



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP**  
**ESCOLA DE MINAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONTROLE**  
**E AUTOMAÇÃO**



**HENRIQUE LIMA**

**ANÁLISE CONCEITUAL DOS *SOFTWARES* DE GERENCIAMENTO DAS  
INFORMAÇÕES INDUSTRIAL**

**OURO PRETO - MG**

**2019**

**HENRIQUE LIMA**

**henriquelima75@gmail.com**

**ANÁLISE CONCEITUAL DOS *SOFTWARES* DE GERENCIAMENTO DAS  
INFORMAÇÕES INDUSTRIAL**

**Monografia apresentada ao Curso de  
Graduação em Engenharia de Controle e  
Automação da Universidade Federal de  
Ouro Preto como requisito para a obtenção  
do título de Engenheiro de Controle e  
Automação.**

**Professor orientador: Dra Karla Boaventura Pimenta Palmieri**

.

**OURO PRETO – MG**

**2019**

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

L732a Lima, Henrique Romeu Costa .  
ANÁLISE CONCEITUAL DOS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DAS  
INFORMAÇÕES INDUSTRIAIS. [manuscrito] / Henrique Romeu Costa Lima.  
Henrique Lima. - 2019.  
54 f.: il.: color., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Karla Palmieri.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.  
Escola de Minas. Graduação em Engenharia de Controle e Automação .

1. Gerenciamento de recursos de informação - Plant Information  
Management System (PIMS). 2. Planejamento dos recursos de  
manufatura - Manufacturing Execution Systems (MES). 3. Administração  
da produção - Enterprise Resource Planning (ERP). I. Lima, Henrique. II.  
Palmieri, Karla. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 681.5

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB:1716



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas  
Colegiado do Curso de Engenharia  
de Controle e Automação - CECAU



### ATA DE DEFESA

Aos 11 dias do mês de Dezembro de 2019, às 14:00h, na Escola de Minas – UFOP, reuniu-se a Comissão Avaliadora designada para julgar a Monografia do graduando **HENRIQUE LIMA** do curso de Engenharia de Controle e Automação intitulada **ANÁLISE CONCEITUAL DOS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DAS INFORMAÇÕES INDUSTRIAIS**, sob orientação da Profa. Dra. Karla Boaventura Pimenta Palmieri, sendo a referida Comissão composta pelo Profa. MSc. Adrielle de Carvalho Santana e pelo Prof. Engenheiro Gradimilo Cândido de Jesus. A Comissão Avaliadora resolveu considerar o trabalho aprovado atendendo às exigências para defesa e recomendações da banca examinadora.

Ouro Preto, 11 de Dezembro de 2019.

*Karla Palmieri*

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Karla Boaventura Pimenta Palmieri – Orientadora

*Adrielle Santana*

\_\_\_\_\_  
Profa. MSc. Adrielle de Carvalho Santana – Convidada

*Gradimilo Jesus*

\_\_\_\_\_  
Prof. Engenheiro Gradimilo Cândido de Jesus – Convidado

*Henrique Lima*

\_\_\_\_\_  
Aluno

A Deus dedico mais esta etapa vencida.

A meus pais e irmãos, pelo apoio e incentivo incondicional.

Aos meus amigos pelo companheirismo.

## **AGRADECIMENTO**

Aos meus pais e irmãos que pelo apoio incondicional durante toda esta etapa.

A minha orientadora Karla pelo apoio e orientação neste trabalho.

Aos professores do curso de engenharia de controle e Automação pelo ensino de qualidade.

A vida republicana de Ouro Preto, em especial a minha república Xeque Mate, lugar que proporciona grandes experiências e ensinamentos.

A empresa Vale S.A. e colaboradores da área de automação pela contribuição de meu crescimento profissional.

Aos irmãos que fiz em Ouro Preto pela amizade e companheirismo por estarem ao meu lado durante este caminho.

*“Aprendi que vai demorar muito para me transformar na pessoa que quero ser, e devo ter paciência. Mas, aprendi também, que posso ir além dos limites que eu próprio coloquei”.*

*Charles Chaplin*

## RESUMO

Os *softwares* de gestão das informações industriais são de grande importância para o dia a dia dos processos produtivos de uma empresa. Através destes *softwares*, é possível integrar todos os processos de uma linha de produção, desde o chão de fábrica até o escritório dos diretores. No cenário atual temos três *softwares* que se destacam quando o assunto é aplicação nas indústrias: Sistema de gerenciamento de informações do processo - PIMS, Sistema de Execução da manufatura- MES e Sistema Integrado de gestão empresarial ERP. A implementação destes sistemas em uma linha de produção de uma grande indústria, proporciona aos gerentes de processos uma análise de dados em tempo real, permitindo que os mesmos possam realizar uma análise crítica do processo. Essa gestão detalhada otimiza o processo produtivo como um todo, reduzindo os custos de produção e mantendo assim um padrão de qualidade dentro da empresa. Isso faz com que as empresas que utilizam desta gestão otimizada de dados obtenham mais lucros e possam ser mais competitivas frente as suas concorrentes.

**Palavras-chave:** PIMS, MES, ERP.

## **ABSTRACT**

The Industrial information management softwares are of great importance at the production processes of a company. With this softwares is possible to integrate all the processes of a production line or a factory from the office of the directors. Now days, three softwares stand out at the industry applications: PIMS (Information Management System), MES (Execution System) and ERP (Integrated Business Management System). Deploy these systems in a big manufacturing industry provides process managers with real-time data analysis, allowing a critical process analysis. This detailed management process or production process as a whole, reduct the production costs and maintaining the highest quality performer at the company. It is easy to see that companies that use this optimized data management make more profit and are more competitive than their competitor.

Keywords: PIMS, MES, ERP.

**LISTA DE SIGLAS**

MES	Sistema de execução da manufatura
PIMS	Sistema de gerenciamento e informação do processo
ERP	Sistema integrado de gestão empresarial
MESA	<i>Manufacturing enterprise solutions association</i>
CLPs	Controladores lógicos programável
SCADA	Sistemas de controle e aquisição de dados
SDCD	Sistemas digitais de controle distribuído
PC	Computador pessoal
OPC	<i>OLE for processcontrol</i>
CPU	Unidade central de processamento

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Eliminando as ilhas de automação.....	18
Figura 2 – Pirâmide de automação.....	19
Figura 3 – Exemplo de arquitetura dos sistemas PIMS.....	21
Figura 4 – Exemplo de Infra – Estrutura de Rede do PIMS.....	23
Figura 5 – Bases de tempo dos sistemas de controle, MES e ERP.....	30
Figura 6 – Níveis hierárquicos da automação.....	35
Figura 7 – Estrutura conceitual dos sistemas ERP e sua evolução desde o MRP.....	39
Figura 8 – Funcionalidades do sistema ERP.....	42

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Exemplo onde ocorre com mais frequência à coleta automática de dados.....	24
Tabela 2 – Benefícios e problemas relativos à característica “Pacote Comercial”.....	44
Tabela 3 – Benefícios e problemas relativos à característica “Integração”.....	44
Tabela 4 – Benefícios e problemas relativos à característica “Abrangência Funcional”.....	45
Tabela 5 – Benefícios e problemas relativos à característica “Banco de dados Corporativo” .....	45
Tabela 6 – Contextualização da abordagem econômica de qualidade.....	47

## SUMÁRIO

1.0	Introdução.....	15
1.1	Formulação do Problema.....	16
1.2	Justificativa.....	16
1.3	Objetivos.....	17
1.3.1	Geral.....	17
1.3.2	Específicos.....	17
2.0	PIMS.....	18
2.1	Funções.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.2	Benefícios.....	20
2.3	Infraestrutura.....	20
2.3.1	Servidor Principal.....	21
2.3.2	Servidor de comunicação.....	21
2.3.3	Estações Clientes.....	22
2.3.4	Banco de dados relacional.....	22
2.3.5	Infra-Estrutura de rede.....	22
2.4	Coleta de dados.....	23
2.5	Funcionalidades.....	25
2.5.1	Historiador de Processos.....	25
2.5.2	Compressão de dados.....	26
2.5.3	Extração, Consulta e Visualizações.....	26
2.5.4	Interfaceamento com banco de dados.....	27
2.5.5	Interfaceamento com ERP.....	27
2.5.6	Gestão e tracking de bateladas.....	27
2.5.7	Controle estatísticos de processos.....	27
2.5.8	Interfaceamento com outros aplicativos.....	28
3.0	MES.....	29
3.1	Funcionalidades do sistema MES.....	30
3.1.1	Alocação de Recursos.....	32
3.1.2	Planejamento detalhado da operação.....	32
3.1.3	Gestão do fluxo produtivo.....	32
3.1.4	Controle de documentos.....	32
3.1.5	Aquisição e armazenamento de dados.....	32
3.1.6	Gestão de serviços.....	32

3.1.7 Gestão da qualidade .....	33
3.1.8 Gestão do processo .....	33
3.1.9 Gestão da manutenção .....	33
3.1.10 Genealogia e rastreamento do produto .....	33
3.1.11 Análise de desempenho .....	34
3.2 Benefícios do sistema MES .....	34
3.3 <i>Softwares</i> do sistema MES .....	35
3.4 Integração com o PIMS e MES .....	36
4.0 ERP .....	38
4.1 Objetivos do sistema ERP .....	39
4.2 Características do sistema ERP .....	40
4.3 Arquitetura do sistema ERP .....	42
4.4 Benefícios e problemas .....	43
4.5 Integração com MES e ERP .....	45
5.0 Conclusão .....	49
6.0 Referências .....	51

## 1 Introdução

Até meados da década de 90 os sistemas de eram constituídos de unidades isoladas, as chamadas “ilhas de automação”. Essas unidades trabalhavam por si só, tendo seus próprios banco de dados utilizados separadamente. Uma grande necessidade era a união destes bancos de dados, para que todas essas informações que trabalhavam de maneiras isoladas pudessem ser reunidas em apenas uma unidade, facilitando assim a vida dos engenheiros e melhorando a gestão dos processos.

Foi a partir desta necessidade que surgiram os sistemas integrados de informação, sistemas que tinham como princípio unificar todas as bases de dados para que houvesse uma melhor gestão das informações nos processos produtivos.

Atualmente existem três ferramentas que, cada uma em sua determinada função e nível hierárquico na pirâmide de automação, são amplamente utilizadas no ambiente empresarial para o gerenciamento de informações. São elas: Sistema de gerenciamento de informações do processo - PIMS, Sistema de Execução da manufatura- MES e Sistema Integrado de gestão empresarial ERP.

Os sistemas PIMS foram criados para sanar o problema da dispersão de informações. O objetivo era obter uma visão conjunta de todos os processos industriais. De acordo com Aranha (*et al.*, 2015) sistemas PIMS são definidos como “*sistemas de aquisição de dados que, basicamente, recuperam os dados do processo em fontes distintas, armazenam em um banco de dados único e os disponibilizam através de diversas ferramentas*”. Estes dados são apresentados ao usuário de várias maneiras como em tabelas e gráficos. Hoje a ferramenta PIMS é uma ferramenta indispensável em uma grande indústria que deseja ter processos automatizados.

O sistema MES tem por objetivo proporcionar aos gestores da empresa uma rápida visualização das informações dos processos industriais, permitindo-os que tenham uma rápida tomada de decisão. O sistema MES é definido por Souza e Oliveira (2003) como “*um sistema de gestão automática da produção que interliga a realidade do chão de fábrica ao sistema de gestão empresarial, fornecendo todas as informações relevantes, em tempo real, do que acontece em cada um dos setores de uma empresa*”.

Os sistemas ERP são o último nível da pirâmide de automação. De acordo com Souza e Zwicker, (2000) os sistemas ERP são definidos como “*sistemas de informação integrados,*

*adquiridos na forma de um pacote de software comercial, com a finalidade de dar suporte à maioria das operações de uma empresa”. Já a Deloitte Consulting (1998) define o ERP como “um pacote de software de negócios que permite a uma companhia automatizar e integrar a maioria de seus processos de negócio, compartilhar práticas e dados comuns através de toda a empresa e acessar informações em tempo real”.*

Ainda segundo Souza e Zwicker, (2000) esses sistemas de gestão de informações vêm sendo utilizados como base tecnológica para as operações industriais, oferecendo várias vantagens, comparados aos sistemas utilizados anteriormente, tendo como uma das principais vantagens a integração de várias áreas dentro de uma empresa.

Este trabalho é um estudo dos principais *softwares* de gerenciamento de informações, onde se apresenta arquitetura, características, objetivos, benefícios e até problemas que resultam da utilização destes *softwares* no ambiente empresarial.

## **1.1 Formulação do Problema**

Devido a globalização e grande competitividade do mercado internacional, nasceu dentro das grandes indústrias uma necessidade de otimizar seus processos produtivos, minimizando seus custos e aumentando seus lucros, mantendo sempre o padrão de qualidade de seus produtos. Neste contexto foi necessário a criação de soluções para se obter uma melhor gestão das informações desde as linhas de produção até os escritórios comerciais, facilitando a gestão de toda a cadeia produtiva da empresa.

## **1.2 Justificativa**

Para se obter uma produção otimizada e uma fácil gestão dos processos produtivos é necessário que haja uma integração entre esses processos, desde o chão de fábrica até os mais altos níveis da empresa. Para isso, os engenheiros necessitam de sistemas integradas que possibilitam que ele faça uma análise mais ampla dos processos, o que permite que ele tire melhores conclusões, facilitando assim a gestão dos processos produtivos.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Geral**

Ampliar os conceitos sobre sistemas de gerenciamento de informações no ambiente industrial, entender a importância desses sistemas para a indústria e criar uma visão crítica sobre a gestão de dados e informações no ambiente industrial.

#### **1.3.2 Específicos**

Fazer o detalhamento técnico dos principais *softwares* de gerenciamento de informações, PIMS, MES e ERP, pois os mesmos confundem em suas aplicações, conceitos e funções.

A ideia é detalhar suas arquiteturas, características, objetivos e benefícios que cada *software* proporciona no ambiente industrial, entenda o papel de cada *software* na pirâmide de automação.

## 2 PIMS

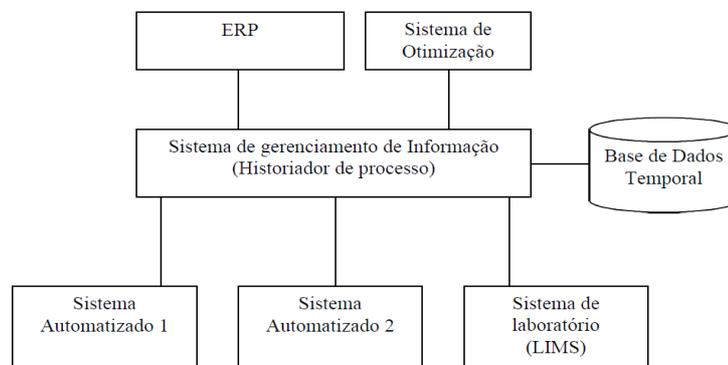
Dentro da pirâmide de automação industrial existem níveis hierárquicos. O fluxo de dados entre essas camadas hierárquicas é fundamental para atingir bons resultados na operação da planta. Essa troca de informações se deve a integração dos dados que saem do chão de fábrica e vão até o usuário final no topo da pirâmide de automação.

Para se obter uma gestão de processos otimizada é necessário a implantação de sistemas de gerenciamento de informações de processos, PIMS (Plant Information Management System).

Estes sistemas são soluções capazes de integrar todos os níveis de automação, eliminando assim os núcleos isolados, como é mostrado na figura 1.

*Os PIMS são softwares que contêm um repositório de dados que concentram todas as informações relevantes das células de processo, fazem seu armazenamento em um banco de dados histórico e as disponibilizam através de diversas formas de representação. Uma de suas principais funções é a de transformar a massa de dados em informação e a informação em conhecimento (Souza e Oliveira, 2003, p1).*

Figura 1: Eliminando as ilhas de automação

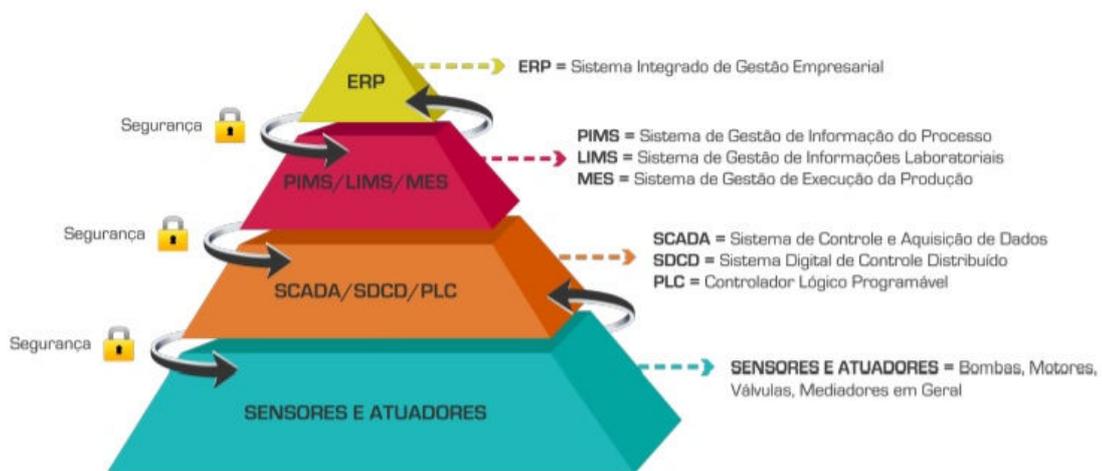


Fonte: SEIXAS FILHO, 2004.

Segundo Aranha (*et al.*, 2015), o objetivo do PIMS é um facilitar o fluxo de dados das diversas ilhas de informação e fontes de dados de uma planta industrial. Sem este *software* é necessário grande trabalho para agrupar todas as informações, uma vez que existe alta heterogeneidade nas fontes dados. No cenário sem a utilização deste *software*, observando o lado operacional, se torna muito trabalhoso coletar e agrupar todas essas informações.

O PIMS se localiza na camada intermediária da pirâmide de automação, como se pode observar na figura 2, pois se trata de um *software* de gestão das informações do processo. Este é o sistema fundamental para a implantação de outros sistemas de gestão industriais como o Sistema de Execução da manufatura- MES, Gestão de Cadeia de Suprimentos- SCM e Sistema Integrado de gestão empresarial ERP.

Figura 2: Pirâmide de automação.



Fonte: Aranha (*et al.*, 2015)

## 2.1) Funções

Podemos destacar como as principais funções do PIMS:

- 1) Centralização de dados;
- 2) Integração entre sistemas;
- 3) Acessibilidade em tempo real e histórico;
- 4) Democratização da informação;
- 5) Análises avançadas sobre o comportamento do processo;
- 6) Agregação de valor ao dado.

## 2.2) Benefícios

Segundo Carvalho (*et al.*, 2005) são vários os benefícios proporcionados pelo sistema PIMS, sendo os principais:

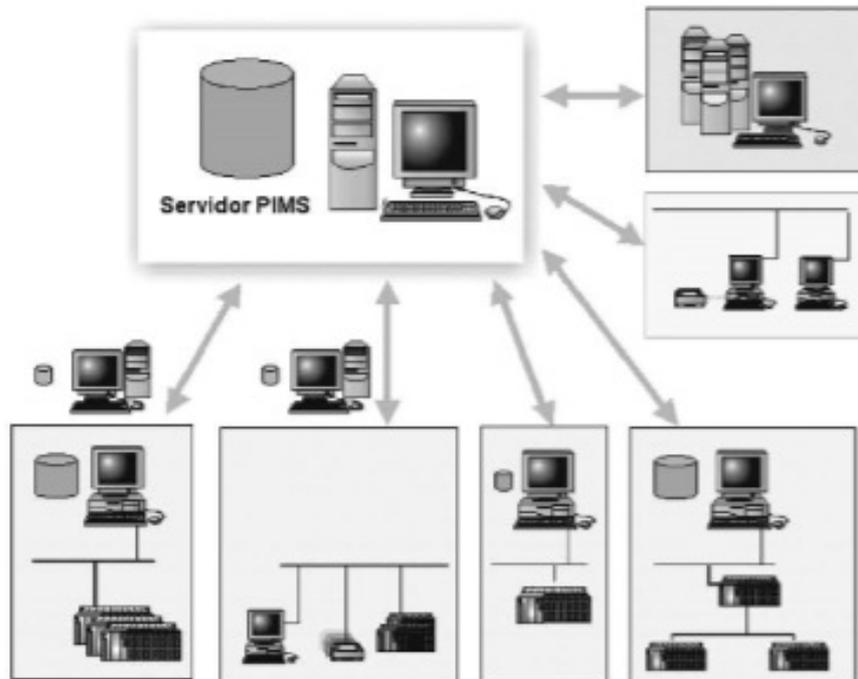
- 1) Centralização de dados do processo: OS sistemas PIMS concentram toda informação em uma única base de dados de forma a permitir uma melhor correlação e análise sobre esses dados;
- 2) Democratização da informação: O PIMS possibilita que qualquer usuário tenha acesso aos dados da planta instantaneamente;
- 3) Visualização do processo produtivo em tempo real: Tal visualização pode ser feita de diversas formas como gráficos de tendências, gráficos XY, relatórios dinâmicos, telas sinóticas, aplicações WEB e etc.;
- 4) Maior interatividade com os dados do processo: Ferramentas simples, mas poderosas permitem realizar, entre outras funcionalidades, cálculos, estudos estatísticos e lógica de eventos, utilizando os dados do processo;
- 5) Histórico de dados: Capaz de armazenar até 15 anos de dados de processo graças à eficiência de seu algoritmo de compressão que pode chegar a uma taxa de 20:1;
- 6) Receita de processo: Os sistemas PIMS permitem identificar e armazenar os dados correspondentes ao melhor resultado obtido na produção, para que estes sirvam como referência às interações futuras.

## 2.3) Infraestrutura

Sobre a infraestrutura do sistema PIMS Carvalho (*et al.*, 2005) destaca quais são as principais e seus conceitos:

- a) Servidor principal;
- b) Servidores de comunicação;
- c) Estações clientes;
- d) Banco de dados relacional;
- e) Infra – Estrutura de Rede (Corporativa e Automação).

Figura 3: Exemplo de Arquitetura dos Sistemas PIMS.



Fonte Atan Sistemas de Automação – Dpto De PIMS.

### 2.3.1. Servidor principal:

O núcleo onde todas as informações são centralizadas em um sistema PIMS é o servidor principal. Nesta máquina consiste em todas as informações e também é desta mesma máquina que são fornecidos todos os dados que são requisitados pelas diversas aplicações que consistem em o sistema.

Os servidores de comunicação fornecem os dados necessários e a aquisição dos mesmos é feita por meio de protocolos. Cada *software* PIMS possui seus respectivos protocolos.

### 2.3.2 Servidores de comunicação:

Estes servidores são responsáveis por fazer a conexão entre o servidor principal e os sistemas de controle e supervisão da planta.

Em grande parte das aplicações os dados são obtidos via protocolo OPC (OLE for process control). Assim, o PIMS se torna “OPC client”, já o “OPC Server” será o sistema de controle e supervisão. Mesmos os principais *softwares* PIMS possuem interfaces, o método mais utilizado ainda é protocolo OPC, pois torna o sistema mais simples de operar e mais robusto.

### 2.3.3 Estações Clientes:

Estas são máquinas comuns que fazem consultas ao servidor principal com o objetivo de visualizar telas, relatórios, gráficos e etc...

### 2.3.4 Banco de dados Relacional:

O *software* PIMS utiliza banco de dados relacional externo apenas quando é utilizado alguns módulos especiais. Nestes casos é criada uma base de dados para cada módulo e servidor.

### 2.3.5 Infra-Estrutura de Rede:

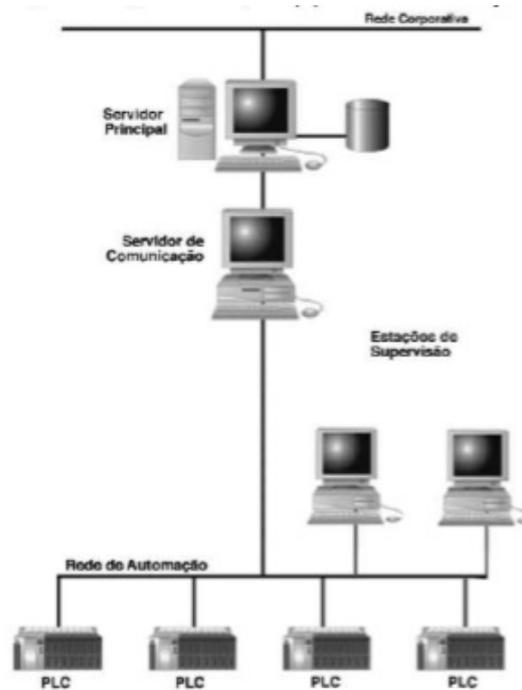
A configuração básica da rede do PIMS é bem simples, tendo os servidores principais conectados aos servidores de comunicação como é mostrado na figura 4.

*Os servidores principais podem ser conectados à rede corporativa através de um switch para comunicação com as estações clientes, e à rede PIMS através de um outro switch para receber dados dos servidores de comunicação (Carvalho et al., 2005, p. 3).*

Também pode-se conectar servidores de comunicação à rede PIMS local por meio de um *switch* para comunicação com servidor principal e a rede de controle em outro *switch* para comunicação com as estações de supervisão, CLPs e SDCDs.

Segundo Melo (2012) a função dos servidores de comunicação é realizar a ligação entre o servidor principal e os elementos de supervisão ou diretamente com os sistemas de controle. Essas informações são transferidas via protocolo OPC para os servidores PIMS. Assim a arquitetura se baseia no PIMS sendo o OPC *Client* e os sistemas de supervisão são OPC *Server*.

Figura 4: Exemplo de Infra – Estrutura de Rede do PIMS.



Fonte: Atan Sistemas de Automação – Dpto De PIMS.

## 2.4 Coleta de dados

A coleta de dados de forma automática é uma das maneiras de integrar os sistemas TI e TA permitindo as leituras dos dados. Segundo Campos sua estrutura é simples: Cada dado possui uma posição que é denominado de *tag*. E cada *tag* possui um endereço. Os dados são capturados em um instante de tempo e enviados para um banco de dados comum. Na figura 3 é possível visualizar as atividades onde são mais frequentes o uso da coleta automática de dados. As coletas de dados feitos sobre as *tags* possuem uma lógica de disparo automática que é chamada de *trigger*.

Tabela 1: Exemplo onde ocorre com mais frequência à coleta automática de dados.

	<b>Produção</b>	<b>Manutenção</b>	<b>Qualidade</b>	<b>Inventário</b>
<b>Gerenciamento da execução</b>	- Lotes -Ordens de produção - Matérias primas consumidas - Produção real	- Paradas de equipamentos - Análise de vibrações - Horímetros de equipamentos	- Itens de controle de qualidade	- Itens de materiais
<b>Análise de desempenho</b>	- Paradas de equipamentos	- Paradas de equipamentos	- Itens de controle de qualidade	- Tempos da movimentação de materiais
<b>Rastreabilidade</b>	- Rastreabilidade da produção	- Rastreabilidade da manutenção	- Rastreabilidade dos testes de qualidade	- Rastreabilidade de materiais
<b>Exemplos de coleta</b>				

Fonte: Adaptado de CAMPOS (2010).

O sistema de coleta de dados PIMS possui um sistema heterogêneo de coleta de dados, onde recebe dados de CLPs, SDCDs e sistemas escadas utilizando protocolo OPC. Segundo Melo (2012) este protocolo estabelece um padrão, assim é possível ser desenvolvidos servidores que extraiam dados de qualquer fonte. Isso faz com que haja uma padronização nos acessos de dados e assim, o possa ser utilizado por qualquer servidor cliente.

Uma grande questão para se implantar o sistema PIMS em uma planta é saber em qual nível e a qual momento se deve coletar os dados. Existem dois níveis, 1 e 2, onde o nível 1 compõe os CLPs e as remotas e o nível 2 que compõem o SCADA e estações cliente SDCDs.

A esse respeito Seixas Filho (2000) declara as vantagens de coletar dados no nível 1:

- Busca dos eventos com menor atraso temporal;
- Para redes homogêneas de CLPs podem-se coletar os dados em um ponto único, se todas as redes de CLPs estiverem interligadas;
- CLPs são mais confiáveis e apresentam menor suscetibilidade a falhas que os sistemas SCADA;
- CLPs são mais estáveis que os sistemas SCADA.

Continuando neste raciocínio Seixas Filho (2000) fala sobre as vantagens de se coletar dados a partir do nível 2:

- No sistema SCADA os dados estão sempre em unidades de engenharia enquanto que em alguns CLPs mais antigos os dados estão em valor bruto (de 0 a 4095). Coletando os dados nos sistemas SCADA os valores já estão convertidos;
- Muitas variáveis são definidas apenas no sistema SCADA, não existindo nos CLPs. Por exemplo, a umidade de uma pilha constitui um parâmetro de processo definido pelo operador em uma tela de entrada manual de dados de um sistema SCADA.

Através destas informações, é necessário realizar uma análise e verificar de acordo com as variáveis de cada planta como dever ser realizado a implementação do sistema PIMS.

## **2.5 Funcionalidades**

Os sistemas PIMS possuem várias funcionalidades, sendo as principais:

1. Historiador de processos;
2. Compressão de dados;
3. Extração de dados, consulta e visualizações;
4. Interfaceamento com banco de dados relacionais;
5. Interfaceamento com ERP;
6. Gestão e Tracking de bateladas;
7. Controle estatístico de processos;
8. Interfaceamento com outros aplicativos.

### **2.5.1 Historiador de processos**

Uma das funcionalidades do sistema PIMS é o historiador de processos. Através disto é possível buscar dados de várias fontes como PLCs, SCADA e SDCDs. O método mais utilizado é o OPC, devido à simplicidade e robustez.

O armazenamento destes dados é feito em banco de dados temporais, onde as configurações como data, ocorrências e *bytes* são definidas pelo usuário. Depois de uma vez armazenados, estes dados podem ser consultados a qualquer momento pelo usuário.

### 2.5.2 Compressão de dados

Outra importantíssima funcionalidade do sistema PIMS é a compressão de dados. Através disto é possível armazenar dados de até 15 anos de operação de uma planta em um disco rígido de operação comum.

O sistema PIMS utiliza um método diferente dos comuns. Não é utilizado um algoritmo de codificação de repetição, típico de outros compressores de dados.

*Ao invés de amostrar o dado a intervalos fixos onde a única maneira de melhorar a compressão é aumentando o período de amostragem, o que muitas vezes implica em perda de informação, os sistemas PIMS amostram a curva nos pontos certos, isto é quando exigem mudanças significativas acontecendo. Com isso consegue-se uma alta taxa de compressão sem perda da qualidade do dado (Carvalho et al., 2005, p. 3).*

Segundo Souza e Oliveira (2003) o algoritmo de compactação do PIMS elimina os dados desnecessários sem comprometer a essência da base de dados.

Ainda segundo Souza e Oliveira (2003), são necessárias algumas características para que o algoritmo possua bom desempenho. São elas:

- Não eliminar informações importantes do sistema;
- Alta velocidade de compressão;
- Alta velocidade de descompressão. Visualização de dados históricos na mesma velocidade que visualiza em tempo real;
- Alta taxa de compressão. Relação entre o tamanho do arquivo de dado antes e depois da compressão;
- Boa reconstrução de dados. Os dados descompactados devem ser o mais próximo possível dos originais;
- Segurança de dados. Os dados armazenados não podem ser perdidos em caso de uma falha mecânica.

### 2.5.3 Extração, Consulta e Visualizações

A respeito das funcionalidades de extração de dados, consulta e visualização Carvalho (et al., 2005) destaca:

- Interagir com o usuário para solicitar *queries* SQL sobre os dados armazenados;
- Definir e exibir gráficos de tendências e gráficos XY;
- Definir e exibir sinóticos com animações gráficas em tempo real ou históricas;
- Exportar dados para planilhas e outros aplicativos *desktop*;
- Exportar dados para aplicações Web, compondo vista de processo que podem ser visualizadas através de *browsers*;
- Exportar e importar dados para um banco de dados relacional;

#### **2.5.4 Interfaceamento com banco de dados**

Outra funcionalidade é o interfaceamento com bancos de dados. Alguns *softwares* PIMS permitem consultas SQL ao banco de dados temporal, mas esta prática não é aconselhável porque o mesmo não é eficiente para organizar informações relacionais. O que deve ser feito é armazenar essas informações em bancos de dados externos.

#### **2.5.5 Interfaceamento com ERP**

Os sistemas PIMS possuem interfaces homologadas para as principais transações dos principais ERPs. Muitos dos sistemas PIMS hoje instalados no mercado justificaram sua implantação pela necessidade de se ter um middleware para interligar os sistemas de chão de fábrica ao ERP (Carvalho *et al.*, 2005, p.4).

#### **2.5.6 Gestão e tracking de bateladas**

A maioria dos processos possuem etapas de batelada. Para isso, foi se necessários a criação de módulos de gerenciamento dos processos de batelada. Estes módulos são muito importantes, pois proporciona a relação de cada batelada com os seus respectivos dados do processo.

#### **2.5.7 Controle estatístico de processos**

Através da criação de relatórios, este módulo permite o monitoramento estatístico de um determinado processo.

### **2.5.8 Interfaceamento com outros aplicativos**

Este módulo é fundamental porque permite a comunicação com *softwares* de gerenciamento e/ou otimizadores de processo. É necessária atenção a estes módulos, pois muitos deles realizam a função de MES. Para que se obtenha um bom gerenciamento do processo produtivo, o PIMS deve-se restringir apenas à coleta e tratamento dos dados de processo. Caso seja necessário de algo mais elaborado, é necessária a utilização de um sistema MES dedicado.

### 3 MES

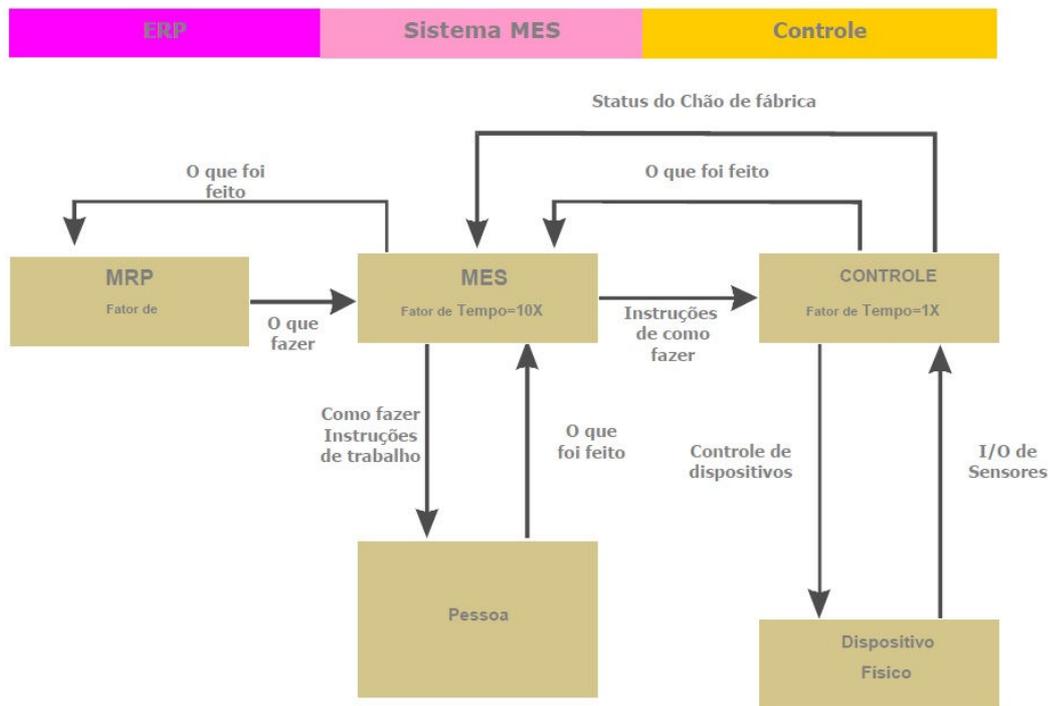
A cada dia observamos o surgimento de várias novas tecnologias em todas as áreas, principalmente na indústria. Com a indústria evoluindo cada dia mais, a concorrência se tornou cada dia mais acirrada. Isso faz com que os processos industriais se tornassem cada dia mais otimizados com o objetivo de se tornarem mais eficientes, tendo uma redução nos custos e aumento na qualidade dos produtos finais. É neste cenário que surge o MES, uma ferramenta que proporciona um acesso a todos os principais dados de produção de uma planta para o setor gerencial, no intuito de otimizar o processo, ter maior controle da produção e facilitar o gerenciamento da produção.

Segundo Souza e Oliveira (2003), o sistema MES consiste em um sistema de gestão automática da produção que interliga a realidade do chão de fábrica ao sistema de gestão empresarial, fornecendo todas as informações relevantes, em tempo real, do que acontece em cada um dos setores de uma empresa.

O MES tem como objetivo principal captar e executar informações em tempo real da produção no chão de fábrica através dos sistemas supervisórios e também informações do sistema corporativo para moldá-las em forma de relatórios gerenciais a fim de facilitar a tomada de decisões em diversas áreas da empresa: planejamento, controle de estoques, manutenção, qualidade, vendas e etc.. Assim, ficam disponíveis as informações de quanto foi e de quanto deveria ter sido produzido, quanto foi liberado pelo controle de qualidade, causas de paradas de máquinas e de não cumprimento de programas de produção por falta de matérias primas ou matérias de embalagem, e tantas outras quanto a empresa que implementaram o MES deseje obter para facilitar seu processo de tomada de decisão. É importante lembrar que essa tomada de decisão pode e deve ser em tempo real a fim de minimizar os impactos de problemas com produção. (Almeida et al., 2015, p. 100).

Na figura 6 é possível visualizar um fluxo de informações de um sistema de controle. Neste exemplo, observamos bases temporais diferentes. Isto faz com que o MES filtre e faça um resumo dos dados provenientes do chão de fábrica em uma base de tempo determinada. Assim esses dados são comparados com os dados provenientes do ERP com o objetivo de gerar dados para o acompanhamento dos processos e relatórios gerenciais.

Figura 5 – Bases de tempo dos sistemas de controle, MÊS e ERP



Fonte: Adaptado de Almeida et al., 2015, p. 100.

O MES desempenha três tarefas básicas:

- Extração (captura de dados de diversas fontes);
- Transformação (modelagem no formato desejado);
- Apresentação (consulta e análise pelo usuário).

### 3.1 Funcionalidades do sistema MES:

O MES possui algumas funcionalidades que objetivam instruir o usuário final de dados e informações presentes na planta, para que o mesmo possa ter o melhor gerenciamento dos processos em geral.

Segundo a MESA (1996), o MES constitui alguns sistemas de informação, onde os mesmos possuem várias funções, que são utilizadas de acordo com planta e cada cenário na indústria. A MESA cita como os principais sistemas:

1. *Enterprise Resources Planning* (ERP) consiste em um sistema que fornece a gestão de finanças, o gerenciamento de pedidos, o planejamento e a produção de matérias e funções relacionadas;
2. *Supply Chain Management* (SCM) inclui as funções de previsão, distribuição e logística, gerenciamento de transporte, comércio eletrônico e sistemas avançados de planejamento;
3. *Sales and Service Management* (SSM) compreende entre um *software* para a automação de vendas, configuração de produto, cotação de serviço, devoluções de produtos etc.;
4. *Product and Process Engineering* (P&PE) inclui *design* e manufatura auxiliada por computador, processos de modelagem e gerenciamento de dados e produtos;
5. *Controls* são sistemas híbridos de *hardware* e *software* como os sistemas de controle distribuído (DSC), controladores lógicos programáveis (CLP), supervisórios, sistemas de aquisição de dados e controle de processos computadorizados a produtos a serem fabricados;
6. *Manufacturing Execution Systems* (MES) consiste em um sistema de informação integrado em toda a planta fornecendo informação eficiente para a execução das operações e assim cumprir os objetivos do negócio.

Como dito anteriormente, o MES possui várias funções onde as mesmas têm várias aplicações. A MESA Internacional (1996) cita onze principais funções, que são elas:

1. Alocação de recursos e planejamento
2. Operação / Planejamento detalhado
3. Expedição da produção
4. Controle de documentos
5. Aquisição de dados (PIMS)
6. Gestão de serviços
7. Gestão da qualidade
8. Gestão do processo
9. Gestão da manutenção
10. Genealogia e rastreamento do produto
11. Análise de performance

### **3.1.1 Alocação de Recursos**

A alocação de recursos é uma função fundamental porque através dela é possível organizar e administrar recursos como máquinas, alocação de pessoal, equipamentos, matérias primas entre outros recursos.

Assim essa função tem o objetivo de organizar os recursos de modo que os mesmos sempre estejam disponíveis para operação respeitando a programação estabelecida.

### **3.1.2 Planejamento detalhado da operação**

Este módulo sequencia as operações respeitando suas prioridades, atributos e características, com o objetivo de otimizar a produção da planta de acordo com a disponibilidade de recursos.

### **3.1.3 Gestão do fluxo produtivo**

Gerenciamento das unidades produtivas, ordem e sequenciamento de trabalhos a serem executados, alterações e recuperações de processos e gestão da capacidade de produção são funcionalidades da gestão do fluxo produtivo.

### **3.1.4 Controle de Documentos**

O controle de documentos é responsável pela gestão de arquivos, formulários, projetos e informações dos processos. Também é responsável pelo armazenamento de dados históricos e envio de instruções a operação.

### **3.1.5 Aquisição e armazenamento de dados**

Esta função organiza, armazena e compacta os dados de um processo. Esses dados são coletados de maneira manual e automática, conforme a necessidade de cada processo.

Esses dados coletados disponibilizam informações sobre o processo de produção e também informações como níveis e qualidade de produtos e matéria-prima.

### **3.1.6 Gestão de serviços**

É nesta função em que a força de trabalho é administrada. Aqui é possível alocar grupos para determinadas operações, turnos e determinar padrões de trabalho para determinados grupos de acordo com as prioridades dos processos.

Também é possível obter-se relatórios de frequência e status do colaborador em cada instante.

### **3.1.7 Gestão da Qualidade**

Essa função do MES proporciona ao usuário uma análise dos dados da produção, em tempo real, garantindo assim um controle de qualidade mais apurado. Através disto é possível identificar problemas e tomar ações corretivas com maior rapidez, mantendo assim um padrão de qualidade do produto final.

### **3.1.8 Gestão do processo**

Nesta função o MES monitora os dados de produção e atividades do processo como tempo de execução de determinado processo, disponibilidade de recursos e valores de variáveis.

Através deste monitoramento é possível realizar correções automáticas quando necessário, auxiliar decisões dos operadores de determinados processos e alertar sobre mudanças do processo fora do padrão tolerado.

### **3.1.9 Gestão da manutenção**

Esta função tem o objetivo de planejar e direcionar as atividades no intuito de garantir que os equipamentos estarão disponíveis para as suas determinadas atividades. A gestão da manutenção também mantém um histórico para auxiliar no diagnóstico de problemas futuros.

Esta função também programa manutenções periódicas, corretivas e também manutenções preventivas.

### **3.1.10 Genealogia e rastreamento do produto**

Esta função fornece ao usuário todas as características e *status* de um determinado produto como lote, número de série, matéria prima, condição em determinado período de tempo e outros dados.

Essa função também armazena todos esses dados, criando assim um histórico do produto final.

### 3.1.11 Análise de Desempenho

Essa é função tem como objetivo realizar uma análise de todos os resultados dos processos ocorridos na planta até o destino final do produto, através de relatórios.

Esses relatórios podem ser comparados a vários outros dados de produção, até mesmo em tempo real, como dados de operação da planta e resultados esperados.

Essas funções apresentadas acima representam os pontos chaves para a execução do MES em plantas industriais. Os responsáveis por definir quais serão as funcionalidades do MES deve ser alguém que possui total conhecimento dos processos de produção.

Segundo Melo (2012), ao longo dos anos o MES se tornou essencial no mercado onde a busca de sustentabilidade e lucro para os acionistas se torna cada vez maior. Um exemplo disto é a alocação de recursos feita de maneira correta fornece um bom superávit a empresa.

Estas funcionalidades operam envolvendo todos os setores da planta, fazendo com que as funções sejam alimentadas entre si mesmas, fazendo com que em alguns casos, essas funções sejam sobrepostas sobre elas mesmas.

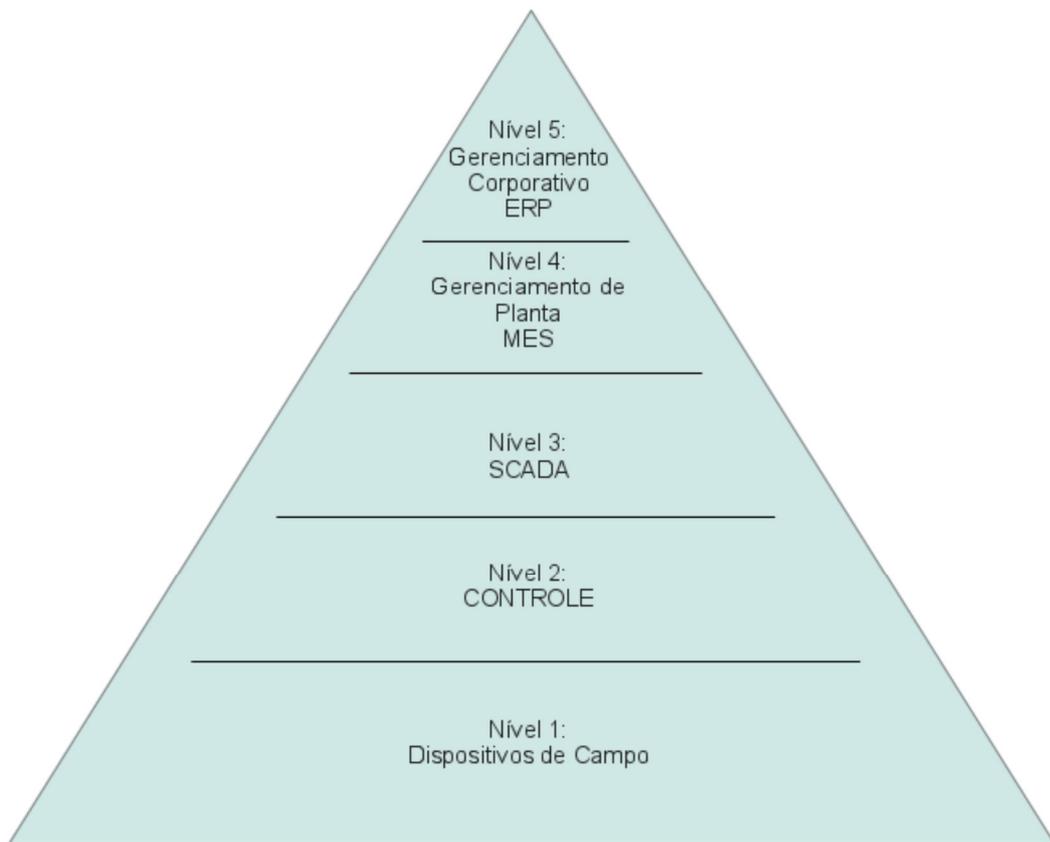
### 3.2 Benefícios Sistemas MES

Os sistemas MES trazem benefícios gigantescos para os usuários e processos industriais. Consideram-se potenciais benefícios com a aplicação do MÊS os seguintes pontos Kletti (2007):

- Melhoria dos prazos de entrega;
- Redução do tempo de produção;
- Redução de inventário em processo;
- Melhora do desempenho de recursos;
- Informação em tempo real sobre as ordens de produção;
- Melhora da qualidade das decisões;
- Redução de custo;
- Eliminação ou redução de controles em papel;
- Melhora da utilização de recursos;
- Melhora da qualidade.

De acordo com a MESA Internacional (1996) o MES está atingindo seus objetivos que estão focados na operação em tempo real da produção e dos negócios, enquanto outros sistemas focam em apenas produzir e negociar, sem ter uma gestão dos mesmos. Estes benefícios apresentados acima abordam diretamente os interesses de uma empresa, visando maior controle da produção, diminuição de custos, melhor qualidade do produto e serviço e maximização dos lucros.

Figura 6: Níveis hierárquicos da automação.



Fonte: adaptado de MORAES; CASTRUCCI, 2008 apud CONSTAIN, 2011.

### 3.3 Alguns *Softwares* do sistema MES

Com o desenvolvimento de novas tecnologias a cada dia, o número de soluções MES também cresce no mesmo ritmo. Segundo Campos em 2007 existiam 37 soluções MES no mercado, e em 2012 esse número cresceu para 67 soluções. Grande parte desses produtos são desenvolvidos para abranger vários segmentos da indústria, já outros são desenvolvidos especificamente para alguns ramos como petroleiros, mineração, agricultura entre outros.

Os maiores desenvolvedores de *hardware* e *software* também desenvolvem soluções MES. Podemos destacar algumas como:

1. Factorytalk: Sistemas de execução de manufatura (MES) fornecem fluxos de trabalho padronizados aos operadores para garantir o máximo possível de qualidade da produção. O MES auxilia a conectar a empresa, completando a malha de informações desde a execução até a gestão de dados.
2. Plant Applications: É uma poderosa solução de gerenciamento de operações para fabricantes de processos, que coleta e analisa dados, ajuda a gerenciar processos de movimentação rápida altamente automatizados. Ele automatiza e integra as atividades relacionadas à informação para gerenciar a execução da produção e a otimização do desempenho de forma holística, ajudando a equilibrar as compensações entre as prioridades concorrentes das operações de produção.
3. EcoStruxure: É uma solução que atende a necessidade de automação e conectividade entre as máquinas e os dispositivos móveis, permitindo o acesso remoto, otimizando o desempenho e aumentando a eficiência da operação, a melhor gestão de processos e agilidade na tomada de decisões.

Todas essas soluções apresentadas acima possuem o mesmo objetivo, otimizar o processo produtivo de plantas industriais através de um único sistema que envolve toda a empresa. Cada solução possui sua particularidade, mas todas possuem mesmo foco que é um melhor gerenciamento do processo produtivo.

### **3.4 Integração com o PIMS e MES**

O sistema MES não trabalha na área de gerenciamento de dados de forma isolada. Ele necessita do apoio de equipamentos de automação. Um exemplo destes são os CLP's que executam a programação e fazem a leitura dos instrumentos de campo. Um dos problemas é que esses equipamentos possuem memória volátil, permitindo que apenas o último dado seja gravado em sua memória. Assim quando há uma mudança de estado o dado é perdido caso ele não seja gravado em um banco de dados. Isso ocasiona uma perda de dados o que prejudica muito o gerenciamento das informações.

É neste ponto que o sistema MES entra em ação. Devido sua coleta automática de dados, é possível monitorar a todo instante e realizar uma coleta dos dados mais importantes, armazenando-os em um próprio banco de dados, sendo possível acessar esses dados posteriormente a qualquer momento. Isto se torna um ponto crucial no gerenciamento de informações.

De acordo com Melo (2012) o PIMS, sistema que coleta dados de CLP, SDCD e supervisórios e armazena em uma base de dados temporal através de uma grande taxa de compactação e rapidez ao acesso de dados, se tornou um grande aliado do MES, devido ao PIMS facilitar a integração entre as camadas, devido ao fato de o PIMS atuar no repositório de dados.

Já Souza e Oliveira (2003) citam que MES e PIMS se confundem devido alguns dos módulos PIMS executarem funções do MES. Um dos exemplos disto é capacidade do PIMS de fazer o interfaceamento com sistemas ERP.

*Observa-se que o uso indevido destes módulos é atribuído à evolução dos sistemas PIMS, que tendem a englobar o MES e formarem um único sistema. A grande dificuldade para a realização desta fusão é a falta de tecnologia capaz de gerar ferramentas de alto grau de generalidade por parte do sistema MES, que trata de processos extremamente específicos para os diversos tipos de utilidades. (Souza e Oliveira, 2003, p.2).*

Ainda assim os sistemas PIMS e MES são definidos separadamente. Apesar de suas proximidades e semelhanças, pode-se definir as características distintas. Ainda segundo Souza e Oliveira (2003) pode-se caracterizar características do PIMS sendo a extração, análise e equiparação de dados, no intuito de obter conhecimento do processo. Já o MES possui características voltadas ao apoio dos processos produtivos e tomada de decisões.

## 4 ERP

Através da globalização os mercados mundiais foram se expandindo de modo muito acelerado. Com isso, a concorrência em todas as áreas da economia também cresceu de maneira avassaladora. Surge então a necessidade de otimizar ao máximo a produção, reduzindo custos e buscando maiores padrões de qualidade para que as mesmas conseguissem se sobressair frente a concorrência.

*“Os sistemas de informação estão em evolução contínua desde que os processos produtivos e a cadeia produtiva começaram a despertar o interesse da alta administração. Em pouco tempo, houve uma evolução que consistiu no surgimento do MRP – Material Requirements Planning, passando pelo MRPII – Manufacturing Resources Planning e chegando ao Enterprise Resource Planning – ERP (STAIR, 1999, p. 1).”*

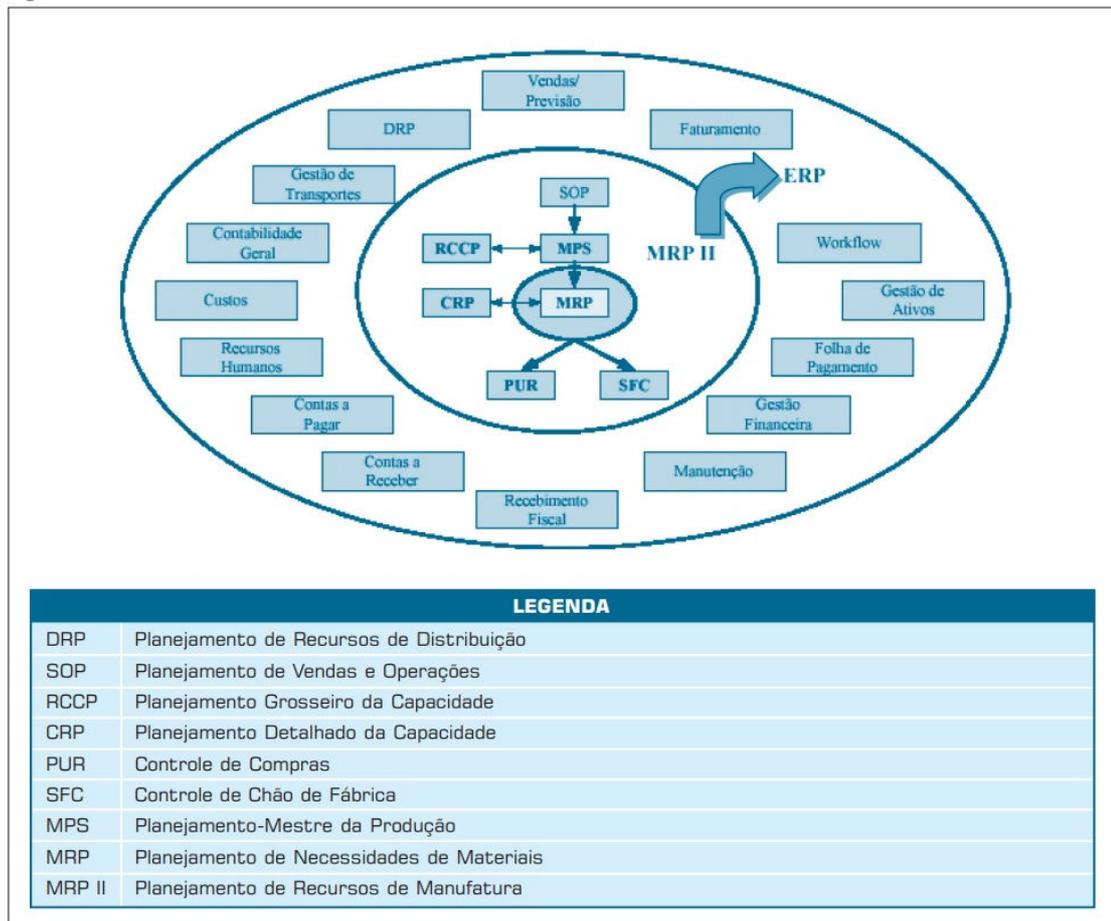
É aí então que surge o ERP (Enterprise Resource Planning), uma importantíssima ferramenta que é utilizada na gestão das empresas. Segundo Oliveira e Hatakeyama os sistemas ERP contribuem para tornar as empresas mais eficientes, trazendo melhores resultados por meio de uma gestão integrada dos recursos, automatização de processos e melhora no fluxo de informações dentro da empresa.

*“Os sistemas ERP (Enterprise Resource Planning) podem ser definidos como sistemas de informação integrados, adquiridos na forma de um pacote de software comercial, com a finalidade de dar suporte à maioria das operações de uma empresa. São geralmente divididos em módulos que se comunicam e atualizam uma mesma base de dados central, de modo que informações alimentadas em um módulo são instantaneamente disponibilizadas para os demais módulos que delas dependam. Os sistemas ERP permitem ainda a utilização de ferramentas de planejamento que podem analisar o impacto das decisões de manufatura, suprimentos, finanças ou recursos humanos em toda a empresa (Souza, 2000, p.11).”*

Segundo Corrêa (et al., 1999), os sistemas ERP surgiram a partir de dois sistemas base MRP e MRP II, respectivamente, Planejamento das Necessidades de Materiais (Materials Requirement Planning) e Planejamento dos Recursos de Manufatura (Manufacturing Resources Planning). Com o surgimento do MRP foi se agregando novos módulos como cálculo de necessidade de capacidade, controle do chão de fábrica e planejamento de operações, dando origem ao MRP II, o que já permitia uma tomada de decisão gerencial.

Posteriormente foram somados ao MRP II outros recursos como finanças, vendas, recursos humanos, o que transcendeu apenas aos processos de manufatura, abrangendo assim toda a empresa e dando origem ao que é hoje o ERP. Na figura 8 pode-se ver toda a trajetória do MRP ao ERP.

Figura 7: Estrutura conceitual dos sistemas ERP e sua evolução desde o MRP.



Fonte: Adaptado de Corrêa *et al.* (1999, p. 350)

#### 4.1 Objetivos do sistema ERP

A seguir serão apresentados os principais objetivos do sistema ERP:

- Eliminar o uso de interfaces manuais;
- Reduzir os custos operacionais;
- Otimizar o fluxo de informação;
- Padronizar a informação dentro da organização;

- Melhorar a eficiência dos processos de tomada de decisão;
- Eliminar a redundância de atividades;
- Reduzir o tempo de resposta ao mercado.

#### **4.2 Características do sistema ERP**

Sistemas ERP possuem importantes características que devem ser consideradas no momento da aquisição e implantação do sistema ERP. Padilha e Marins citam alguns:

1. São pacotes desenvolvidos de origem comercial desenvolvidos tomando de base padrões de processos já estabelecidos, não sendo específicos para determinado processo, mas genéricos, abrangendo vários recursos, fazendo assim com que o cliente (empresa) utilize o sistema de maneira a adaptar as suas necessidades;
2. Sistemas ERP abrangem todas as áreas da empresa. Isso faz com que se tenha maior confiança e integridade nos dados adquiridos pelo sistema;
3. Através da parametrização dos dados é possível adequar as funcionalidades do sistema as funcionalidades da empresa. Através disto é possível traçar um perfil da empresa e funcionalidades do sistema de acordo com cada empresa;
4. É possível personalizar o sistema ERP de acordo com as necessidades da empresa, excluindo processos que são inúteis ou não se adaptam as necessidades de cada empresa;
5. Existe um custo elevado para se obter um sistema ERP, como custos de aquisição de licenças para operação, infraestrutura, consultoria e treinamento. Por se tratar de um sistema de alta complexidade, na maioria dos casos a implantação é realizada por profissionais especializados, o que torna o custo ainda maior;
6. Considerando sistemas desenvolvidos fora do Brasil, é necessária uma adaptação a realidade brasileira. Em alguns casos essas adaptações podem gerar grandes mudanças no sistema original;
7. Periodicamente são liberadas atualizações dos sistemas ERP que acarretam em melhorias e correções de eventuais erros do sistema;
8. A implantação de um sistema ERP em uma empresa gera modificações nos processos da mesma, pois é necessário que a empresa se adapte aos

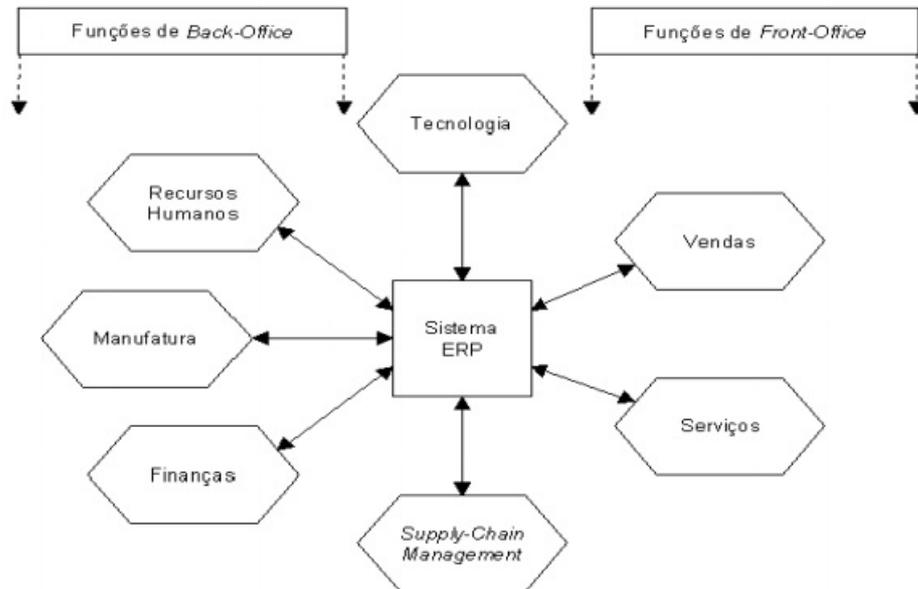
processos do sistema e o sistema se adapte a alguns processos específicos da empresa. Vale ressaltar que inicialmente essas alterações podem ocasionar algum desconforto entre os colaboradores até que todos estejam ambientados com as mudanças. Também é importante mencionar que essas mudanças devem estar de acordo com os objetivos traçados pela empresa;

9. O sistema ERP influencia no RH da empresa, pois os colaboradores deverão se preocupar não apenas com suas próprias funções, mas com todo o processo devido a integração do sistema. Isso irá alterar o perfil dos profissionais fazendo com que eles sejam multidisciplinares, abrangendo assim seus conhecimentos. Será necessário que a empresa reoriente seus profissionais ou substitua-os;

10. Há uma série de fatores que influenciam no tempo de realização de orçamentos e instalações do sistema ERP como resistência dos colaboradores, qualidade da equipe de RH e dos terceiros contratados, algumas limitações relacionadas ao ERP e dificuldade de relacionar o ERP com outros sistemas da empresa. Esses fatores não podem ser mensurados quando é realizado o planejamento da implantação. Isso faz com que o projeto possa ser comprometido.

Todas essas características do sistema ERP faz com que a implantação do sistema seja complexa. Davenport (1998) apresenta as funcionalidades do sistema ERP na figura 9. Um dos problemas encontrados pelos investidores é a difícil análise de retorno de investimentos da implantação do sistema ERP devido a essa série de variáveis que são difíceis de ser mensuradas.

Figura 8: Funcionalidades do sistema ERP.



Fonte: DAVENPORT (1998).

### 4.3 Arquitetura do Sistemas ERP

Segundo Padilha e Marins é possível destacar alguns pontos que dizem respeito a arquitetura e funcionalidades dos sistemas ERP. São eles:

- a) Possuem uma arquitetura de sistema que facilita o fluxo de informações entre todas as atividades da empresa. É um amplo sistema de soluções e informações;
- b) Através de um banco de dados único, operam em uma plataforma comum que interage com um conjunto integrado de aplicações, consolidando todas as operações do negócio em um simples ambiente computacional;
- c) Suas funcionalidades representam uma solução genérica que reflete uma série de considerações sobre a forma como as empresas operam em geral. Para flexibilizar sua utilização em um maior número de empresas de diversos segmentos, os sistemas ERP são desenvolvidos de forma que a solução genérica possa ser personalizada em certo grau.

Antes de realizar a implantação de um sistema ERP, é necessário que seja realizado um desenho da nova arquitetura da empresa. Para isso existem dois passos a serem seguidos: A reengenharia e/ou o redesenho de processos: Na reengenharia todos os processos são

remodelados a partir do zero, como se nenhum processo já existisse anteriormente. Já pelo processo de redesenho, os novos processos são desenvolvidos considerando os processos já existentes na empresa.

#### **4.4 Benefícios e problemas**

Sistemas ERP proporcionam vários benefícios quando implantando em uma grande empresa. Mas junto dos benefícios são ocasionados alguns problemas com sua implantação. De acordo com Souza e Zwicker (2000) é possível relacionar benefícios e potenciais problemas as características dos sistemas ERP.

São elas as características:

- 1) Pacote comercial;
- 2) Integração;
- 3) Abrangência Funcional;
- 4) Banco de dados corporativo.

Os benefícios e problemas proporcionados pelo ERP são divididos em técnicos e organizacionais. Nas tabelas 2 a 5 estão estabelecidos alguns benefícios e problemas apresentados, de acordo com as quatro características citadas.

Tabela 2: Benefícios e problemas relativos à característica “Pacote Comercial”

PACOTE COMERCIAL	<i>Aspectos Organizacionais</i>	<i>Aspectos Tecnológicos</i>
<b>Benefícios procurados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foco na atividade principal da empresa</li> <li>• Possibilitar a reengenharia dos processos, utilizando as melhores práticas, conhecimento e experiência de outras empresas acumulados nos sistemas</li> <li>• Redução dos custos de informática</li> <li>• Focar a área de TI na busca de soluções empresariais, e não no desenvolvimento de sistemas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atualização de tecnologia</li> <li>• Contar com ganho de escala na pesquisa de novas tecnologias</li> <li>• Compatibilidade com o ano 2000</li> <li>• Ganho de escala no tempo para desenvolvimento do sistema</li> <li>• Redução do <i>backlog</i> de aplicações</li> <li>• Criação de uma infra-estrutura de comunicação sobre a qual é possível construir os sistemas que a empresa precisa para poder se diferenciar</li> </ul>
<b>Problemas potenciais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependência do fornecedor</li> <li>• Problemas de adequação do pacote à empresa</li> <li>• Necessidade de alterar processos empresariais</li> <li>• Necessidade de utilização de consultoria para implementação</li> <li>• Resistência a mudanças</li> <li>• Tempo para aprendizado de interfaces não desenvolvidas especificamente para a empresa</li> <li>• Possível incompatibilidade entre a estratégia da empresa e a lógica do ERP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de controle sobre a evolução tecnológica do sistema</li> <li>• O conhecimento a respeito do funcionamento do pacote não está na empresa</li> <li>• Curva de aprendizado para o novo modelo de desenvolvimento e necessidade de retreinamento da equipe de TI</li> <li>• Dificuldade em manter o conhecimento a respeito do funcionamento do pacote após o término da implementação</li> <li>• Nem toda a funcionalidade necessária já está disponível ou é adequada, o que obriga à integração com outros sistemas</li> </ul>

Fonte: Souza e Zwicker (2000, p. 60)

Tabela 3: Benefícios e problemas relativos à característica “Integração”

INTEGRAÇÃO	<i>Aspectos Organizacionais</i>	<i>Aspectos Tecnológicos</i>
<b>Benefícios procurados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de mão-de-obra</li> <li>• Integração dos processos permitindo maior controle sobre a operação da empresa</li> <li>• Entrada única de informação no sistema</li> <li>• Maior velocidade nos processos</li> <li>• Aumentar a competitividade da empresa através da integração das atividades</li> <li>• Atender à integração global (pacotes internacionais)</li> <li>• Disponibilização em tempo real de informações alimentadas no sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminação da fragmentação dos sistemas de informação da empresa</li> <li>• Eliminação de interfaces entre sistemas isolados</li> <li>• Eliminação da necessidade de manutenção em diversos sistemas isolados e diferentes</li> <li>• Consumação da visão de sistemas integrados</li> </ul>
<b>Problemas potenciais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldades na implementação: mudança cultural da visão departamental para a visão de processos</li> <li>• Dificuldades na implementação: as decisões devem ser tomadas em conjunto por todos os departamentos envolvidos</li> <li>• Entrada de dados incorretos pode ser imediatamente propagada pelo sistema</li> <li>• Necessidade de utilização de consultoria para implementação</li> <li>• Altos custos e prazo de implementação</li> <li>• Possível incompatibilidade entre a estratégia da empresa e a lógica do ERP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior preocupação sobre a disponibilidade do sistema (se um módulo não estiver operacional, pode inviabilizar a utilização de outros módulos)</li> <li>• Maior dificuldade para fazer a atualização de versões e alterações no sistema, devido à necessidade de acordo entre todos os departamentos envolvidos</li> </ul>

Fonte: Souza e Zwicker (2000, p. 61)

Tabela 4: Benefícios e problemas relativos à característica “Abrangência Funcional”

ABRANGÊNCIA FUNCIONAL	<i>Aspectos Organizacionais</i>	<i>Aspectos Tecnológicos</i>
Benefícios procurados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Padronização de processos e procedimentos</li> <li>• Redução de custos de treinamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um único sistema para toda a empresa</li> <li>• Interface de acesso unificada para toda a empresa</li> <li>• Único fornecedor para contato</li> <li>• Redução dos custos de operação</li> </ul>
Problemas potenciais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dependência de um único fornecedor em um sistema crítico para a missão da empresa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior preocupação sobre a disponibilidade do sistema, pois a empresa inteira depende de um único sistema</li> </ul>

Fonte: Souza e Zwicker (2000, p. 61)

Tabela 5: Benefícios e problemas relativos à característica “Banco de dados Corporativo”

BANCO DE DADOS CORPORATIVO	<i>Aspectos Organizacionais</i>	<i>Aspectos Tecnológicos</i>
Benefícios procurados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Padronização de informações</li> <li>• Eliminação de discrepâncias entre mesma informação produzida por departamentos diferentes</li> <li>• Melhoria na qualidade da informação disponível</li> <li>• Entrada única da informação no sistema</li> <li>• Disponibilização de informações gerenciais para análise da empresa como um todo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilidade de extrair informações utilizando ferramentas desktop</li> <li>• Consumo da visão do modelo de dados corporativo</li> <li>• Eliminação de redundâncias no banco de dados</li> <li>• Eliminação de duplicidade de esforços na entrada de dados</li> </ul>
Problemas potenciais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dificuldades na implementação: necessidade de mudança cultural da visão de ‘dono da informação’, para a visão de ‘responsável pela informação’</li> <li>• Dificuldades na implementação: as decisões devem ser tomadas em conjunto</li> <li>• Informações digitadas incorretamente são propagadas instantaneamente pelo sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior dificuldade para fazer <i>upgrades</i> e alterações no sistema devido à necessidade de haver acordo entre todos os departamentos envolvidos</li> </ul>

Fonte: (Souza e Zwicker, 2000, p. 62)

#### 4.5 Integração com MES e ERP

O sistema MES tem sua importância no espaço que existe entre o ERP e os instrumentos de automação que existem no chão de fábrica. O MES busca os dados do chão de fábrica e leva-os para o ERP, como também faz o caminho inverso. Isto acontece para tornar mais eficientes os processos industriais. Através disto, é possível o gerenciamento de todos os processos, facilitando assim as tomadas de decisões dos altos níveis hierárquicos da empresa.

*Sistemas de informação para registro (como o ERP) e para controle (como MES) permitem que as empresas observem o que está acontecendo em tempo real com seus recursos e processos. Dessa forma, sistemas ERP e MES são necessários para indicar, validar, acompanhar e auxiliar na tomada de decisão de todas as atividades de uma empresa que decide trabalhar com o viés da manufatura avançada (Vidor, 2019)*

Os instrumentos de automação mesmo que estejam interligados necessitam de pessoas que enviem ordens de serviços para que atuem. Com a integração dos *softwares* MES e ERP existe uma comunicação direta com todos os instrumentos de automação quando há uma ordem de serviço, iniciando assim um processo produtivo. Através deste fluxo automatizado e interligado é possível obter um ganho significativo em produtividade.

O artigo do Blog Kbase cita os principais benefícios da integração entre ERP e MÊS:

- Minimizar impactos da indisponibilidade de equipamento;
- Integrar dados em tempo real;
- Minimizar interrupções e atrasos na produção;
- Rastrear todos os dados referente aos produtos produzidos;
- Aumento da produtividade;

Segundo Neuhaus (*et al.*, 2014) a implantação dos sistemas MES e ERP acarretam uma série de mudanças na indústria. O mesmo realizou uma pesquisa referente a implantação dos sistemas MES e ERP em uma indústria do segmento agrícola. Foi levantado uma série de itens referentes a abordagem econômica da qualidade, sendo abordados por Paladini (2009) na tabela 6, levando em consideração dois cenários: O antes e o depois da implementação dos sistemas.

Tabela 6: Contextualização da abordagem econômica de qualidade.

	Descrição	Anterior ao MES (antes)	MES e ERP (depois)
Abordagem Econômica da Qualidade	Defeitos	Foco maior em itens comprados, atuando em inspeções de recebimento, análises de materiais, controle e calibração de instrumentos, tratativa de falhas em garantia e raros projetos de melhoria nos processos de produção.	O registro do defeito através de uma nota da qualidade possibilita melhorar o processo de forma mais assertiva devido as informações fornecidas pelo sistema.
	Perdas		As perdas são monitoradas pelas funções de suporte do MES. Com o início e fim de cada atividade mais os defeitos registrados, identificam-se as perdas no processo com facilidade.
	Erros		Com todo o processo rastreado, configuração de máquinas ajustadas e instruções de trabalho disponíveis para determinada operação somente no momento em que ela é necessária, faz com que seja possível atender as especificações sem erros ou que a ocorrência seja remota.
	Falhas		Falhas no processo são registradas da mesma forma que os defeitos, por exemplo, a falta de determinado item no momento da necessidade de montagem.
	Paralisações		Paralisações não planejadas são registradas em nota da qualidade
	Atrasos		Da mesma forma que as falhas, registram-se a causa do atraso para investigação e entendimento do impacto desse atraso no planejamento da produção.
	Excesso de horas-extras		Com o monitoramento identificam-se os gargalos e restrições do sistema, focando os esforços nos pontos frágeis.
	Quebras		Quebras podem ocorrer no processo e a flexibilidade de continuar produzindo se faz necessária. O sistema facilita o gerenciamento de alternativas.
	Ineficiência		Com os sistemas de informação apoiando os processos produtivos temos a oportunidade de reduzir as ineficiências do processo reduzindo custos como os de inspeção e retrabalho.
	Retrabalho		Retrabalhos realizados no produto são identificados e vinculados aos números de série do produto como informação e controle. Também no contexto geral, todas as coberturas que o sistema proporciona visa reduzir a necessidade de retrabalhos.

Fonte: Neuhaus(et al., 2014, p. 8)

Ao analisar os itens apontados por Paladini (2009) é possível notar que antes da implantação dos sistemas MES e ERP existia uma falta de qualidade no gerenciamento dos processos, pois todas as áreas eram abordadas superficialmente e não se obtinha um detalhamento das informações e dos processos.

Após a implantação dos sistemas MES e ERP foi possível enxergar de maneira mais detalhada e aprofundada as informações de cada processo, podendo observar quais eram os pontos benéficos e prejudiciais de cada processo, e combater com melhor precisão as falhas de cada processo.

Assim é possível obter um alto padrão na gestão de qualidade, fazendo com que haja um alto padrão na qualidade das operações, diminuindo os custos, aumentando os lucros e tornando a empresa cada vez mais competitiva frente à concorrência.

## 5 CONCLUSÃO

Com o passar do tempo os *softwares* de gerenciamento de informações industriais se tornaram cada vez mais fundamentais no dia a dia das grandes empresas. Com o aumento da globalização e a alta competitividade do mercado internacional, as empresas procuram cada vez mais maneiras de otimizar suas linhas de produção, para que seu produto final possa estar em um preço competitivo no mercado, aumentando assim as vendas e proporcionando fartos lucros aos acionistas.

Através desta necessidade das empresas que *softwares* como PIMS, MES e ERP se tornam cada vez mais fundamentais no planejamento estratégico das empresas, pois eles têm o objetivo de integrar toda a linha produtiva de uma empresa, facilitando a o acesso as informações deste o chão de fábrica até os níveis gerenciais.

Para que o processo produtivo seja otimizado e seja possível um gerenciamento de dados eficaz, PIMS, MES e ERP desempenham determinadas funções específicas. O PIMS tem como um dos principais objetivos eliminar as unidades isoladas de automação, criando um grande banco de dados único. O MES proporciona ao engenheiro de processos uma representação única e geral de todos os processos da empresa. Já o ERP além de integrar todos os processos como o MES, consegue otimizar os processos distribuindo as tarefas o que resulta em uma integração maior das equipes e melhores desempenhos para empresa.

Este trabalho foi elaborado com o objetivo de destacar o quão importante são os sistemas integrados de gerenciamento de dados dentro do processo produtivo de uma grande empresa.

Como apresentado neste estudo, o PIMS - Process Information Management Information System, seus conceitos, arquitetura, características, funcionalidades e benefícios, se apresenta como um poderoso *software* integrador de dados, com eficazes algoritmos de compactação e descompactação de dados e também com alta velocidade no acesso de dados. Isso permite ao engenheiro de processos uma ágil análise. O *software* PIMS é caracterizado no nível 2 da pirâmide industrial.

Posteriormente foi apresentado o MES - Manufacturing Execution System, um *software* de gestão integrada das plantas industriais. Assim como o PIMS, foi apresentado seus conceitos, arquitetura, características, funcionalidades e benefícios. O MES possui o objetivo de proporcionar aos colaboradores uma visão geral de todo o processo produtivo de um

determinado produto, de maneira simples e ágil. Através disto, os colaboradores conseguem transformar esses dados em informações, e assim, obtendo informações de maneira rápida, o que aumenta a possibilidade de criação de melhorias para todo o processo. Assim é possível caracterizar o MES no nível 3 da pirâmide industrial.

Na sequência é demonstrado o ERP – Enterprise Resource Planning. Também como o PIMS e o MES, sobre o *software* ERP foi apresentado seus conceitos, arquitetura, características, funcionalidade e benefícios. O ERP tem como princípio proporcionar uma gestão ainda mais integrada que o MES. Além do ERP atuar na gestão de informações assim como o MES, ele também atua na gestão de recursos da empresa, gestão dos colaboradores e até na gestão financeira. Assim o ERP interfere no planejamento, análise e controle não só da produção, mas também de todos os processos existentes dentro da industrial. Isso caracteriza o ERP no nível 4 da pirâmide industrial.

Assim este trabalho objetivou-se em expor conceitos, características, funcionalidades e benefícios dos principais *softwares* de gestão de informações existentes no mercado. Buscou detalhar qual a real aplicação de cada *software* dentro do processo produtivo, mostrando suas diferenças e peculiaridades, e alocando-os em seus devidos lugares na pirâmide industrial.

Ficou também evidente que a necessidade e a importância destes *softwares* trabalharem em conjunto dentro de uma industrial, cada um com sua função no intuito de otimizar todo o processo produtivo, aumentando os resultados e lucros para a empresa.

Conclui-se que para obter uma boa gestão de informações, proporcionando uma eficaz administração dos processos produtivos e gerências de uma empresa, é fundamental a utilização dos *softwares* de gestão, PIMS, MES e ERP. Cada empresa, cada processo produtivo possui suas características, assim em cada caso os *softwares* proporcionarão diferentes soluções. Usados corretamente esses *softwares* proporcionam um processo produtivo de qualidade, agregando valor aos produtos produzidos e gerando riquezas para as empresas.

## 6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Carlos Caetano de; LABIGALINI, Marcio Roberto; ALENCAR; Luiz Felipe Ferreira; SCAFI, José De Oliveira. *Aplicação de sistemas de informação - composição dos sistemas gerenciadores do negócio (ERPS) e sistemas de execução da manufatura (MES): condições de integração das informações*. RACRE- Revista de Administração, Esp. Sto. do Pinhal- SP, v.15, n. 19, jan./dez. 2015. p. 96-133

ARANHA, Elcio Rodrigues; TEIXEIRA, Eduardo Batista; CARMO, Eduardo do; SANTIAGO TAVARES, Guilherme Augusto; COSTA, Pedro Henrique Moura; FERNANDES ARANHA, Pedro Luiz; BARBOZA, Carolina Burghi; FIGUEIREDO, Alessandra Modolin de; LOURENÇO, Sérgio Ricardo; *Hierarquia de dados para PIMS corporativo*. IX International Conference on Engineering and Computer Education - ICECE'2015. Disponível em: <https://copec.eu/congresses/icece2015/proc/works/27.pdf>. Acesso em: 15 set. 2019.

ARAÚJO, Euriam Barros de; SILVA JÚNIOR, Francisco das Chagas da. *As novas fronteiras da automação*. UFRN, 12 de maio de 2003 Disponível em: [https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1\\_12.pdf](https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_12.pdf). Acesso em 22 de out. de 2019.

ATAN SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO. *PIMS: Plant Information Management System*. Disponível em: <http://www.pims.com.br>. Acesso em 11 de Setembro de 2019

Blog Kbase. *ERP e MES: estratégia de integração para conquistar mais produtividade*. 12 de abril de 2019. Disponível em: <https://kbase.com.br/2019/04/12/erp-e-mes-integracao/>. Acesso em: 20 de set. de 2019.

Blog A voz da Indústria. *Vantagens da integração do sistema MES ao ERP na Indústria 4.0*. 15 de Junho de 2019. Disponível em: <https://avozdaindustria.com.br/ind-stria-40-totvs/vantagens-da-integra-o-do-sistema-mes-ao-erp-na-ind-stria-40>. Acesso em 20 de set. de 2019.

CAMPOS, Roberto. Fundamentos de sistemas de execução de manufatura. In: MAXMES, Rio de Janeiro, s/d. Disponível em: <http://maxmes.com.br/cursos/>. Acesso em: 15 set. 2019.

CARVALHO, Fabio Barros de; TORRES, Bernardo Soares; DE OLIVEIRA FONSECA, Marcos; SEIXAS FILHO, Constantino. *Sistemas PIMS - conceituação, usos e benefícios. Tecnologia em metalurgia e materiais*; Sao Paulo Vol. 1, Ed. 4, (Apr-Jun 2005). Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/8301925fac9145b81ad5aec45755f14d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2045598>. Acesso em: 15 set. 2019.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. Planejamento, Programação e Controle da Produção. 2.ed. Editora Atlas, 1999.

DAVENPORT, T.H. *Putting the Enterprise into the Enterprise System*. Harvard Business Review, p. 121-131, Jul/Aug. 1998.,

DELOITTE CONSULTING. ERPs Second Wave: Maximizing the Value of ERP – Enabled Processes. Relatório de pesquisa publicado pela Deloitte Consulting. 1998.

GENERAL ELECTRIC. Produto: Plant Applications, Disponível em: <  
<https://www.ge.com/digital/applications/manufacturing-execution-systems/plant-applications>  
 > Acesso em: 22 de out. 2019

GOMES, Cristiane Alexandra Lopes; VANALLE, Rosângela M. *Aspectos Críticos Para A Implementação De Sistemas ERP*. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/profile/Rosangela\\_Vanalle/publication/228987627\\_Aspectos\\_Criticos\\_para\\_a\\_Implementacao\\_de\\_Sistemas\\_ERP/links/00b4953794d3aeac2c000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rosangela_Vanalle/publication/228987627_Aspectos_Criticos_para_a_Implementacao_de_Sistemas_ERP/links/00b4953794d3aeac2c000000.pdf).  
 Acesso em 17 de set. de 2019.

KLETI, JÜRGEN. Manufacturing Execution System (MES) – Verlarg Berlin Heidelberg: Springer, 2007.

MELO, Oberdan Veloso de. *Gerenciamento Das Informações Industriais*. Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas, Colegiado do Curso de Engenharia de Controle e Automação – CECAU. Ouro Preto, 2012. Disponível em: <https://docplayer.com.br/1574875-Universidade-federal-de-ouro-preto-escola-de-minas-colegiado-do-curso-de-engenharia-de-controle-e-automacao-cecau-oberdan-veloso-de-melo.html>. Acesso em 18 de set. de 2019.

MESA INTERNATIONAL. *The benefits of MES: A report from the field*. In: MESA INTERNATIONAL, Whipe Paper n. 1 – fev. 1996. p. 1-12.

MORAES, C.; CASTRUCCI, P. B. L. *Engenharia de Automação Industrial*. 2. ed. Brasil: Editora LTC, 2008.

NEUHAUS, Cristian Andrei; DASILVA, Macáliston Gonçalves; PACHECO, Diego Augusto de Jesus. *Implicações De Manufacturing Execution Systems Na Gestão Da Qualidade Industrial*. Revista GEINTEC. São Cristóvão/SE – 2014. Vol. 4/n. 5/ p.1489-1500.

OLIVEIRA, Lindomar Subtil de; HATAKEYAMA, Kazuo. *Um estudo sobre a implantação de sistemas ERP: pesquisa realizada em grandes empresas industriais*. Disponível em: [http://www.scielo.br/pdf/prod/2012nahead/aop\\_200711116.pdf](http://www.scielo.br/pdf/prod/2012nahead/aop_200711116.pdf). Acesso em 20 de out. de 2019.

PADILHA, Thais Cássia Cabral; MARINS, Fernando Augusto Silva. *Sistemas ERP: características, custos e tendências*. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/prod/v15n1/n1a08.pdf>. Acesso em 16 set. 2019.

PALADINI, E. P. *Gestão estratégica da qualidade: princípios, métodos e processos*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ROCKWELL. Produto: Factorytalk. Disponível em: [https://www.rockwellautomation.com/pt\\_BR/products/manufacturing-execution-systems/overview.page?>](https://www.rockwellautomation.com/pt_BR/products/manufacturing-execution-systems/overview.page?>) Acesso em: 22 de out. 2019

SACCOL, Amarolinda Zanela; PEDRON, Cristiane Drebes; LIBERALI NETO, Guilherme; MACADAR, Marie Anne; CAZELLA, Silvio César. *Avaliação do impacto dos sistemas ERP sobre variáveis estratégicas de grandes empresas no Brasil*. Revista de Administração Contemporânea. vol.8, n.1. Curitiba. Jan./Mar. 2004. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141565552004000100002&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141565552004000100002&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em 16 de set. de 2019.

SCHNEIDER ELECTRIC. Produto: EcoStruxure, Disponível em: <https://www.se.com/br/pt/work/campaign/innovation/datacenters.jsp>> Acesso em: 22 de out. 2019

SEIXAS FILHO, Constantino. *A automação nos anos 2000: uma análise das novas fronteiras da automação*. Disponível em: <http://alvarestech.com/temp/smar/www.delt.ufmg.br/seixas/PaginaII/Download/DownloadFiles/Conai2000Automacao.PDF> Acesso em: 15 set. 2019.

SOUZA, Alessandro J. de; OLIVEIRA, Luiz Carlo de. *Gerência dos processos de automação*. DCA – Redes Industriais/ Maio de 2003. Disponível em: [https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho3/trabalho3\\_10.pdf](https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho3/trabalho3_10.pdf) Acesso em: 15 set. 2019.

SOUZA. Cesar Alexandre de. *Sistemas Integrados de Gestão Empresarial: Estudos de Casos de Implementação de Sistemas ERP*. São Paulo : FEA/USP, 2000. Disponível em: <http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/teses/usp/Souza.pdf>. Acesso em 20 de out. de 2019.

SOUZA, Cesar e ZWICKER, Ronaldo (2000). *Ciclo de Vida de Sistemas ERP*. Cadernos de Pesquisa em Administração. São Paulo, FEA/USP, V.1, No. 11, 1o Trimestre/2000, pp.46-57.

STAIR, R.M. *Princípios de Sistemas de Informação: uma Abordagem Gerencial*. 2.ed. São Paulo: Editora LTC, 1998.