamento?

O gerenciamento continua não informatizado. Os gerentes recebem dados em papel sobre o andamento da produção do turno ou do dia anterior, e gerenciam em cima de dados históricos, portanto defasados.

A grande evolução do conceito de como gerenciar uma empresa moderna nasce com os sistemas *Manufacturing Execution Systems* (MES).

O que se busca é ter um gerenciamento realimentado. O gerente recebe informações sucintas e em tempo real sobre o que está acontecendo. Toma decisões e efetua modificações.

Esta busca da produtividade é o grande segredo do MES. Se todas as pessoas da cadeia de produção trabalharem informadas sobre seu desempenho, se métricas apropriadas (*Key Performance Indicators* - KPI) forem definidas, cada um procurará trabalhar perto do seu ponto ótimo e uma otimização real se opera.

Numa primeira leva, as empresas que procuraram desenvolver um MES, o fizeram para satisfazer a necessidade de alimentar os ERPs como informações de

produção corretas e para fazer o acompanhamento (*tracking*) das ordens de produção geradas por estes sistemas. Os clientes estavam em busca de um *middleware* que fizesse os módulos de produção do ERP funcionarem.

Na atualidade, a coisa está mudando.

Os benefícios da implantação do MES se justificam por si só, e estes sistemas são fundamentais mesmo quando não existe ERP presente.

O MES é capaz de rastrear qualquer ordem de produção, de medir todos os insumos de um processo, de calcular o valor adicionado em cada fase do processo (*value chain*), de medir índices de desempenho, índices de perdas, de contabilizar paradas com apropriação de custo no centro de custo responsável. Pode ainda gerenciar o pessoal envolvido em cada etapa do processo, de rastrear defeitos identificando data e hora do evento, operador responsável, lote da peça defeituosa, ou produzir relatórios na Internet. Alvarenga e Oliveira possuem um trabalho de integração de chão-de-fábrica a sistemas, na área, que mostra, pelo Sistema SICLA, a eficiência do MES na área (ALVARENGA; OLIVEIRA, 1999, p.1).

Para implantar o MES, tudo começa com um estudo detalhado do processo. Uma equipe deve visitar as instalações, conhecer o processo, a automação existente, os objetivos da automação.

A partir daí poderá ser indicada a adoção de um produto base para acelerar o desenvolvimento de um aplicação mais customizada, ou a adoção de um produto já desenvolvido para aquele nicho de mercado.

Embora existam produtos de grande grau de generalidade para processos contínuos, ou que podem ser apenas configurados, para diversos processos de manufatura deve-se buscar um produto desenvolvido para o nicho específico.

Quando este produto existe, é feita uma análise de aderência, e uma especificação é gerada já prevendo a utilização deste produto. Se o número de particularidades é muito grande, deve-se partir para uma especificação funcional minuciosa do sistema, para só então se escolher o produto base. O processo licitatório para o produto envolve mais aspectos técnicos do que comerciais.

MES é muito mais uma atividade de tecnologia de informação do que uma atividade de automação, e gerar uma especificação detalhada é fundamental.

O “boom” do mercado na atualidade não é muito flagrante, mais por causa das contingências externas, com os conflitos atuais e ainda o que se pode aguardar em relação ao governo que se iniciou no país. Encontra-se em fase de suspense.

Tão logo se conheça mais o momento econômico, e quando os concorrentes das empresas, onde os primeiros sistemas estão sendo introduzidos, tomarem consciência desta vantagem competitiva, não vão querer ficar em desvantagem.

Na atualidade, pode-se dizer que tanto a indústria siderúrgica como a metalúrgica estão sendo as primeiras a despertarem para esta nova oportunidade de ganho.

### **5.3 Como se implementa um MES**

Diversos sistemas MES estão hoje em implantação no país, na sua maioria resultantes da implantação de sistemas ERPs.

Na área de processos contínuos é normal se construir a solução MES em torno de um *Plant Information Management Systems* (PIMS), software inicialmente

criado para as indústrias químicas e petroquímicas. PIM integram dados de diversas fontes num banco de dados temporal de grande capacidade de armazenamento.

Como esses softwares são muito eficientes na coleta e compactação de dados históricos e possuem interface para os principais ERPs, meio caminho está andado. Entretanto, todas as demais funcionalidades MES devem ser desenvolvidas.

Alguns desses pacotes já incorporam funções de tracking de bateladas e deverão incorporar funções de genealogia nos próximos meses.

Para a manufatura discreta existem vários produtos disponíveis no mercado que podem representar uma boa alavancagem de projeto. Aqui o principal é escolher um produto que atue exatamente no mesmo nicho do mercado desejado.

Em ambos os casos, quer o processo seja contínuo, quer não, nada elimina uma especificação detalhada do projeto a ser desenvolvido, utilizando-se uma metodologia formal de análise. Sem uma especificação de todas as funcionalidades do sistema, suas interfaces com sistemas do legado, computadores de processo, ERPs, otimizadores e softwares de gerenciamento de cadeia de suprimentos, temos uma grande chance de fracassar.

Como diz Seixas Filho (1999, p.4), uma das grandes dificuldades que existem na implantação de sistemas MES no Brasil é que quando chegam à conclusão da necessidade de realizar investimentos no processo de produção, as indústrias já estão sem recursos financeiros e de tempo para uma solução mais abrangente, uma vez que todo o prazo e orçamento foram gastos na implementação do ERP.

As soluções imediatistas levam a um grande desperdício de investimentos no médio prazo se uma boa análise das necessidades reais da fábrica não for conduzida por especialistas.

#### **5.4 O Mercado e o MES**

O mercado de MES é um mercado em crescimento em todo mundo. Os produtos de PIMS estão ajudando a acabar com as ilhas de automação e fornecendo uma visão consolidada dos processos de produção em diversos segmentos industriais: química e petroquímica, mineração, siderurgia, açúcar e álcool, etc.

O MES característico deve ganhar espaço nestes anos presentes e futuros na indústria automotiva, alimentos e bebidas, *Consumer packaged goods* (CPG) e manufatura discreta.

Igualmente tem sido praxe instalar uma camada de MES sobre aplicações de PIMS em quase todos os novos projetos. Isto é um indicativo de maturidade do mercado, com o cliente sabendo exatamente o que precisa para aumentar seus lucros e entendendo que para obter os resultados desejados não basta implantar um produto, mas uma solução integrada onde o ingrediente processo é fundamental (SEIXAS FILHO, s/d, P.4).

Qualquer que seja o mercado e qualquer que seja a preferência inicial por um produto, o fator fundamental para o sucesso de uma implantação está na geração de uma boa especificação funcional.

Este tem sido um ponto muito negligenciado por grande número de empresas que tem despendido um grande esforço na escolha de um produto, ao invés de determinar com detalhes quais são as suas próprias necessidades.

### **5.5 Implantação de Sistemas MES: um caso prático**

A Brasal Refrigerantes S.A., empresa franqueada do grupo Coca-Cola, é um exemplo importante de implantação de um sistema MES em uma indústria brasileira. A empresa, que já possuía vários sistemas SCADA controlando e monitorando o processo produtivo e também um sistema ERP interligando seus vários setores, sentiu necessidade de integrar estes dois núcleos de informação, criando um fluxo único de dados de produção (PADRÃO JR., s/d, p.1-6).

Apesar de já possuir um sistema ERP consolidado, e vários sistemas de controle e automação (SCADA + CLP), todo o controle de produção, de paradas da linha, contabilização de insumos e índices de performance eram realizados de forma manual. Os dados eram registrados manualmente e no final do dia digitados em planilhas eletrônicas. Este processo, além de lento e sujeito a erros, somente disponibilizava as informações necessárias a tomada de decisões com pelo menos um dia de atraso.

Em um primeiro momento, foram especificados o servidor e o banco de dados a ser utilizados e a topologia do sistema, que seguiu o modelo da MESA, onde o sistema MES representaria o nível 3, integrando o nível 2 (controle) com o nível 4 (corporativo). Todos os computadores poderiam ser clientes do sistema, bastando para isso uma rápida configuração. A estrutura de rede (Ethernet) já estava disponibilizada na empresa, o que facilitou o trabalho de implantação.

Este processo durou cerca de três meses, período no qual houve uma duplicidade no gerenciamento das informações. O MES fazia seu papel de forma automática, mas os dados continuaram sendo registrados de forma manual, por medida de segurança e também para que os funcionários pudessem ser treinados e se adaptassem à nova tecnologia.

As funcionalidades disponibilizadas pelo sistema foram:

- Centralização dos dados de produção: os sistemas MES proporcionam o conhecimento absoluto dos itens relativos à produção;

- Planejamento de produção: quando o planejador alimenta os sistemas MES com a programação de produção, ela fica disponível de forma gráfica para toda a empresa, facilitando a comunicação da informação a todos os usuários interessados.

- Acompanhamento da Produção: o MES pode atualizar de forma automática o progresso da barra de produção nas linhas de produção. O módulo de acompanhamento mostra graficamente uma comparação entre o que foi planejado e o que foi ou está sendo executado, fornecendo ainda uma previsão sempre atualizada do horário de fim das produções em execução.

- Controle de Paralisações: os sistemas podem controlar as paralisações na produção, com a catalogação de seus aspectos, o que melhora sensivelmente a qualidade de informação.

- Disponibilização de dados do controle de qualidade: o MES lê os dados de análise de qualidade registrados e os disponibiliza nos terminais usados pelos operadores das linhas.

- Comunicação com o sistema ERP: O sistema ERP envia para o MES o cadastro dos materiais, a lista de insumos para fabricação dos produtos e o cadastro

das operações necessárias para a produção em cada linha. Após a produção, a MES evidencia as quantidades produzidas e os insumos consumidos.

- Relatórios gerenciais: o MES pode fornecer relatórios que totalizam as quantidades por sabor, por linha, por embalagem, por dia, em uma empresa. O sistema conta ainda com relatórios e gráficos de eficiência das linhas, consumos e perdas de insumos ou rendimento de materiais.

- Rastreabilidade: os sistemas MES com seu módulo de rastreabilidade, podem formar uma interface fácil para percorrer a cadeia produtiva em qualquer sentido. Pode-se partir de um lote do produto acabado e chegar a todos os insumos que participam daquela produção ou pode-se partir de um lote de insumo e descobrir em quais produções ele foi utilizado.

Depois de apenas alguns meses de utilização do sistema, vários resultados já puderam ser percebidos. Entre eles, foram citados:

- Redução dos erros de contabilização, que passaram a ser praticamente nulos. Mesmo quando ocorrem tornar-se-á muito fácil e rápido identificá-los e corrigi-los através do banco de dados;

- Diminuição de tempo de análise dos dados de produção por parte da equipe de Planejamento e Controle de produção, facilitando e otimizando seu trabalho;

- Maior velocidade da difusão das informações de produção, o que aumenta a agilidade nos procedimentos do setor de estoque de produtos acabados e compra de suprimentos;

- Maior velocidade na tomada de decisões de todas as gerências da área industrial, que podem visualizar o andamento de todas as linhas simultaneamente,

com informações sobre paradas de equipamentos e índices de performance, por exemplo;

- Maior controle e acompanhamento dos relatórios de produção que podem e poderão ser verificados digitalmente e em tempo real;

- Rastreabilidade de insumos de produção, que se tornará mais completa e exata a medida que o banco de dados do sistema crescer;

- Maior integração de informações entre departamentos, o que vai facilitar a troca de dados e a tomada de decisões em outros setores da empresa;

- Diminuição da mão-de-obra especialmente na análise e totalização de informações de planejamento e controle de produção;

- Redução de relatórios e planilhas de controle.

## 6 CONSIDERAÇÕES

Em uma retrospectiva do que se discutiu no estudo, assinala-se a importância dos controladores programáveis e dos softwares disponíveis no mercado, que procuram dar ênfase a uma nova proposta de gestão participativa e domínio do ambiente fabril em seus aspectos organizacionais, para que a automação industrial seja oportunizada, acompanhando as necessidades do chão de fábrica.

Como componente básico e necessário para o êxito desta referência, apresentou-se então os Sistemas MES (*Manufacturing Execution Systems*), sua conceituação, importância e as necessidades de coleta e consolidação de informações que apontaram para esta eficiente solução, pela eficiência na gestão da produção industrial, atuando em conjunto com os níveis corporativos e de controle e supervisão do chão-de-fábrica.

Na continuidade, apresentou-se como ocorre a implantação dos sistemas MES, como podem proporcionar resultados de imediato e ainda aqueles esperados em médio prazo, e as expansões do sistema que podem ser previstas. Foi abordado então o impacto da utilização desta nova tecnologia, que permite impulsionar o caráter criativo dos funcionários e sua adaptação e aceitação.

Sabe-se que os investimentos nas indústrias, até bem pouco tempo atrás, eram destinados a máquinas e equipamentos. No momento, porém, existem modificações na área, e estes investimentos estão sendo cada vez mais canalizados para sistemas na área de tecnologia da informação, como forma de modernização e otimização do parque fabril.

Com o crescimento da competitividade nos mercados interno e externo, o tradicional enfoque na produção baseado na “Quantidade” começa a ceder espaço para aquele focado na “Qualidade” de produtos e processos.

Foi discutido ainda que o caminho para esta transformação começou a ser definido com a introdução nas empresas dos softwares de “Gestão Corporativa”, também chamados de ERP (*Enterprise Resource Planning*). Simultaneamente observou-se uma crescente onda de automatização do chão de fábrica, que atingiu seu ápice com o uso dos sistemas SCADA, descritos no decorrer da pesquisa.

A necessidade de interação destes dois sistemas abriu espaço para a implantação dos sistemas MES (*Manufacturing Execution System*). A utilização de sistemas MES em indústrias está se tornando comum em função de suas capacidades de planejamento, análise e controle de dados de produção, geração e acompanhamento dos indicadores de performance – conhecidos como KPIs - possibilidade de rastreabilidade e outras funcionalidades.

Evidenciou-se, no trabalho, que, em linhas básicas, o MES constitui o terceiro nível de um sistema de informação de uma fábrica, coletando dados dos diversos sistemas supervisórios (segundo nível) e enviando para os sistemas do quarto nível, como os ERPs e *Material Requirements Planning* (MRPs), para processamento dos dados de produção.

Com o amadurecimento deste conceito, e sua aceitação pelas indústrias, percebe-se que o MES, na atualidade, além de servir como uma ponte entre dois tipos de sistemas, está incorporando uma série de funções relacionadas com a execução e o gerenciamento da produção, e que são a razão de seu sucesso, o que se pondera, a seguir:

- Gerenciamento de recursos de produção;

- Agendamento da produção;
- Despacho de ordens de produção;
- Centralização da coleta de dados;
- Gerenciamento do processo, da qualidade e da manutenção do funcionamento;
- Rastreamento do produto;
- Análise de performance.

Para o futuro, no setor empresarial, a adoção dos sistemas MES pode, em seu constante aperfeiçoamento, acarretar as mudanças que mais se fazem necessárias na rotina da fábrica, gerando os necessários benefícios para o processo produtivo.

Implica tal visão em um cenário que tem como meta criar uma estrutura industrial futura que permita as interações entre as variáveis e a necessidade de uma consistência entre suposições sobre diferentes características da indústria. Os sistemas MES podem introduzir estas melhoras necessárias, com seu software específico.

Pode-se evidenciar, pela descrição dos sistemas MES, quais os fatores que podem determinar o sucesso de sua implementação. É claro que um bom software e a boa vontade dos funcionários e da direção das empresas, apesar de fundamentais, não são suficientes para neutralizar as dificuldades que sempre surgem durante este tipo de implantação.

Assim, consideramos que outras questões devem ser avaliadas e somadas para se formar um cenário ideal, na conclusão deste trabalho.

Pode-se, então, citar alguns fatores que são fundamentais para o êxito dos sistemas MES:

a) Organização do processo – Deve-se entender que qualquer que seja a situação, tentar automatizar processos desorganizados é criar um grande caos. A automatização de processos só poderá ser bem sucedida quando realizada em sistemas bem organizados e bem resolvidos;

b) Automação de chão de fábrica – os sistemas MES, dentre outras funções, preenche a lacuna existente entre os softwares de gestão (ERPs) e os de supervisão e controle. A facilidade com que o MES pode interagir com os processos industriais depende da quantidade de sistemas automatizados já em funcionamento. Redes de sensores e sistemas supervisórios (SCADA) em pleno funcionamento são altamente recomendados para a eficiência do que se pretende implantar;

c) *Know-how* técnico – Possuir pessoal especializado no processo industrial e em tecnologia da informação trabalhando em equipe e com boa dose de dedicação. Muitas vezes o projeto perde-se por desconhecimento dos detalhes do processo e da rotina da produção;

d) Informações gerenciais via Intranet e Internet – Os sistemas MES requerem uma estrutura lógica que garanta um bom fluxo de informações digitais a fim de poderem funcionar a contento. Possuir esta estrutura em boas condições é também importante.

Todas estas conclusões e considerações são mais que apropriadas, pelos processos de rápidas mudanças tecnológicas e organizacionais que vem, cada vez mais, exigindo que engenheiros e administradores industriais, notadamente, possuam cada vez maior conhecimento e visão global dos processos produtivos, principalmente para a integração de grupos de máquinas e linhas de produção, automação, chão de fábrica, intranet e internet a serviço de melhores soluções para as indústrias.

Evidencia-se, igualmente, que para o sucesso na implantação de um sistema como o MES, o grau de automação e a qualidade do sistema de gestão utilizado sejam considerados como dois dos principais fatores de sucesso para as empresas.

## REFERÊNCIAS

- 01 - ALVARENGA, Gustavo Diniz, OLIVEIRA, Marcelo Jorge. Integrando chão-de-fábrica a sistemas corporativos através da implantação de um Sistema MES. In: **Anais** - III Encontro de Especialistas em Automação – ABM – São Paulo: 1999, p. 1.
- 02 - ARC Advisory Group. ARC's CMM Model. Disponível em: <<http://www.arcweb.com/Consulting/issues/cmm.htm>>. Acesso em: 28 set. 2002.
- 03 - BRANDL, Dennis. A interação Negócio Manufatura (B2M). In: **In Tech Brasil**, jan. 2002, p. 14-21.
- 04 - DAVENPORT, Thomas H. **Ecologia da Informação**. São Paulo: Futura, 2001.
- 05 - \_\_\_\_\_. PRUSAK, Laurence. **Conhecimento Empresarial**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- 06 - DSN. Disponível em: <<http://www.webopedia.com/TERM/D/DSN.html>>. Acesso em: 15 mar. 2003.
- 07 - Economia e Gestão das Tecnologias de Informação. Disponível em: <<http://www.revista.unicamp.br/infotec/economia/>>. Acesso em: 20 ago. 2002.
- 08 - ELIPSE Software. Produtos: Elipse E3. Disponível em: <<http://www.elipse.com.br>>. Acesso em: 15 set. 2002.
- 09 - ELIPSE Software. Produtos: Elipse SCADA. Disponível em: <<http://www.elipse.com.br>> Acesso em: 15 set. 2002.
- 10 - GAIDZINSKI, Vladimir Hartenias. **Os Sistemas de Supervisão no Contexto da Automação Industrial**. Florianópolis: UFSC, 1996.
- 11 - GUIMARÃES NETO, Joaquim Ferreira. Controle avançado. In: **InTech Brasil**, abr. 2002, p. 30-35.
- 12 - HARMON, Renato L. **Reinventando a fábrica II: conceitos modernos de produtividade na prática**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

- 13 - HEHN, Herman F. **Peopleware: Como Implementar o Fator Humano nas Implementações de Sistemas Integrados de Informação (ERP)**. São Paulo: Gente, 1999.
- 14 - INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: iBatch. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/produtos/IntellutionDynamics/iBatch/default.htm>>. Acesso em: 05 set. 2002.
- 15 - INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: iDownTime. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/iDownTime/default.htm>>. Acesso em: 05 set. 2002.
- 16 - INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: iFix. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/produtos/IntellutionDynamics/iFIX/default.htm>>. Acesso em: 05 set. 2002.
- 17 - INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: Fix. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/produtos/Fix/default.htm>>. Acesso em: 05 set. 2002.
- 18 - INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: iHistorian. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/iHistorian/default.htm>>. Acesso em: 05 set. 2002.
- 19 - INTY Automação Industrial Ltda. Produtos: iWebServer. Disponível em: <<http://www.automacao.com.br/produtos/default.htm>>. Acesso em: 05 set. 2002.
- 20 - INUSOFT, Tools for Automation. Produtos: CEView. Disponível em: <[http://www.indusoft.com/products\\_ceview.asp](http://www.indusoft.com/products_ceview.asp)>. Acesso em: 16 set. 2002.
- 21 - INDUSOFT, Tools for Automation. Produtos: Indusoft. Disponível em: <[http://www.indusoft.com/products\\_indusoft.asp](http://www.indusoft.com/products_indusoft.asp)>. Acesso em: 16 set. 2002.
- 22 - INDUSOFT, Tools for Automation. Produtos: Indusoft Web Studio. Disponível em: <[http://www.indusoft.com/products\\_indusoft\\_web\\_studio.asp](http://www.indusoft.com/products_indusoft_web_studio.asp)>. Acesso em: 16 set. 2002.
- 23 - MARTIN, J. **Engenharia de Informação**. Rio de Janeiro: Campus, 1991.
- 24 - McGEE, James, PRUSAK, Laurence. **Gerenciamento Estratégico da Informação**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

- 25 - MESA INTERNATIONAL. Controls definition & MES to controls Data flow possibilities. In: **MESA INTERNATIONAL**, Whipe Paper n. 3 – fev. 2000, p. 1-8.
- 26 - MESA INTERNATIONAL. MES Explained: A High Level Vision. In: **MESA INTERNATIONAL**, Whipe Paper n. 6 – Set. 1997, p. 1-23.
- 27 - ODBC. Disponível em: <<http://www.webopedia.com/TERM/O/ODBC.html>>. Acesso em: 15 mar. 2003.
- 28 - OPC Foundation. Disponível em: <[http://www.opcfoundation.org/01\\_about/01\\_history.htm](http://www.opcfoundation.org/01_about/01_history.htm)>. Acesso em: 12 set. 2002.
- 29 - PADRÃO JR., Fausto, ALVES FILHO, Marcos, LANNA, Victor Mattos. Implantação do MES em indústria de bebidas. In: **ATAN**, Rio de Janeiro, s/d, p. 1-6.
- 30 - PEREIRA, Sílvia Bruin. Softwares para aquisição de dados: o que se espera das aplicações em processo e manufatura. In: **In Tech Brasil**, jan. 2001, p. 17-19.
- 31 - PERUCH, F. W. A. **Automação de uma Fábrica de Margarina/Halvarina**. Florianópolis: UFSC, 2002.
- 32 - PIRES, S. R. I., AGOSTINHO, L. Estratégias competitivas e prioridades competitivas da manufatura: um estudo exploratório. In: **Produção**, v. 4, n. 1. p. 23-32, Rio de Janeiro, jul.94.
- 33 - PORTER, Michael E. **Vantagem competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.
- 34 - SCHEER, August-Wilhelm. **CIM: evoluindo para a fábrica do futuro**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.
- 35 - SEIXAS FILHO, Constantino. A produção em foco. In: **Scantech News**, Rio de Janeiro, set.99, p. 26-30.
- 36 - \_\_\_\_\_. Alguns Aspectos do MÊS. In: **In Tech Brasil**, jan. 2000, p. 42-47.
- 37 - \_\_\_\_\_. O gerenciamento da produção. In: **ATAN Sistemas de Automação-Apostila**, s/d, Rio de Janeiro, p. 1-6.
- 38 - \_\_\_\_\_. Segmentos da Produção um Importante Conceito. In: **In Tech Brasil**, jan. 2002, p. 6-13.

- 39 - \_\_\_\_\_. LISBOA, Magno Adriano. Disponibilização dos dados de processo, interfaceamento com sistemas ERP e protocolo OPC: em que ponto estamos? In: **In Tech Brasil**, jan. 2001, p. 20-25.
- 40 - SILVA, João Batista da. Administração de Sistemas de Informação. Publicação Interna. UNESC. 2002.
- 41 - SILVA, Ronaldo. Estrutura de Bancos de Dados. Publicação Interna. INE/UFSC. 1997.
- 42 - SLACK, Nigel. **Vantagem Competitiva em Manufatura**. São Paulo: Atlas, 1993. ISBN 85-224-0981-1.
- 43 - SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: @aGlance/IT. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/aglanceitp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.
- 44 - SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: Axeda DRM. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/drmp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.
- 45 - SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: Supply Chain Design Engine. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/supply.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.
- 46 - SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: Web@aGlance. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/webintrop.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.
- 47 - SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: Wizcon for Windows/Internet. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizwinp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.
- 48 - SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: WizFactory (Supervisor). Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizfactory.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.
- 49 - SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: WizPLC. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizplcp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.
- 50 - SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: WizReport. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizreportp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.

- 51 - SOFTBRASIL, Provedora de Tecnologia. Produtos: WizScheduler. Disponível em: <<http://www.softbrasil.com.br/produtos/wizschedp.htm>>. Acesso em: 10 set. 2002.
- 52 - UNISOFT SISTEMAS LTDA. **Unisoft, Gerenciamento e Supervisão de Processos**. Rio de Janeiro: Uni, 1997.
- 53 - WONDERWARE Invensys. Products: InBatch. Disponível em: <[http://www.wonderware.com/products/process/inbatch\\_prem.asp](http://www.wonderware.com/products/process/inbatch_prem.asp)>. Acesso em: 18 set. 2002.
- 54 - WONDERWARE Invensys. Products: InControl. Disponível em: <<http://www.wonderware.com/products/control/incontrol/>>. Acesso em: 18 set. 2002.
- 55 - WONDERWARE Invensys. Products: Industrial SQL. Disponível em: <<http://www.wonderware.com/products/historian/insql>>. Acesso em: 18 set. 2002.
- 56 - 43 - WONDERWARE Invensys. Products: InTouch. Disponível em: <<http://www.wonderware.com/products/visualization/intouch>>. Acesso em: 18 set. 2002.
- 57 - WONDERWARE Invensys. Products: InTrack. Disponível em: <[http://www.wonderware.com/products/resource\\_tracking/intrack/](http://www.wonderware.com/products/resource_tracking/intrack/)>. Acesso em: 18 set. 2002.
- 58 - WONDERWARE Invensys. Products: ScadaAlarm. Disponível em: <<http://www.wonderware.com/products/comm/scadalarm/>>. Acesso em: 18 set. 2002.

## ANEXO A – ESPECIFICAÇÃO DE ENTRADAS E SAÍDAS

<b>Processo: Preparação</b>			
<b>Revisão 08</b>		<b>Endereços das Entradas Digitais</b>	
<b>21/02/03</b>			
<b>End</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tag</b>	<b>Descrição</b>
E0000.0	ED		RETROAVISO CORREIA TRANSPORTADORA CT-14
E0000.1	ED		RELE TERMICO CORREIA TRANSPORTADORA CT-14
E0000.2	ED		EMERGENCIA CORREIA TRANSPORTADORA CT-14
E0000.3	ED		SENSOR MOVIMENTO CORREIA TRANSPORTADORA CT-14
E0000.4	ED		CHAVE DESALINHAMENTO CORREIA TRANSPORTADORA CT-14
E0000.5	ED		CHAVE SEGURANÇA CORREIA TRANSPORTADORA CT-14
E0000.6	ED		RETROAVISO ELEVADOR EL-15
E0000.7	ED		RELE TERMICO ELEVADOR EL-15
E0001.0	ED		EMERGENCIA ELEVADOR EL-15
E0001.1	ED		SENSOR MOVIMENTO ELEVADOR EL-15
E0001.2	ED		SENSOR DESALINHAMENTO ELEVADOR EL-15
E0001.3	ED		RETROAVISO CORREIA TRANSPORTADORA CT-16
E0001.4	ED		RELE TERMICO CORREIA TRANSPORTADORA CT-16
E0001.5	ED		EMERGENCIA CORREIA TRANSPORTADORA CT-16
E0001.6	ED		SENSOR MOVIMENTO CORREIA TRANSPORTADORA CT-16
E0001.7	ED		CHAVE DESALINHAMENTO CORREIA TRANSPORTADORA CT-16
E0002.0	ED		CHAVE SEGURANÇA CORREIA TRANSPORTADORA CT-16
E0002.1	ED		RETROAVISO TRANSPORTADOR CORRENTE TC-080
E0002.2	ED		RELE TERMICO TRANSPORTADOR CORRENTE TC-080
E0002.3	ED		EMERGENCIA TRANSPORTADOR CORRENTE TC-080
E0002.4	ED		SENSOR MOVIMENTO TRANSPORTADOR CORRENTE TC-080
E0002.5	ED		CHAVE NIVEL ALTO SILO PULMAO SP-105
E0002.6	ED		CHAVE NIVEL BAIXO SILO PULMAO SP-105
E0002.7	ED		RETROAVISO ROSCA TRANSPORTADORA RT-105
E0003.0	ED		RELE TERMICO ROSCA TRANSPORTADORA RT-105
E0003.1	ED		EMERGENCIA ROSCA TRANSPORTADORA RT-105
E0003.2	ED		SENSOR MOVIMENTO ROSCA TRANSPORTADORA RT-105
E0003.3	ED		FALHA INVERSOR ROSCA TRANSPORTADORA RT-105
E0003.4	ED		RETROAVISO ELEVADOR EL-105
E0003.5	ED		RELE TERMICO ELEVADOR EL-105
E0003.6	ED		EMERGENCIA ELEVADOR EL-105
E0003.7	ED		SENSOR MOVIMENTO ELEVADOR EL-105
E0004.0	ED		SENSOR DESALINHAMENTO ELEVADOR EL-105
E0004.1	ED		CHAVE NIVEL ALTO BALANÇA DE FLUXO BF-110
E0004.2	ED		SENSOR POSICAO ABERTA GAVETA BC-110
E0004.3	ED		SENSOR POSICAO FECHADA GAVETA BC-110
E0004.4	ED		RETROAVISO TRANSPORTADOR CORRENTE DUPLO TCD-110
E0004.5	ED		RELE TERMICO TRANSPORTADOR CORRENTE DUPLO TCD-110
E0004.6	ED		EMERGENCIA TRANSPORTADOR CORRENTE DUPLO TCD-110
E0004.7	ED		SENSOR MOVIMENTO TRANSPORTADOR CORRENTE TCD-110
E0005.0	ED		SENSOR EMBUCHAMENTO TRANSPORTADOR CORRENTE TCD-110

E0005.1	ED		RETROAVISO MOTOR QUEBRADOR QB-120A
E0005.2	ED		RELE TERMICO MOTOR QUEBRADOR QB-120A
E0005.3	ED		EMERGENCIA QUEBRADOR QB-120A
E0005.4	ED		FALHA SOFT-STARTER QUEBRADOR QB-120A
E0005.5	ED		CHAVE NIVEL TULHA QUEBRADOR QB-120A
E0005.6	ED		RETROAVISO ALIMENTADOR AL-102A
E0005.7	ED		RELE TERMICO ALIMENTADOR AL-120A
E0006.0	ED		FALHA INVERSOR ALIMENTADOR AL-120A
E0006.1	ED		RETROAVISO MOTOR QUEBRADOR QB-120B
E0006.2	ED		RELE TERMICO MOTOR QUEBRADOR QB-120B
E0006.3	ED		EMERGENCIA QUEBRADOR QB-120B
E0006.4	ED		FALHA SOFT-STARTER QUEBRADOR QB-120B
E0006.5	ED		CHAVE NIVEL TULHA QUEBRADOR QB-120B
E0006.6	ED		RETROAVISO ALIMENTADOR AL-120B
E0006.7	ED		RELE TERMICO ALIMENTADOR AL-120B
E0007.0	ED		FALHA INVERSOR ALIMENTADOR AL-120B
E0007.1	ED		RETROAVISO MOTOR QUEBRADOR QB-120C
E0007.2	ED		RELE TERMICO MOTOR QUEBRADOR QB-120C
E0007.3	ED		EMERGENCIA QUEBRADOR QB-120C
E0007.4	ED		FALHA SOFT-STARTER QUEBRADOR QB-120C
E0007.5	ED		CHAVE NIVEL TULHA QUEBRADOR QB-120C
E0007.6	ED		RETROAVISO ALIMENTADOR AL-102C
E0007.7	ED		RELE TERMICO ALIMENTADOR AL-120C
E0008.0	ED		FALHA INVERSOR ALIMENTADOR AL-120C
E0008.1	ED		RETROAVISO TRANSPORTADOR CORRENTE TC-120A
E0008.2	ED		RELE TERMICO TRANSPORTADOR CORRENTE TC-120A
E0008.3	ED		EMERGENCIA TRANSPORTADOR CORRENTE TC-120A
E0008.4	ED		SENSOR MOVIMENTO TRANSPORTADOR CORRENTE TC-120A
E0008.5	ED		SENSOR EMBUCHAMENTO TRANSPORTADOR CORRENTE TC-120A
E0008.6	ED		CHAVE POSICAO GAVETA FECHADA P/ BK-120
E0008.7	ED		RETROAVISO BULK-FLOW BK-120
E0009.0	ED		RELE TERMICO BULK-FLOW BK-120
E0009.1	ED		EMERGENCIA BULK-FLOW BK-120
E0009.2	ED		SENSOR MOVIMENTO BULK-FLOW BK-120
E0009.3	ED		SENSOR EMBUCHAMENTO BULK-FLOW BK-120
E0009.4	ED		RETROAVISO ELEVADOR EL-120
E0009.5	ED		RELE TERMICO ELEVADOR EL-120
E0009.6	ED		EMERGENCIA ELEVADOR EL-120
E0009.7	ED		SENSOR MOVIMENTO ELEVADOR EL-120
E0010.0	ED		RETROAVISO TRANSPORTADOR CORRENTE TC-120B
E0010.1	ED		RELE TERMICO TRANSPORTADOR CORRENTE TC-120B
E0010.2	ED		EMERGENCIA TRANSPORTADOR CORRENTE TC-120B
E0010.3	ED		SENSOR MOVIMENTO TRANSPORTADOR CORRENTE TC-120B
E0010.4	ED		SENSOR EMBUCHAMENTO TRANSPORTADOR CORRENTE TC-120B
E0010.5	ED		RETROAVISO VENTILADOR VS-130A
E0010.6	ED		RELE TERMICO VENTILADOR VS-130A
E0010.7	ED		EMERGENCIA VENTILADOR VS-130A
E0011.0	ED		RETROAVISO VALVULA ROTATIVA VR-130A
E0011.1	ED		RELE TERMICO VALVULA ROTATIVA VR-130A
E0011.2	ED		RETROAVISO VENTILADOR VS-130B
E0011.3	ED		RELE TERMICO VENTILADOR VS-130B

<b>Processo: Preparação</b>			
<b>Revisão 08</b>		<b>Endereços das Saídas Digitais</b>	
<b>21/02/03</b>			
<b>End</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tag</b>	<b>Descrição</b>
S60.0	SD		COMANDO LIGA CORREIA CT-14
S60.1	SD		COMANDO LIGA ELEVADOR EL-15
S60.2	SD		COMANDO LIGA CORREIA CT-16
S60.3	SD		COMANDO LIGA TRANSPORTADOR TC-080
S60.4	SD		COMANDO LIGA ROSCA RT-105
S60.5	SD		COMANDO LIGA ELEVADOR EL-105
S60.6	SD		COMANDO ABRE GAVETA BALANÇA BC-110
S60.7	SD		COMANDO LIGA TRANSPORTADOR TCD-110
S61.0	SD		COMANDO LIGA QUEBRADOR QB-120A
S61.1	SD		COMANDO ACIONA BOBINA TRAVA QB-120A
S61.2	SD		COMANDO ACIONA BOBINA FEED-GATE QB-120A
S61.3	SD		COMANDO LIGA ALIMENTADOR AL-120A
S61.4	SD		COMANDO LIGA QUEBRADOR QB-120B
S61.5	SD		COMANDO ACIONA BOBINA TRAVA QB-120B
S61.6	SD		COMANDO ACIONA BOBINA FEED-GATE QB-120B
S61.7	SD		COMANDO LIGA ALIMENTADOR AL-120B
S62.0	SD		COMANDO LIGA QUEBRADOR QB-120C
S62.1	SD		COMANDO ACIONA BOBINA TRAVA QB-120C
S62.2	SD		COMANDO ACIONA BOBINA FEED-GATE QB-120C
S62.3	SD		COMANDO LIGA ALIMENTADOR AL-120C
S62.4	SD		COMANDO LIGA TRANSPORTADOR TC-120A
S62.5	SD		COMANDO LIGA BULK-FLOW BK-120
S62.6	SD		COMANDO LIGA ELEVADOR EL-120
S62.7	SD		COMANDO LIGA TRANSPORTADOR TC-120B
S63.0	SD		COMANDO LIGA VENTILADOR VS-130A
S63.1	SD		COMANDO LIGA VALVULA ROTATIVA VR-130A
S63.2	SD		COMANDO LIGA VENTILADOR VS-130B
S63.3	SD		COMANDO LIGA VALVULA ROTATIVA VR-130B
S63.4	SD		COMANDO LIGA VENTILADOR VS-130C
S63.5	SD		COMANDO LIGA VALVULA ROTATIVA VR-130C
S63.6	SD		COMANDO LIGA ROSCA TRANSPORTADORA RT-130
S63.7	SD		COMANDO LIGA MAQUINA LIMPEZA ML-135 DIREITA
S64.0	SD		COMANDO LIGA MAQUINA LIMPEZA ML-135 ESQUERDA
S64.1	SD		COMANDO LIGA TRANSPORTADOR TC-135
S64.2	SD		COMANDO LIGA TRANSPORTE PNEUMATICO TP-148
S64.3	SD		COMANDO LIGA BOMBA CONDENSADO P-120
S64.4	SD		COMANDO LIGA ROSCA TRANSPORTADORA RT-120
S64.5	SD		COMANDO LIGA CONDICIONADOR CD-160
S64.6	SD		COMANDO LIGA BULK-FLOW BK-160
S64.7	SD		COMANDO LIGA TRANSPORTADOR TCD-160
S65.0	SD		COMANDO LIGA ROSCA TRANSPORTADORA RT-160
S65.1	SD		COMANDO ABRE GAVETA BALANÇA BC-160
S65.2	SD		COMANDO LIGA LAMINADOR LM-170A
S65.3	SD		COMANDO LIGA ALIMENTADOR AL-170A
S65.4	SD		COMANDO LIGA BOMBA HIDRAULICA UH-170A
S65.5	SD		COMANDO ACIONA VALVULA PRESSAO ROLOS LM-170A
S65.6	SD		COMANDO LIGA LAMINADOR LM-170B

<b>Processo: Preparação</b>			
<b>Revisão 08</b>		<b>Endereços das Entradas Analógicas</b>	
<b>21/02/03</b>			
<b>End</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tag</b>	<b>Descrição</b>
R0256.0	EA		SINAL PESO BALANÇA BC-110
R0256.1	EA		CORRENTE QUEBRADOR QB-120A
R0256.2	EA		CORRENTE QUEBRADOR QB-120B
R0256.3	EA		CORRENTE QUEBRADOR QB-120C
R0256.4	EA		TEMPERATURA CONDICIONADOR CD-160
R0256.5	EA		SINAL PESO BALANÇA BC-160
R0256.6	EA		CORRENTE LAMINADOR LM-170A
R0256.7	EA		CORRENTE LAMINADOR LM-170B
R0258.0	EA		CORRENTE LAMINADOR LM-170C
R0258.1	EA		CORRENTE LAMINADOR LM-170D
R0258.2	EA		CORRENTE LAMINADOR LM-170E
R0258.3	EA		CORRENTE LAMINADOR LM-170F
R0258.4	EA		CORRENTE LAMINADOR LM-170G
R0258.5	EA		CORRENTE LAMINADOR LM-170H
R0258.6	EA		TEMPERATURA EXPANDER EX-175
R0258.7	EA		CORRENTE EXPANDER EX-175
R0260.0	EA		SINAL PESO BALANÇA BF-180 TULHA RESFRIADOR
R0260.1	EA		TEMPERATURA RESFRIADOR RF-180
R0260.2	EA		CORRENTE ELEVADOR EL-105
R0260.3	EA		CORRENTE BULK-FLOW BK-170C
R0260.4	EA		VAZAO VAPOR PREPARACAO
R0260.5	EA		CORRENTE BULK-FLOW BK-170B
R0260.6	EA		CORRENTE CONDICIONADOR CD-160
R0260.7	EA		

<b>Processo: Preparação</b>			
<b>Revisão 08</b>		<b>Endereços das Saídas Analógicas</b>	
<b>21/02/03</b>			
<b>End</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tag</b>	<b>Descrição</b>
R0264.0	SA		CONTROLE VELOCIDADE ROSCA RT-105
R0264.1	SA		CONTROLE VELOCIDADE ALIMENTADOR AL-120A
R0264.2	SA		CONTROLE VELOCIDADE ALIMENTADOR AL-120B
R0264.3	SA		CONTROLE VELOCIDADE ALIMENTADOR AL-120C
<b>End</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tag</b>	<b>Descrição</b>
R0266.0	SA		CONTROLE TEMPERATURA CONDICIONADOR CD-160
R0266.1	SA		CONTROLE VELOCIDADE ALIMENTADOR AL-170A
R0266.2	SA		CONTROLE VELOCIDADE ALIMENTADOR AL-170B
R0266.3	SA		CONTROLE VELOCIDADE ALIMENTADOR AL-170C
<b>End</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tag</b>	<b>Descrição</b>
R0268.0	SA		CONTROLE VELOCIDADE ALIMENTADOR AL-170D
R0268.1	SA		CONTROLE VELOCIDADE ALIMENTADOR AL-170E
R0268.2	SA		CONTROLE VELOCIDADE ALIMENTADOR AL-170F
R0268.3	SA		CONTROLE VELOCIDADE ALIMENTADOR AL-170G