

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL  
TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

**BRUNO LEME DO PRADO  
RICARDO MOREIRA FERRAZ**

**DESENVOLVIMENTO DE SUPERVISÃO AUTOMATIZADA PARA  
COLETA DE DADOS, ATRAVÉS DE REDE ETHERNET, VISANDO A  
CONFIABILIDADE DAS INFORMAÇÕES EM UMA EMPRESA  
CERVEJEIRA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2013**

**BRUNO LEME DO PRADO  
RICARDO MOREIRA FERRAZ**

**DESENVOLVIMENTO DE SUPERVISÃO AUTOMATIZADA PARA  
COLETA DE DADOS, ATRAVÉS DE REDE ETHERNET, VISANDO A  
CONFIABILIDADE DAS INFORMAÇÕES EM UMA EMPRESA  
CERVEJEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de Tecnólogo em  
Automação Industrial da Coordenação de  
Automação Industrial, da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Trojan

**PONTA GROSSA**

**2013**



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Ponta Grossa  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Coordenação de Automação Industrial  
Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

DESENVOLVIMENTO DE SUPERVISÃO AUTOMATIZADA PARA COLETA DE DADOS, ATRAVÉS DE REDE ETHERNET, VISANDO A CONFIABILIDADE DAS INFORMAÇÕES EM UMA EMPRESA CERVEJEIRA

Por

BRUNO LEME DO PRADO E RICARDO MOREIRA FERRAZ

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 06 de setembro de 2013 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial. Os candidatos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Flavio Trojan, DSc  
Prof. Orientador

---

Prof. Julio Cesar Guimarães, MSc  
Membro titular

---

Prof. Leonardo Bruno Garcia Campanhol, MSc  
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

## RESUMO

PRADO, Bruno Leme do. FERRAZ, Ricardo Moreira. Desenvolvimento de Supervisão Automatizada para Coleta de Dados, através de rede ethernet, visando a confiabilidade das informações em uma Empresa Cervejeira. 2013. 50 fls. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Automação Industrial - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

O presente trabalho aborda o desenvolvimento de um sistema automatizado para a coleta de dados de produção em uma empresa cervejeira, com o intuito de torná-los confiáveis e em tempo real. Inicialmente esses dados são comparados com os dados apontados manualmente pelos operadores (sistema tradicional utilizado), e no futuro torná-los acessíveis na rede da empresa, a fim de tornar as informações de produção disponíveis para agir diretamente no foco das falhas. Apresenta também um sistema supervisorio para a visualização periódica de status da produção e animações de uma linha de *long neck*, utilizada como estudo de caso. A proposta para a aquisição de dados é utilizar um CLP (Controlador Lógico Programável), existente numa linha enchedora, para coletar os sinais que serão enviados diretamente para um *software* coletor de dados para a realização de relatórios.

**Palavras-chave:** Coleta de dados. Sistema Supervisorio. CLP. Confiabilidade.

## ABSTRACT

PRADO, Bruno Leme do. FERRAZ, Ricardo Moreira. Development Oversight Automated Data Collection, by means of network ethernet, aiming the reliability of information in a Brewing Company. 2013. 50 fls. Completion of course work in Industrial Automation Technology - Federal Technological University of Paraná. Ponta Grossa,2013.

This work addresses the development of an automated system for the collection of production data in a brewery, in order to make them reliable in real time. Initially these data are compared with data pointed manually by operators (traditional system used), and in the future make them accessible on the company network in order to make production information to directly focus on the flaws. It also presents a system for visualizing periodic supervisory status of production and animation of a line *long neck*, used as a case study. The suggestion of data acquisition is to use a PLC (Programmable Logic Controller), an existing line filler, to collect the signals that are sent directly to a data collector software for performing reports.

**Keywords:** Data collection. Supervisory System. CLP. Reliability.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Aplicação Genérica do Controlador Lógico Programável.....	12
Figura 2 - Ciclo de processamento do CLP .....	14
Figura 3 - Estrutura Básica do PLC .....	15
Figura 4 - Princípio de funcionamento de um CLP .....	16
Figura 5 - Exemplo de um Sistema de Supervisão .....	17
Figura 6 - Arquitetura de um Sistema SCADA distribuído .....	19
Figura 7 - Exemplos de Topologias de Redes.....	24
Figura 8 - Faixa de Aplicação de Redes .....	26
Figura 9 - Diagrama de blocos do envasamento linha 2 .....	32
Figura 10 - Visão do sistema atual e futuro .....	33
Figura 11 - Levantamento de informações .....	34
Figura 12 - Ladder enchedora Linha 2 .....	35
Figura 13 - Sistema Supervisório 5.5 .....	36
Figura 14 - Animações gráficas.....	37
Figura 15 - Painel de Navegação .....	38
Figura 16 - Add-in Historian.....	39
Figura 17 - Ferramenta do Historian no Excel.....	39
Figura 18 - Base de dados .....	40
Figura 19 - Planilha de apontamento manual.....	41
Figura 20 - Planilha de apontamento eletrônico .....	41
Figura 21 - Tempo de parada dos equipamentos.....	42
Figura 22 - Relatório diário de Produção.....	43
Figura 23 - Falha na bomba de Cerveja .....	44
Figura 24 - Adegas de Pressão .....	45
Figura 25 - Falha na Bomba de Cerveja .....	46

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
1.1 TEMA DA PESQUISA.....	8
1.1.1 Delimitação do Tema .....	8
1.2 PROBLEMA .....	9
1.3 HIPÓTESE / PREMISA .....	9
1.4 OBJETIVOS.....	9
1.4.1 Objetivo Geral .....	9
1.4.2 Objetivos Específicos .....	9
1.5 JUSTIFICATIVA.....	10
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	11
2.1 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL .....	11
2.2 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS .....	12
2.2.1 Princípio de Funcionamento do CLP .....	15
2.3 SISTEMAS SUPERVISÓRIOS.....	17
2.3.1 Sistema SCADA .....	19
2.4 REDES INDUSTRIAIS DE COMUNICAÇÃO .....	21
2.4.1 Topologia Física da Rede.....	22
2.4.2 Industrial Ethernet .....	25
2.5 <i>OBJECT LINKING AND EMBEDDING - PROCESS CONTROL (OPC)</i> .....	27
2.6 SISTEMAS PROPRIETÁRIOS.....	28
2.6.1 Redes DH+.....	28
2.7 CONFIABILIDADE DE INFORMAÇÕES .....	29
<b>3 DESENVOLVIMENTO</b> .....	31
3.1 COMPONENTES UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO .....	33
3.2 MAPEAMENTO E ENDEREÇAMENTO NO CLP .....	33
3.3 DESENVOLVIMENTO DA TELA DO SUPERVISÓRIO .....	35
3.4 SISTEMA DE COLETA DE DADOS.....	38
<b>4 ANÁLISES DOS RESULTADOS</b> .....	40
4.1 OBJETIVOS PROPOSTOS.....	46
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	47
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, algumas empresas vêm adotando a TPM<sup>1</sup> (*Total Productive Management*), tendo como base alguns princípios de trabalho em equipe e autonomia, bem como uma abordagem de melhoria contínua para prevenir quebras. Essas empresas também enxergam a manutenção como um assunto de toda a empresa, para o qual todas as pessoas podem contribuir de alguma forma.

De maneira geral, as empresas que apresentam um controle razoável de manutenção, planejam-se incluindo certo nível de manutenção preventiva regular, o que resulta numa probabilidade razoavelmente baixa de falhas. Na maior parte das vezes, quanto mais frequentemente elas acontecem, menor é a chance de ocorrerem quebras ou falhas nos equipamentos.

O equilíbrio entre manutenção preventiva e corretiva é estabelecido para minimizar o custo total das paradas. A manutenção preventiva pouco frequente custará pouco para ser realizada, mas resultará em uma alta probabilidade (e, portanto, alto custo) de manutenção corretiva.

Para que este equilíbrio aconteça, a produção e as necessidades de manutenção precisam de monitoramento contínuo melhorar a *performance* da produção, que é medida por ferramentas tais como o OPI (*Operational Performance Indicator*), onde são descritas todas as paradas que ocorrem numa linha de produção, sua tipologia bem como fatores externos que impactam na produção.

Paralelamente às técnicas de gerenciamento da produção, a automação é um importante suporte de coleta de informações, a fim de executar corretas ações de controle, manutenção e aumento da produtividade. Através dos sistemas de supervisão acoplados a CLPs, que coletam informações das plantas, é possível desenvolver sistemas de gerenciamento e auxílio para o processo produtivo e operação nas linhas de produção.

O presente trabalho procura desenvolver uma ferramenta de integração entre um processo automatizado em uma indústria cervejeira e a gestão da produção, que tem como alicerce a TPM. A integração proposta utiliza-se de um *software* de supervisão interligado aos controladores de uma linha de produção piloto do setor de

---

<sup>1</sup> Consiste em uma gestão ou metodologia que tem por principal objetivo a maximização do rendimento operacional e melhoria contínua do equipamento, contando para isso, com a participação direta de operadores e manutentores qualificados.



envasamento da empresa e por uma rede de comunicação de dados do tipo Ethernet. O trabalho visa desenvolver a supervisão da área, a fim de reduzir o tempo de paradas de equipamentos, através da rápida ação de manutenção e da geração de dados de produção com alta confiabilidade para criar planos de manutenção preventiva.

O processo estudado é numa empresa cervejeira e conta com uma estrutura automatizada, que utiliza sensores, transmissores, válvulas de controle, IHM's (Interface Homem Máquina), inversores de frequência, todos controlados por CLP's (Controladores Lógicos Programáveis). A intervenção manual é necessária apenas para reabastecer matéria prima como rolhas, rótulos e cola, e retirar o produto acabado.

A *performance* de produção das linhas é medida através do sistema OPI (*Operational Performance Indicator*), onde são descritas todas as paradas que ocorrem na linha além da sua tipologia e os fatores que impactam na produção.

O sistema de gestão utilizado na empresa em estudo é o TPM, através do qual vários times, pertencentes aos pilares da TPM, desenvolvem tarefas que buscam otimizar a produção através da eliminação de perdas e diminuição das paradas.

## 1.1 TEMA DA PESQUISA

Sistemas de supervisão e controle integrados à automação para otimização da produção e apoio à TPM.

### 1.1.1 Delimitação do Tema

Os sistemas automatizados no setor industrial apresentam-se como uma fonte de informações para elaboração de planos de otimização da produção e da manutenção. A integração desses sistemas com *softwares* supervisórios permite o desenvolvimento de estratégias de controle e eficiência do processo produtivo, principalmente no que diz respeito às paradas indesejadas, que conseqüentemente trazem perdas econômicas e produtivas aos processos. Este trabalho delimita-se no

desenvolvimento de sistema de supervisão e automação para gerar dados de produção com alta confiabilidade e elaboração de planos de manutenção preventiva.

## 1.2 PROBLEMA

Mesmo com um sistema automatizado, uma indústria pode ainda não possuir a supervisão e monitoramento de toda a sua produção, onde todos os dados, paradas não planejadas, eficiência, precisam ser apontados manualmente em planilhas de OPI. Isso dificulta a confiabilidade das informações apontadas e podem direcionar os *times* de TPM a atuarem em áreas que não representam os reais problemas relativos à perda de eficiência da linha.

A falta de um sistema de supervisão dificulta também o trabalho da manutenção na detecção e resolução das falhas, pois o manutentor ao examinar um equipamento depara-se com a tarefa de descobrir a causa e o local da falha e isso demanda tempo.

## 1.3 HIPÓTESE / PREMISSA

Com a implementação do projeto almeja-se eliminar grande parte dos problemas ocorridos decorrentes de informações equivocadas relacionadas com as falhas nos equipamentos.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo Geral

Realizar a integração dos sistemas que trabalham de forma distinta em uma rede de troca de informações.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um sistema supervisorio para monitoração de um processo de envasamento de cerveja.
- Disponibilizar emissão de relatórios de Produção;
- Disponibilizar emissão de relatórios de perda de insumos (Extrato);
- Disponibilizar emissão de relatórios de horímetros;
- Monitorar a eficiência das máquinas;
- Gerar *backup* de dados históricos;
- Auxiliar para a melhora do desempenho de produção;
- Converter o sistema de comunicação DH+ para Rede Ethernet;
- Disponibilizar acesso *wireless* a diretoria para facilitar a tomada de decisão e o acompanhamento dos indicadores de produção.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

A falta de confiabilidade na coleta de informações, paradas operacionais, paradas de manutenção que causam desvios significativos na informação por se tratar de apontamentos manuais justificam a elaboração deste trabalho.

Esses desvios causam ainda dificuldade da manutenção em detectar falhas nos equipamentos, pois normalmente a parada de máquina é ocasionada pela falha de um instrumento. Como não há um sistema de monitoramento de falhas, existe a dificuldade em detectar a falha, pois neste caso o setor de manutenção depende das informações do operador para iniciar a solução do problema.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A automação está, a cada dia que passa mais presente no dia-a-dia das pessoas e este fato se deve principalmente á popularização dos computadores. Em todos os locais, as pessoas deparam-se com a presença de computadores e automação de processos. Isso ocorre em bancos, supermercados, lojas, bibliotecas, hospitais, enfim, em, toda a parte.[...] A automação criou novos perfis de profissionais altamente qualificados, muito bem valorizados e em maior número no mercado. (ALBUQUERQUE & ALEXANDRIA, 2009)

Pode-se dizer que o desejo de controlar os processos industriais acompanha o homem desde a criação das primeiras máquinas. Até a década de 1940, as plantas eram operadas manualmente por um grande número de operadores, os quais valiam-se de alguns poucos instrumentos mecânicos elementares que realizavam controle local.(GUTIERREZ & PAN ,2008).

O termo Automação, do inglês *automation*, foi um termo inventado pelo *marketing* da indústria de equipamentos da década de 1960. O neologismo, sem dúvida, buscava enfatizar a participação de computadores no controle automático industrial (MORAES & CASTRUCCI, 2007).

Automação descreve um conceito amplo, envolvendo um conjunto de técnicas de controle, das quais é criado um sistema ativo, capaz de fornecer a resposta adequada em função das informações que recebe do processo em que está atuando. Dependendo das informações, o sistema calculará a melhor ação corretiva a ser executada (WEG, 2002).

Inicialmente, a implantação de processos automatizados na indústria tinha o objetivo de alcançar maior produtividade e redução de custos. O investimento para implantação de sistemas automáticos é elevado e, além disso, a nova instalação requer recursos, inclusive humanos, dispendiosos para sua manutenção. Atualmente, o principal motor da automação é a busca de maior qualidade dos processos, para reduzir perdas, (com reflexo em custos) e possibilitar a fabricação de bens que de outra forma não poderiam ser produzidos, bem como do aumento da sua flexibilidade. Outra justificativa para os pesados investimentos em automação que têm sido feitos é a segurança de processos industriais e de infra-estrutura

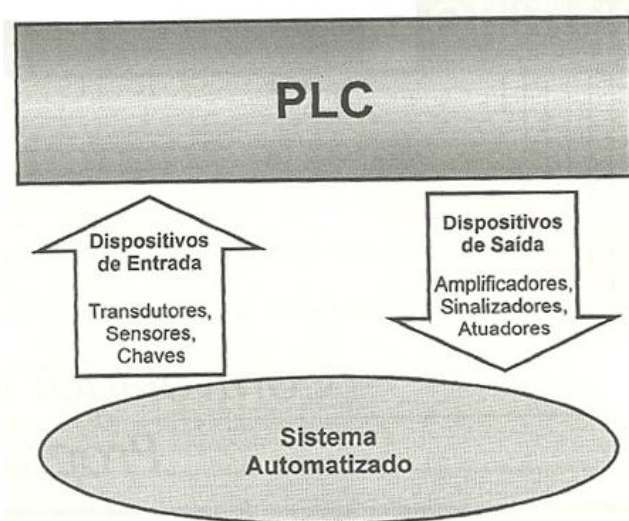
críticos, pois a automação tem sido vista como uma forma de minimizar o erro humano (GUTIERREZ & PAN, 2008).

Hoje, controladores lógicos programáveis, expansões, interfaces homem-máquina, conversores de frequência e medidores de grandezas, controladores de processos, sistemas supervisórios e outros elementos, formam redes complexas em fábricas, permitindo que a informação trafega de forma instantânea e precisa ao longo de todas as etapas de produção, supervisão, gerenciamento e planejamento. É imprescindível aos profissionais das áreas de automação industrial e tecnologia da informação, ter sólido conhecimento de redes industriais para que estes profissionais obtenham ferramentas necessárias para o desenvolvimento de aplicações capazes de atender às necessidades atuais das indústrias. (ALBUQUERQUE & ALEXANDRIA, 2009)

## 2.2 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

Um controlador lógico programável, ou simplesmente PLC, pode ser definido como um dispositivo de estado sólido – um computador industrial capaz de armazenar instruções para implementação de funções de controle (sequencia lógica, temporização e contagem, por exemplo), além de realizar operações lógicas e aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede, sendo utilizado no controle de sistemas automatizados. (GEORGINI, 2000)

A figura 1 ilustra a aplicação de um CLP:



**Figura 1 - Aplicação Genérica do Controlador Lógico Programável.**  
Fonte: GEORGINI, 2000

Algumas décadas atrás, os controles lógicos de processos eram realizados, em sua grande maioria, por dispositivos eletromecânicos, principalmente os relés. Eles eram necessários sempre que se exigiam grandes complexidades nos processos produtivos como em industriais automobilísticas. O seu grande problema era que a complexidade do processo requeria painéis com centenas de relés e, conseqüentemente, inúmeras interconexões entre eles. Além disso, como os relés possuem dimensão física elevada, os painéis ficavam muito robustos e de difícil manutenção, o que fazia com que se perdessem horas na pesquisa do elemento faltoso. E por último, outro fator que comprometia as instalações com relés era a dificuldade em alterações na programação lógica do processo, uma vez que as interconexões elétricas deles eram fixas e caso fosse necessário a sua alteração teriam que parar o processo produtivo, que não é muito bem vindo na produção industrial (SILVEIRA & SANTOS, 2002).

Os Controladores Lógicos Programáveis são classificados pelo seu porte em função do número de pontos de entrada e saída. Os Controladores Lógicos Programáveis de pequeno porte possuem até 128 pontos de entrada e saída. Os CLPs de médio porte possuem entre 128 e 512 pontos de entrada e saída, e os CLPs de grande porte possuem mais de 512 pontos de entrada e saída (BRUNE, 2005).

Um ponto de entrada é considerado o ponto onde um sinal é recebido a partir de um dispositivo, ou componente externo (SILVEIRA & SANTOS, 2002). O ponto de entrada pode ser digital ou analógico.

O ponto de entrada digital possui apenas dois estados: ligado ou desligado, enquanto que o ponto de entrada analógica pode interpretar mais de um sinal dependendo do número de bits usados pelo conversor A/D. Por exemplo, um conversor A/D de 10 bits possui 1024 estados. Um ponto de saída é um sinal controlado pelo CLP, o que significa que o CLP abre ou fecha os contatos de um relé (ou similar), permitindo acionar dispositivos ou componentes do sistema de controle (atuadores) (SILVEIRA & SANTOS, 1998). Um ponto de saída pode ser analógico ou digital. As saídas digitais possuem apenas dois estados, enquanto as saídas analógicas possuem mais de dois estados. O número de estados depende do número de bits usado pelo conversor D/A. Por exemplo, um conversor D/A de 8 bits permite 256 estados (níveis de tensão) na saída. Os pontos de saída digitais podem ser implementados por relés, transistores, ou ainda por SCR e TRIAC. Esses

dispositivos são usados para acionar lâmpadas, motores, solenóides, válvulas, etc. Os pontos analógicos de saída podem fornecer vários níveis de corrente como, por exemplo, 4 a 20mA, bem como de tensões citando como exemplo o valor de 0 a 10V (MORRIS, 1995).

Os programas de um CLP são sempre executados de forma cíclica (loop), reiniciando-se automaticamente a execução a partir da primeira linha de programa. A execução completa das linhas que compõem um programa é chamada de ciclo de varredura (scan cycle). (NATALE, 2003).

Na figura 2, pode-se observar o ciclo de processamento, ou ciclo de varredura, conforme descreve NATALE, 2003.



**Figura 2 - Ciclo de processamento do CLP**

**Fonte: NATALE, 2003**

Eles possuem uma arquitetura com quatro partes importantes, conforme figura 3, (ROSÁRIO, 2005):

- CPU (Unidade Central de Processamento): aqui está o processador, o sistema de memória, RAM E ROM, e os circuitos internos.
- Fonte de Alimentação: local de fornecimento de tensão da rede externa aos circuitos/módulos de entrada e saída do PLC.

- Entradas e Saídas: local de envio de recebimento de dados podendo ser analógicos ou digitais.
- Base: proporciona a conexão entre a CPU, os módulos de entrada e saída e a fonte de alimentação.

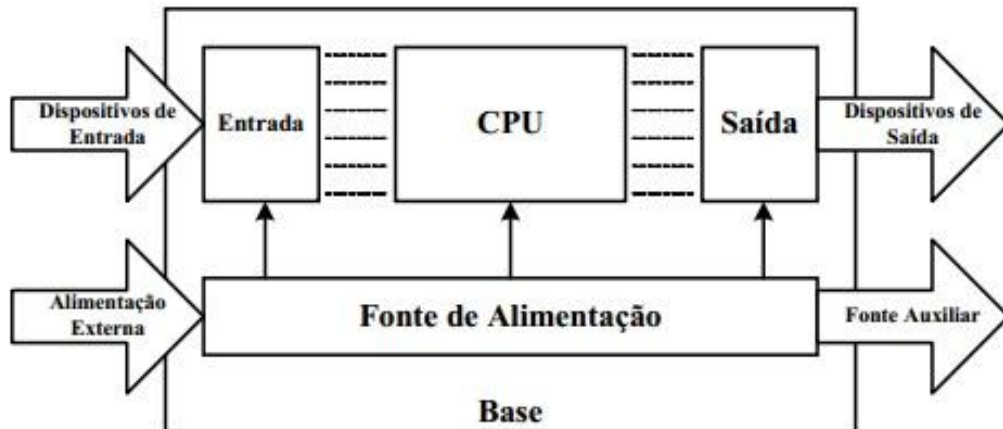


Figura 3 - Estrutura Básica do PLC  
Fonte: GEORGINI, 2000

### 2.2.1 Princípio de Funcionamento do CLP

Um CLP é projetado para controlar processos no ambiente industrial. Para que todo esse controle seja feito, é necessária uma forma de interação entre o CLP e os dispositivos conectados a ele. Essa forma de interação é realizada através da programação dos CLP's. Para facilitar essa programação foram desenvolvidas diversas linguagens de programação, que se constituem em conjuntos de símbolos, comandos, blocos, figuras, etc. Os programas para controle dos CLP's são escritos em aplicativos específicos dos fabricantes de CLP's. Esses *softwares* são utilizados como interface para a programação e para a transferência do programa para o processador do CLP. São exemplos desses aplicativos: o *Microwin* utilizado para programação dos CLP's da marca Siemens e o *RSLogix*, utilizado para programação de CLP's da Allen Bradley (ANTONELLI, 1998).

Utilizando o *software*, o programa é carregado no controlador e inicia-se, então, o ciclo de operação. Esse ciclo consiste em uma série de operações



seqüenciais e repetidas que podem sofrer alterações conforme a estrutura do programa (BRADLEY, 1998). A Figura 4 apresenta o princípio de funcionamento de um controlador lógico programável, sendo cada uma das etapas:

1. Varredura de entrada: Tempo necessário para que o CLP leia todos os dados de entrada;

2. Varredura de programa: Tempo necessário para que o controlador execute as instruções do programa. Esse tempo é variável, dependendo das instruções usadas e o status de cada instrução durante a varredura;

3. Varredura de saída: Tempo necessário para que o controlador varra e escreva todos os dados de saída;

4. Trabalho de comunicação: É o momento do ciclo de operação no qual a comunicação se realiza com outros dispositivos, tais como um terminal portátil ou um computador;

5. *Overhead*: É o tempo gasto no gerenciamento da memória e na atualização dos temporizadores e registros internos.



Figura 4 - Princípio de funcionamento de um CLP  
Fonte: Bradley (1998)

## 2.3 SISTEMAS SUPERVISÓRIOS

O termo controle supervísório (usado para designar um aplicativo de supervisão baseado em uma plataforma SCADA – *Supervisory Control And Data Acquisition*) denota o processo de monitorar a distância uma atividade, transmitindo diretrizes de operação aos controladores localizados à distância e recebendo de volta a indicação da realização das ações de controle. (ALBUQUERQUE & ALEXANDRIA, 2009).

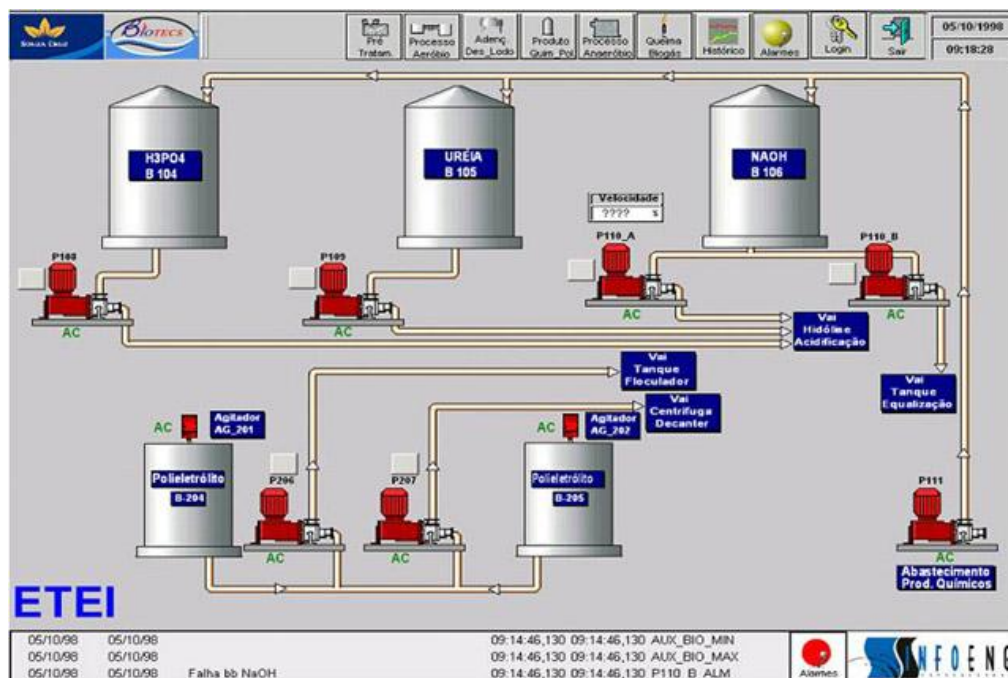


Figura 5 - Exemplo de um Sistema de Supervisão

Fonte: Autores (2013)

A figura 5 apresenta um exemplo de um sistema de supervisão e o princípio de funcionamento de um sistema de supervisão pode ser descrito como a seguir: Dispositivos automatizados são monitorados e podem sofrer intervenções de computadores com funções lógicas pré-programadas ou de controladores quaisquer (homem). E com o avanço da tecnologia, os computadores assumiram o papel de gerenciadores dos dados adquiridos nos processos industriais, podendo assim, tratá-los da forma que o usuário preferir (ROSÁRIO, 2005).

O supervísório usa mensagens e alarmes, classificados de acordo com as prioridades, para informar aos operadores sobre as atividades de processo. Dessa

forma, ele recebe os dados necessários dos bancos de dados, dos sistemas de computadores e mesmo dos operadores. As informações incluem alarmes de processo definidos pelo usuário e falhas dos computadores em nós específicos, bem como memorização de eventos de operação e de processo. O sistema supervisorio é responsável pela comunicação do operador com varias etapas do processo. Através dele o usuário pode acompanhar todo o processo, suprimindo eventuais necessidades de intervenção. Através da utilização deste sistema, é possível gerenciar toda a operação das unidades de controle, de forma a obedecer intertravamentos hierárquicos de acordo com uma filosofia de controle adequada, em função das vazões médias reais dos diversos segmentos do projeto e obedecendo a políticas de tomada de decisões. (ALBUQUERQUE & ALEXANDRIA, 2009).

Segundo Moraes e Castrucci (2007), um sistema de supervisão é capaz de sofrer alterações em seus processos, correções ou implementações em seus programas com facilidade por meio de softwares adequados. Alguns podem fazer essas alterações sem interromper a operação normal do dispositivo, alteração Online.

A arquitetura de um sistema de supervisão é composta por quatro elementos básicos: *software* de supervisão (SCADA); rede de comunicação; estações remotas de I/O e instrumentos de campo. As estações remotas, através da rede de comunicação, informam ao *software* de supervisão o status de cada um dos instrumentos de campo. O sistema de supervisão deve ser capaz de coletar os dados e transformá-los em informações para o usuário em um tempo menor que os eventos possam ocorrer no chão-de-fábrica, de modo a permitir análises em tempo real de respostas eficientes a tais eventos (CAETANO, 2000).

Os Sistemas Supervisorios podem ser classificados quanto a sua complexidade e robustez. E nesse sentido, dois grupos mais conhecidos se destacam (MORAES & CASTRUCCI, 2007):

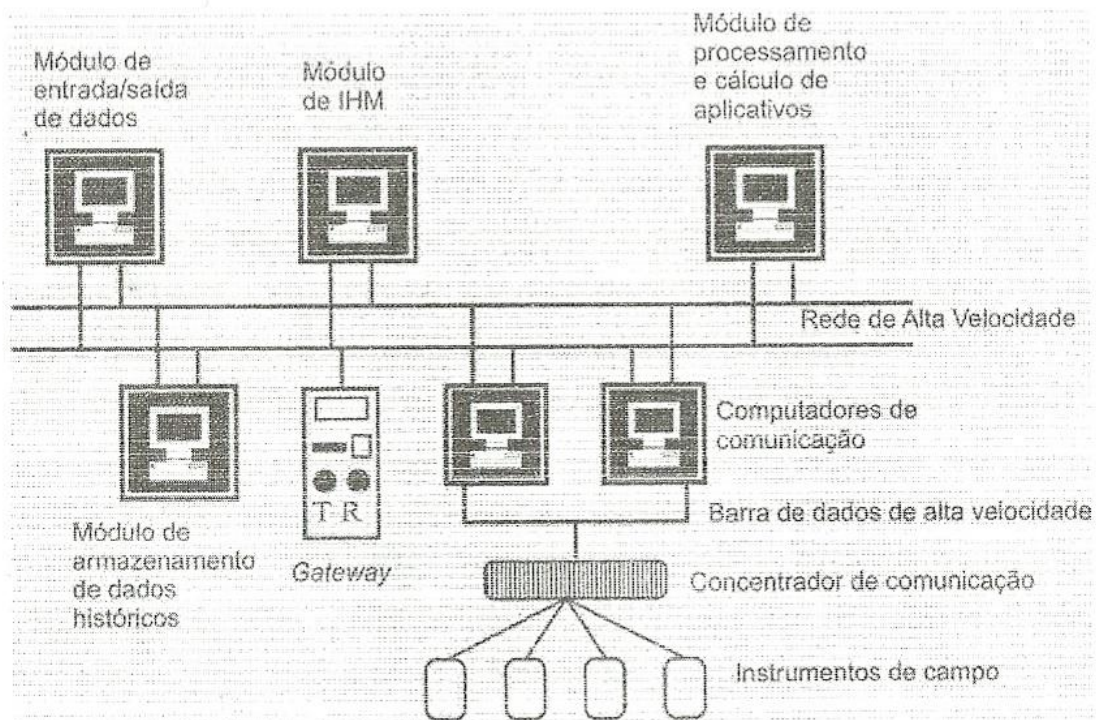
- IHM (Interface Homem-Máquina);
- SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*).

Ainda, de acordo com Moraes e Castrucci (2007), IHM são sistemas normalmente utilizados em automação no “chão-de-fábrica”, geralmente caracterizado por um ambiente agressivo. Possuem construção extremamente robusta, resistente a jato de água direto, umidade, temperatura e poeira de acordo

com o IP (grau de proteção) necessário. Os autores citam ainda que uma IHM é um *hardware* industrial composto normalmente por uma tela de cristal líquido e um conjunto de teclas para navegação ou inserção de dados que utiliza um *software* proprietário para sua programação.

### 2.3.1 Sistema SCADA

O sistema SCADA, com sua arquitetura ilustrada na figura 6 é um sistema responsável pela coleta e transferência de informações lógicas e analógicas sobre o estado corrente do sistema, pela exibição desses dados na sala de controle e pelo comando remoto de dispositivos (automaticamente ou por iniciativa do operador). (ALBUQUERQUE & ALEXANDRIA, 2009).



**Figura 6 - Arquitetura de um Sistema SCADA distribuído**

**Fonte: Albuquerque & Alexandria, (2009)**

Os primeiros sistemas SCADA informavam de instante em instante o estado do processo industrial e, através de painéis de lâmpadas e indicadores, permitiam o monitoramento das medidas e estados de seus dispositivos. Mas ainda não permitia nenhuma interface de aplicação com o operador. Porém, mesmo nessas primeiras versões, o SCADA já trazia melhorias na eficiência do processo de controle e

monitoramento com relatório e gráficos que mostravam o estado atual do sistema proporcionando a tomada de decisões operacionais apropriadas (ROSÁRIO, 2005).

Rosário (2005) ainda afirma que, o sistema SCADA pode ser definido atualmente como “uma interface homem-máquina amigável os quais utilizam tecnologias de computação que permitem a supervisão e/ou o controle de sistemas automatizados, efetuando o recolhimento dos dados em ambientes complexos, algumas vezes dispersos geograficamente, e os respectivos sistemas apresentam uma visualização de modo amigável com o usuário”.

Segundo Albuquerque & Alexandria (2009) os *softwares* SCADA contam com muitos recursos prontos que um aplicativo de supervisão em automação normalmente utiliza. São objetos de interface com o usuário: telas, botões, campos de entrada de valores, gráficos, *browsers*, objetos de recursos internos: interface com banco de dados, servidor de alarmes, drivers, fórmulas e muitas outras facilidades.

As atribuições de um sistema SCADA são basicamente: controle, monitoração e supervisão. Para uma melhor compreensão do assunto, seguem inicialmente algumas definições importantes: (ALBUQUERQUE & ALEXANDRIA, 2009).

- Controle: ação de gerar sinais de forma que a variável controlada se comporte de acordo com o preestabelecido.
- Monitoração: aquisição de dados para verificar as condições de funcionamento do processo (sinalização de valores limites, ocorrências de falhas, alarmes e relatórios).
- Supervisão: aquisição de dados para permitir a elaboração de uma estratégia de operação para maximizar o retorno financeiro (maior produção, qualidade e eficiência).
- Aplicativo: algoritmos de alto nível, conjunto de telas, recursos, comunicações e configurações elaboradas pelo usuário responsável pela personalização do sistema SCADA (pois eles são genéricos). É no aplicativo que é definida toda a funcionalidade do sistema.
- Scripts: sub-rotinas (módulos) em que se podem definir linhas de código em linguagem de programação (Basic, VB ou C), para permitir maior flexibilidade para associar ações e eventos específicos.

- *Tags*: é o nome dado às variáveis utilizadas em um sistema SCADA, sejam variáveis para comunicação com os equipamentos de aquisição de dados, seja para armazenamento de dados temporários.
- *Hardkey*: dispositivo de segurança ligado a porta paralela ou USB do microcomputador, que permite a utilização plena do software, isto é, sua licença de funcionamento. Geralmente, os fabricantes disponibilizam versões demonstrativas ( com poucos *tags* ) para avaliação do programa. Os tipos de *hardkey* são:
  - Configurador: permite a elaboração de aplicativos.
  - *Runtime*: permite apenas a execução de aplicativos.
  - Master: engloba configurador e *runtime*.

Os principais modelos de sistema de supervisão existentes no mercado são (ROSÁRIO, 2005):

- *Wizcon (Emation)*;
- *Ifix (Intellution)*;
- *Intouch*;
- *Elipse*;
- *Cimplicity (Ge Fanuc)*
- *Action View*;
- *Unisoft, Factory link*

Albuquerque & Alexandria (2009) citam também os *softwares* FIX D'MACS [...] para aplicações genéricas, o LAB VIEW da *National Instruments* para aplicações em laboratórios, o ISIS 1000 da Merlin Gerin pra sistemas elétricos [...]. Outros programas disponíveis no mercado são:

- MIDAS (YOKOGAWA)
- UNITEC
- WinCC ( Siemens)

## 2.4 REDES INDUSTRIAIS DE COMUNICAÇÃO

As redes foram desenvolvidas para a troca de dados entre computadores. Hoje, com os microprocessadores chegando até os instrumentos do chão de fábrica, pode-se caracterizar estes como computadores também (COGHI, 2003). A utilização

das redes permite a comunicação rápida e confiável entre equipamentos e o uso de mecanismos padronizados, que são hoje em dia, fatores indispensáveis no conceito de produtividade industrial.

A introdução das redes no ambiente industrial por sinais elétricos analógicos aconteceu a partir da década de 1960 e permitiu a substituição de grande quantidade de tubos utilizados para a transmissão pneumática, o que reduziu substancialmente o custo de instalação dos sistemas, bem como o tempo de transmissão dos sinais, naturalmente lento nos sistemas pneumáticos (GUTIERREZ & PAN, 2008).

Primeiramente, foram utilizadas através do Controle Digital Direto interligando os computadores e os dispositivos de E/S. Depois foi utilizada em sistemas de controle distribuídos e controladores de lógica programável, sistemas para conectar os controladores e os operadores. Entretanto, a comunicação digital em pequenos dispositivos, tais como transmissores de chão de fábrica, não foi vista até os anos 80 e por isso o barramento de comunicação para redes de instrumentos de campo não ganhou grande aceitação até os anos 90 (BERGE, 2002).

Como os sistemas de automação industrial tornam-se cada vez maiores e o número de dispositivos de automação só aumentava, tornou-se muito importante para a automação industrial que padrões fossem criados para que fosse possível interconectar diferentes dispositivos de automação de um jeito padronizado. Um considerável esforço internacional para a padronização tem acontecido no que se trata das redes locais. O padrão OSI - *Open Systems Interconnection* - permite que dois dispositivos de automação se comuniquem de forma confiável independente do fabricante (DJIEV, 2003).

#### 2.4.1 Topologia Física da Rede

Os sistemas de comunicação são constituídos por um arranjo topológico, interligando os vários módulos processadores através de enlaces físicos (meios de transmissão) e de conjunto de regras com a finalidade de organizar a comunicação (protocolos). Em redes locais, a topologia diz respeito ao esquema físico e lógico da interconexão entre as estações de trabalho (ET) ou nós. Normalmente as redes apresentam topologias em estrela, em anel (Token Ring), em barramento (difusão),

em árvore ou alguma combinação entre elas. (ALBUQUERQUE & ALEXANDRIA, 2009).

Chiozzotto & Silva (2000) afirmam ainda a existência da topologia ponto-a-ponto.

A topologia de redes descreve como é a estrutura de uma rede através da qual há o tráfego de informações, e também o modo como os dispositivos estão ligados à mesma. Há várias formas nas quais se pode fazer a interligação entre cada um dos nós da rede. As topologias podem ser descritas fisicamente e logicamente. A topologia física é a verdadeira aparência da rede, enquanto que a lógica descreve o fluxo dos dados através da rede. (BORGES, 2008).

De acordo com Moraes e Castrucci (2007), e conforme ilustra a figura 7, pode-se descrever as topologias da seguinte forma:

- Topologias ponto a ponto: têm comunicação entre dois ou mais processadores, não necessariamente conectados diretamente e que podem usar outros nós como roteadores. Essa topologia é pouco utilizada porque a adição de novos dispositivos ou a falha de algum deles causa interrupções na comunicação. Uma aplicação comum é para comunicações temporárias (provisórias), como, por exemplo, a comunicação de um notebook e um CLP.

- Topologia de Barramento: é quando o meio físico de comunicação é compartilhado entre todos os processadores, sendo que o controle pode ser centralizado ou distribuído. É largamente utilizado, possui alto poder e expansão, e um nó com falha normalmente não prejudica o os demais, dependendo da falha;

- Topologia do tipo anel: trata-se de uma arquitetura ponto a ponto em que cada processador é conectado a outro, fechando-se o último ao primeiro. O sinal circula no anel até chegar ao destino. Para a introdução de outro nó a conexão deve ser interrompida. É uma topologia mais confiável que a ponto a ponto, porém possui grande limitação quanto a sua expansão devido ao aumento do retardo de transmissão. Um nó com problema interfere em toda a rede, porém se houver a comunicação nos dois sentidos à mesma continua operando, degradando apenas o processador em falha.

- Topologia do tipo estrela: utiliza um nó central para gerenciar a comunicação entre as máquinas. Nós em falhas não prejudicam os outros, com exceção do nó central, que provoca falha em toda a rede. Por esse motivo, nessa



posição geralmente são utilizados processadores em duplicidade, redundância, para garantir confiabilidade para o sistema.

- Topologia do tipo árvore: é disposta numa hierarquia como ramos de uma árvore. Existe apenas um caminho para se chegar a um nó, sendo assim não existem problemas de distribuição (roteamento), porém se qualquer conexão for quebrada, interrompe-se a comunicação porque não há rotas alternativas. Um exemplo de redes em estruturas em árvore acontece frequentemente em sistemas de fabricação onde diferentes processos de diferentes níveis devem alimentar de informações um computador de nível hierárquico superior para fins de gerenciamento, controle e planejamento.

<p>Topologia Ponto a Ponto (Point-to-Point topology)</p>		<p>A conexão entre os computadores se dá aos pares, isto é, cada computador possui uma conexão direta com os demais.</p>
<p>Topologia de Estrela (Star topology)</p>		<p>A conexão entre os computadores se dá a partir de um ponto comum (um concentrador ou "hub", por exemplo).</p>
<p>Topologia de Barramento (Bus Topology)</p>		<p>A conexão entre os computadores se dá a partir de um barramento comum (também chamado "varal").</p>
<p>Topologia em anel (Ring topology)</p>		<p>Caso particular de topologia ponto a ponto em que cada computador possui apenas conexão com dois outros chamados vizinhos.</p>
<p>Topologia em Árvore ou Hierárquica (Tree Topology)</p>		<p>Os computadores possuem níveis hierárquicos de conexão entre si.</p>

Figura 7 - Exemplos de Topologias de Redes

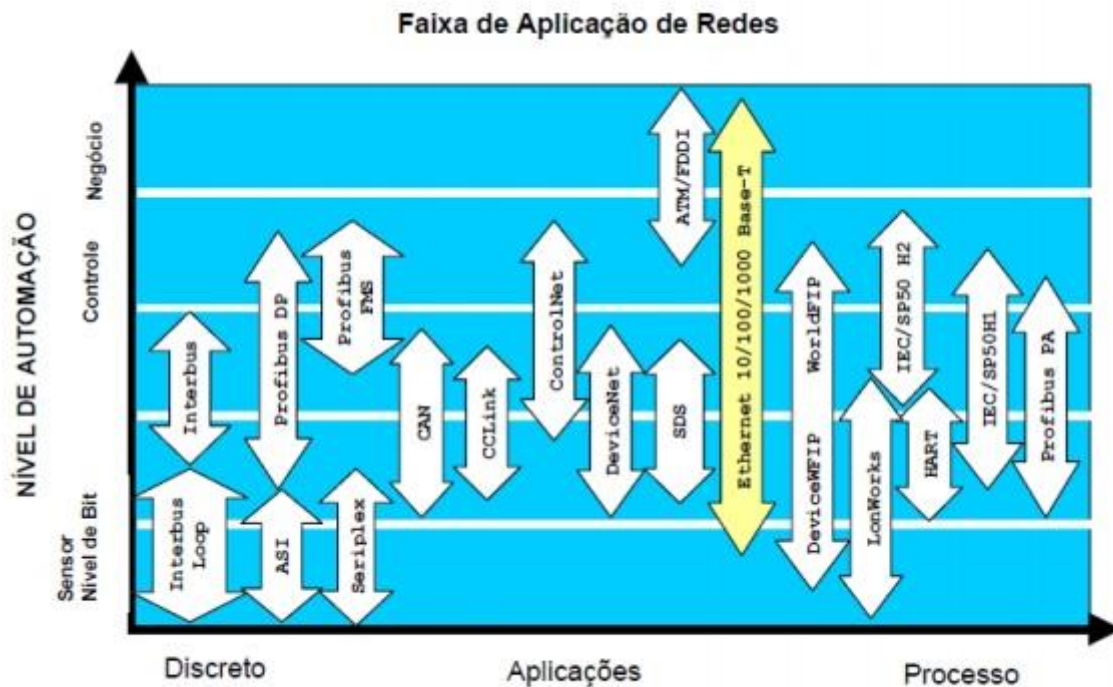
Fonte: Moraes & Castrucci, (2007)

### 2.4.2 Industrial Ethernet

A rede Ethernet é uma especificação de cabos, conectores e níveis de sinais criados originalmente pela empresa XEROX, no final de 1970. Em 1980, junto com DEC e a INTEL foi criada a Ethernet I. baseada em cabo coaxial para comunicação entre computadores. Em 1985 esse sistema foi incrementado, surgindo a Ethernet II, padrão usado até hoje, só não pertencendo às camadas OSI devido sua criação ter ocorrido antes do modelo OSI. (ALBUQUERQUE & ALEXANDRIA, 2009). Além disso, o padrão Ethernet é um dos mais populares e difundidos nas redes corporativas instaladas atualmente. Ao contrário dos protocolos industriais como MODBUS e PROFIBUS que são determinísticos, no padrão Ethernet ocorrem colisões de dados na rede, tornando o tempo de resposta não determinístico. Isto, do ponto de vista de automação, não é recomendável, pois a falta de definição do tempo de resposta de uma informação pode comprometer o desempenho do sistema que está sendo controlado (BOARETTO, 2005).

Segundo Pereira & Lages (2004), o protocolo Ethernet não foi concebido para aplicações em automação industrial, não apresentando algumas características desejáveis em ambientes de controle em tempo real, como determinismo e segurança na transmissão dos dados. No entanto, Ethernet é provavelmente a tecnologia de rede mais difundida, que permite uma grande escala de produção e disponibilidade, e, por consequência, baixo custo, tornando-se uma alternativa bastante atrativa para interconexão de dispositivos de automação.

A rede Ethernet passou por uma longa evolução nos últimos anos se constituindo na rede de melhor faixa e desempenho para uma variada gama de aplicações industriais (figura 8). A Ethernet foi inicialmente concebida para ser uma rede de barramento *multidrop* (10Base 5) com conectores do tipo vampiro (*piercing*), mas este sistema mostrou-se de baixa praticidade. A evolução se deu na direção de uma topologia estrela com par trançado. As velocidades da rede cresceram de 10 Mbps para 100 Mbps e agora alcançam 1 Gbps (IEEE802.3z ou *GigabitEthernet*). A outra evolução se dá no uso de hubs inteligentes com capacidade de comutação de mensagens e no uso de cabos *full duplex* em substituição aos cabos *half duplex* mais comumente utilizados. Isto faz com que a rede se torne determinística e reduzem a probabilidade de colisão de dados. (SEIXAS FILHO, 2003).



**Figura 8 - Faixa de Aplicação de Redes**

Fonte: Seixas Filho, (2003)

Ainda segundo SEIXAS FILHO (2003), os seguintes fatores contribuíram para a construção de uma rede Ethernet industrial:

- Uso de *switches* (dispositivos utilizados em redes para reencaminhar frames entre os diversos nós) para evitar a arbitragem de barramento;
- Uso de canais dedicados de 10 Mbps a 10000 Mbps;
- Padrão IEEE802.1p/Q que acrescenta campos de prioridade e de Quality of Service (QoS) ao frame Ethernet tradicional;
- Canal full duplex para eliminar colisões;
- Rede Fast Ethernet no backbone levando a velocidade a até 200 Mbps.

Algumas organizações desenvolveram a partir dos seus protocolos níveis de aplicação para Ethernet TCP/IP. Presentemente, os mais conhecidos são:

- *Modbus/TCP* (*Modbus sobre TCP/IP*);
- *EtherNet/IP* (*ControlNet/DeviceNet sobre TCP/IP*);
- *Foundation Fieldbus High Speed Ethernet*;
- *Profinet* (*Profibus sobre Ethernet*). (BORGES, 2007).

A falta de padronização não permite que haja interoperabilidade entre as diferentes redes, ou seja, não há possibilidade comunicação direta entre estas. Desta forma, um usuário que possua duas ou mais redes industriais, tem dificuldades para trocar informações de uma rede para outra, além do custo adicional para aquisição de peças e cabos sobressalentes, softwares de configuração/manutenção e treinamentos para seus técnicos para cada rede existente (SHIRASUNA, 2005).

Alguns motivos para a abrangência do mercado de Ethernet é que ele conta com as seguintes vantagens:

- Plataforma aberta e realmente global;
- Tecnologia acessível e de fácil compreensão;
- Segurança, velocidade e confiabilidade garantida pela evolução da própria informática;
- Dados disponíveis em qualquer sistema operacional;
- Acesso às informações da planta via redes públicas e redes privadas;
- Diversidade de serviços disponíveis para melhor desempenho;
- Inúmeros equipamentos disponíveis de diversos fabricantes (FERNANDES, 2003).

O potencial da Ethernet Industrial extrapola sua utilização como rede de comunicação. Mais do que o mero emprego de uma tecnologia de rede local de Tecnologia da Informação (TI) na área industrial, a Ethernet possibilita a utilização de vários protocolos usados na Internet (TCP/IP, http, SNMP, etc.) o que mudou drasticamente a maneira como se lida com as informações no “chão de fábrica” (SHIRASUNA, 2005).

Segundo Eriksson, Coester & Henning (2006), o padrão Ethernet Industrial terá uma grande fatia do mercado, mas não deverá substituir os barramentos de campo tradicionais. Não existem razões técnicas para esta substituição e sob o ponto de vista de custo, a Ethernet é cara para aplicações onde é exigido determinismo.

## 2.5 OBJECT LINKING AND EMBEDDING - PROCESS CONTROL (OPC)

OPC ( OLE - *Object Linking and Embedding – Process Control* ) – padrão que foi desenvolvido a partir de 1995 e atualmente, é controlado pela fundação

OPC. Possui arquitetura aberta, flexível e *plug-and-play* na interface de comunicação para dispositivos de controle. Baseado nas tecnologias OLE e COM (*Component Object Model*) da Microsoft, consiste de um conjunto de padrões para interfaces, propriedades e métodos para controle de processo e aplicações de automação.(LOPEZ,2000)

Basicamente, o padrão OPC estabelece as regras para que sejam desenvolvidos sistemas com interfaces padrões para comunicação dos dispositivos de campo (CLPs, sensores, etc.) com sistemas de monitoração, supervisão e gerenciamento (SCADA, MES, ERP, etc.) (FONSECA, 2002). Sendo um padrão aberto, o OPC separa os sistemas das dificuldades de comunicação, criando uma camada única e padronizada que permite a fácil integração de diversos sistemas (PUDA, 2008).

O padrão OPC, conforme o próprio nome indica, é uma aplicação da tecnologia OLE tendo em vista as necessidades da indústria de controle de processos. O objetivo fundamental da tecnologia OPC é prover uma infra-estrutura única, na qual a informação possa ser universalmente compartilhada. Além disso, as seguintes diretrizes nortearam seu desenvolvimento:

- Simplicidade de implementação: o padrão é, à medida do possível, simples e pouco restritivo;
- Flexibilidade: há interesse em se endereçar as necessidades de vários segmentos da indústria;
- Alta funcionalidade: procura-se incluir o máximo de funcionalidade possível na especificação, sem conflito com os demais objetivos;
- Operação eficiente: embora a simples compatibilidade com o padrão OPC não garanta clientes ou servidores altamente eficientes, nada na especificação impede o desenvolvimento de softwares com essa característica (SOUZA; SEIXAS FILHO; PENA, 1998).

## 2.6 SISTEMAS PROPRIETÁRIOS

### 2.6.1 Redes DH+

Apesar de a rede Ethernet ser muito utilizada na área industrial, muitas redes proprietárias de concepção mais antigas são ainda usadas, como por

exemplo, a rede *Data Highway Plus* da *Rockwell* (DH+), que é uma rede proprietária utilizada para interligação do computador com o CLP.

A rede DH+ é utilizada pelas famílias de controladores CLP-5 da empresa Allen Bradley, que possui o recurso de suportar até 64 dispositivos e operar com taxas de comunicação mais rápidas (BRADLEY, 1998).

Essa é uma rede de área local projetada para suportar programação remota e aquisição de dados para aplicações do chão de fábrica. Os módulos de comunicação DH+ também podem ser usados para implementar uma rede *peer-to-peer* (P2P), transferir os dados para outros controladores CLP-5 ou computadores de alto nível e como um link para a programação de vários controladores CLP-5. Um controlador programável CLP-5 pode se comunicar através de uma rede DH+ com outros controladores e com uma estação de trabalho (BRADLEY, 1998).

*Peer-to-Peer* (P2P) é uma tecnologia que permite que qualquer dispositivo capaz de comunicar também seja capaz de fornecer serviços a qualquer outro dispositivo que comunique. Um dispositivo em uma rede P2P pode permitir o acesso a qualquer tipo de recurso que possui ao seu dispor, sejam documentos, capacidade de armazenamento, capacidade de processamento ou mesmo o seu operador humano (BRADLEY, 1998).

As principais características da DH+ são: conexão direta aos controladores e terminais industriais de comunicação e fácil reconfiguração e expansão para adição de novos nós (BRADLEY, 1998).

## 2.7 CONFIABILIDADE DE INFORMAÇÕES

Com a globalização do mercado mundial e a forte concorrência entre os diversos setores da economia, a automação dos processos produtivos é fator fundamental para garantir competitividade no atual cenário mundial. Padronização, qualidade, custo reduzido e disponibilidade são fatores indispensáveis para o sucesso de um negócio.

A automação nas diversas áreas do conhecimento humano tem despertado o interesse para uma constante atualização e aperfeiçoamento nos métodos de trabalho, a fim de disseminar as informações de que dispõe com rapidez e confiabilidade (SILVA, 1989).

Conforme Moraes & Castrucci (2001) “Hoje entende-se por automação qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitua o trabalho humano e que vise a soluções rápidas e econômicas para atingir os complexos objetivos das indústrias e dos serviços.”

Em uma planta industrial são encontrados cinco níveis de automação: máquinas controladas por controladores programáveis; supervisão de processos e interfaces homem máquina; controle do processo produtivo; programação e planejamento da produção; gestão dos recursos da empresa. (MORAES, 2001).

Dentre os níveis de automação, o controle do processo produtivo é responsável pelos apontamentos/leituras dos dados obtidos no chão de fábrica e permitir que o fluxo de dados passe do “chão de fábrica” aos sistemas gerenciais de forma fácil, ágil e consistente (SOUZA, 2005). Esta integração possibilita aos níveis gerenciais a tomada de decisões rápidas e eficientes.

Grande parte dos estudos na área de automação industrial, especificamente na coleta de dados em “chão de fábrica”, faz referência a processos altamente automatizados onde as coletas são efetuadas por Controladores Lógicos Programáveis (CLP) ou sistemas de atuação (que exercem alguma ação além da coleta). Este trabalho pretende utilizar como base a linha de produção de uma indústria cervejeira por apresentar alto nível de automação, mas ainda exige a necessidade de coleta de dados (apontamentos) através de uma planilha manual (ficha de coleta, para o controle da produção).

Um dos problemas atuais na coleta de dados é a variedade de equipamentos que não permitem integração em uma mesma rede ou necessitam de softwares gerenciadores proprietários, onde o software gerencial da empresa tem a necessidade de agregar um módulo para cada solução utilizada. Este problema é abordado por SOUZA (2005).

Outro ponto crítico é a necessidade de interagir com equipamentos dedicados que executam uma única função, impossibilitando o uso do equipamento sem uma prévia atualização de software por parte do fabricante.

### 3 DESENVOLVIMENTO

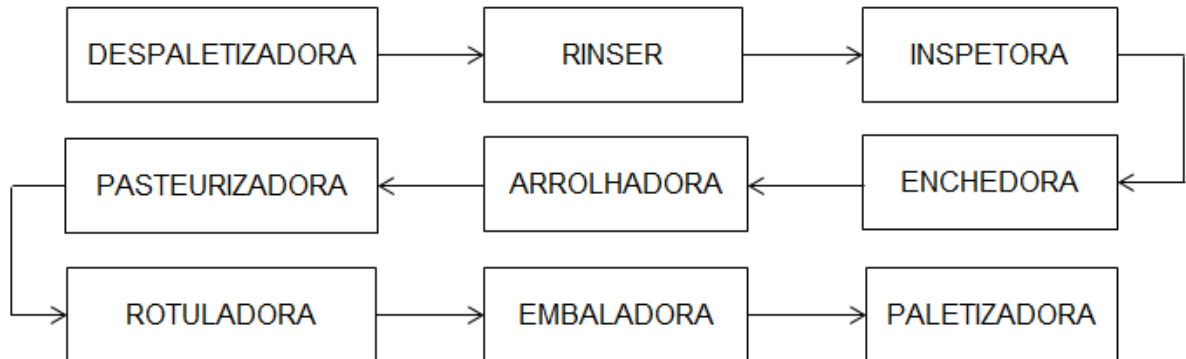
Este capítulo apresentará o trabalho desenvolvido num sistema supervisório, para a visualização do *status* de produção bem como a coleta e análise de dados por meio de um *software* coletor de dados, a fim de realizar um relatório contendo as informações necessárias para apontamentos diários, controle de produção e registros de perdas e paradas. O trabalho foi desenvolvido utilizando os recursos disponibilizados por uma empresa do ramo cervejeiro para estudo de caso no setor de envasamento, bem como seus resultados e informações foram coletados durante um dia normal de produção.

A unidade da cervejaria é dividida em dois grandes setores, o setor do processo e o setor de envasamento. O setor do processo é responsável pela produção e armazenagem da cerveja pronta aguardando para se envasar; inicia-se na cozinha, onde são cozidos os ingredientes principais, segue para a fermentação onde a cerveja fica armazenada a fim de transformar a glicose em álcool, passa pelos filtros e por fim aguarda nas adegas para ser envasada.

O Setor de envasamento da conta com 5 linhas de produção, as quais são responsáveis pelo envasamento nas embalagens de garrafas, latas e barris em diversos tamanhos. A unidade conta com sistema automatizado porém não integrado. Todas as linhas contam com um processo de envasamento semelhante, iniciando com a despaletização, processo onde as garrafas vazias são retiradas dos paletes e enviadas a linha através dos transportes, deslocam-se para a lavadora de garrafas ou *rinser*, seguem para a inspetora que rejeita as garrafas que apresentam algum ponto de sujeira, que não pôde ser retirado durante a lavagem, quebradas e com corpos estranhos, as demais passam pela enchedora e arrolhador, processo onde são tampadas, em seguida sofrem o processo de pasteurização, que elimina os microorganismos termossensíveis, e rotulação, são enviadas para as embaladoras onde são primeiramente embaladas em grupos de 6 (seis) garrafas e posteriormente em fardos com 4 caixas e por fim são paletizadas. Todo esse processo conta com uma estrutura automatizada, utilizando sensores, transmissores, válvulas de controle, IHM's, inversores de frequência, todos controlados por CLP's. Praticamente não necessitam de intervenção manual, apenas



para reabastecer matéria prima como rolhas, rótulos e cola, e retirar o produto acabado.



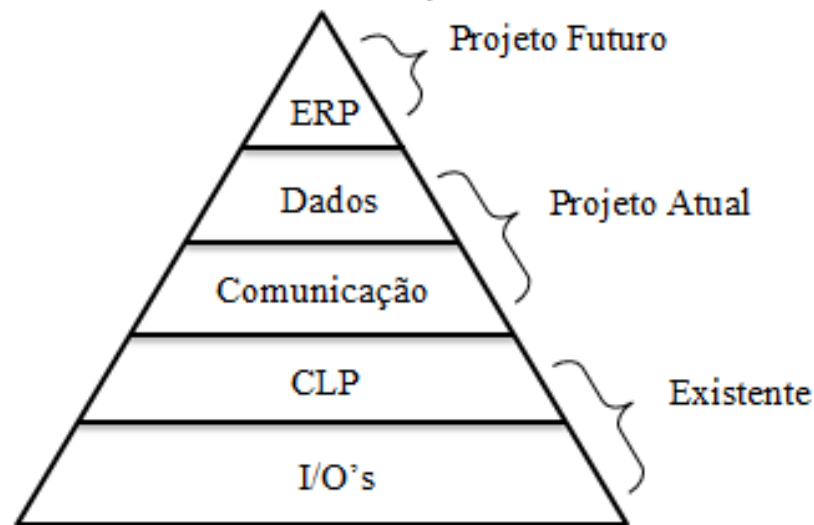
**Figura 9 - Diagrama de blocos do envasamento linha 2**

Fonte: Autores, (2013)

O desempenho de produção das linhas é medido através de um sistema denominado OPI (*Operational Performance Indicator*), onde neste são descritas todas as paradas que ocorrem na linha de produção e sua tipologia, bem como fatores externos que impactam na produção, esses dados de produção são coletados manualmente a cada hora pelo operador responsável pela enchedora e posteriormente, são lançados em uma planilha eletrônica para que sejam disponibilizados para o restante da empresa. O sistema de gestão utilizado na cervejaria é o TPM, através do qual vários times<sup>2</sup>, pertencentes aos pilares, desenvolvem trabalhos buscando otimizar a produção eliminando as perdas, diminuindo as paradas. Para isto é realizado um *deployment* de extratificação das paradas apontadas na OPI.

A figura 10 apresenta uma visão sobre o trabalho desenvolvido, a situação atual da empresa e um projeto futuro a que se deseja chegar.

<sup>2</sup> Refere-se a uma expressão utilizada pela gestão de TPM (*Total Productive Management*) que designa um grupo de pessoas incumbidas pela discussão e solução das falhas responsáveis pelas perdas de produtividade dos equipamentos.



**Figura 10 - Visão do sistema atual e futuro**  
**Fonte: Autores, (2013)**

### 3.1 COMPONENTES UTILIZADOS PARA O DESENVOLVIMENTO

Para a elaboração deste trabalho, todos os conceitos pesquisados serviram de base para a construção e implementação do sistema proposto, desde o desenvolvimento da tela até a coleta de endereços e informações. Foram utilizados os seguintes componentes: Sistema supervisor *Proficy IFix* da GE, *Proficy Historian* da GE para coleta de dados e criação de relatórios, *RSLogix 5* da *Rockwell Automation*, *Microsoft Excel 2003*, CLP 5 da *Allen Bradley*, *ABR Allen Bradley RSLinx*, cabo de rede e um computador industrial.

Também foi utilizado para testes em bancada o *Controllogix* da *Allen Bradley* e o software *IGS Driver* da GE.

### 3.2 MAPEAMENTO E ENDEREÇAMENTO NO CLP

Antes de iniciar o trabalho, foi necessário realizar o levantamento das informações de maior importância para o processo e para o sistema, informações que impactam diretamente nos índices e resultados da companhia, e aqueles que

necessitam de maior confiabilidade para o apontamento diário, bem como os sinais que serviram simplesmente para as animações no supervisório.

Este início de trabalho foi realizado dentro da sala da Automação, utilizando o *ControlLogix* e os *back-ups* da automação para a pesquisa e testes de algumas informações.

O *ControlLogix* é capaz de converter a rede DH+ em rede Ethernet, possibilitando o acesso de todos os CLPs do envasamento de dentro da sala da automação e, evitando assim, a necessidade de conectar o cabo de rede diretamente no CLP da enchedora.

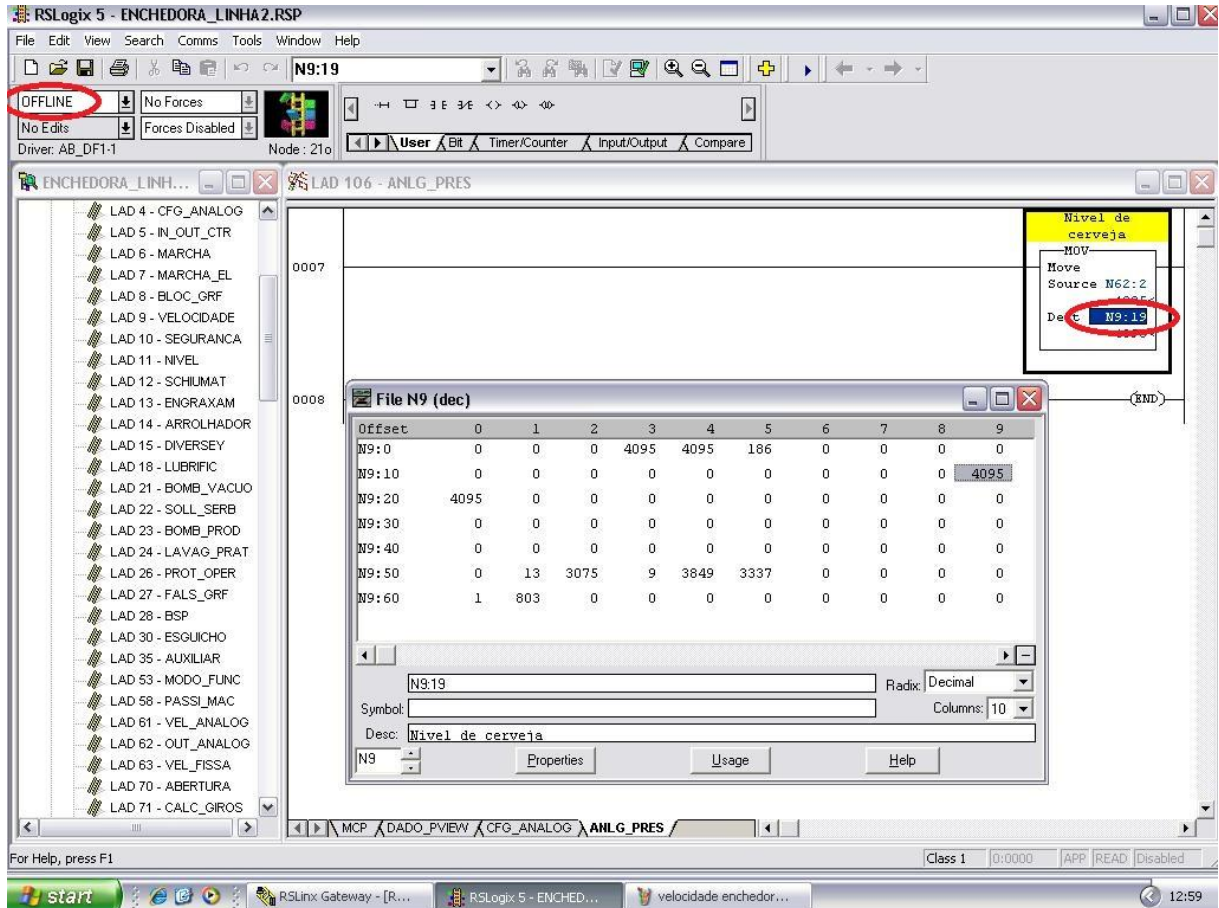
Foi criada então uma tabela com as descrições das informações desejadas conforme mostra a figura 11:

D29					
	A	B	C	D	E
1					
2		Descrição do tag	Endereço no Programa		
3		Nº de paletes	N25:13	N25:14	
4		Falha bomba de vacuo	B14:3		
5		Mensagem de Segurança	B14:5		
6		Falha Bomba de cerveja	B3:26		
7		Comando Bomba de Cerveja	N41:16		
8		Contagem de Tempo trabalho			
9		Segundos	N25:5		
10		Minutos	N25:8		
11		Horas	N25:7		
12		Acima de 1000 horas	N25:6		
13		Nível de cerveja	N9:19		
14		Velocidade da enchedora	N9:2		
15		Falha Geral	B3:30		
16		Porcentagem Tq CO2	N25:11		
17		Consumo de CO2	N25:12		
18		Segurança falta de vácuo	B14:3		
19		Saída 4-20 VV de nível	N9:3		
20		Pressão de água no rinser	N9:5		
21		Pressão CO2 Cupula	N9:4		
22		Saída 4-20 Vv de CO2	N9:20		
23					

**Figura 11 - Levantamento de informações**  
**Fonte: Autores (2013)**

A partir desta tabela, iniciou-se a procura pelo endereçamento no CLP, esta procura foi um tanto complicada devido ao fato do programa ainda não possuir uma completa descrição dos sinais e, por este motivo, houve a necessidade de seguir as lógicas do programa e confrontá-las com o esquema elétrico da enchedora.

Utilizando o RSLogix 5, foi possível abrir o *back-up* da enchedora para visualizar o programa em off-line para não afetar a linha em produção, conforme a figura 12:



**Figura 12 - Ladder enchedora Linha 2**  
Fonte: Autores (2013)

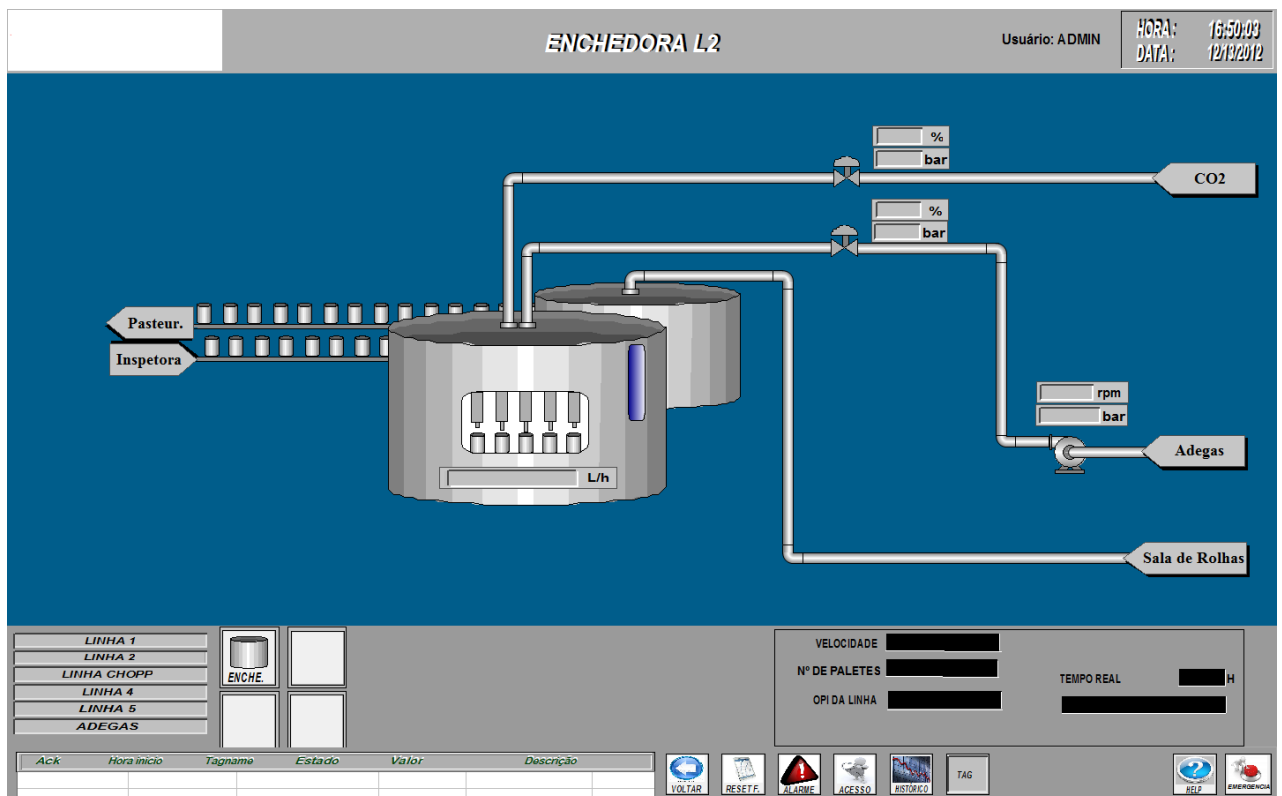
Após o levantamento de todo o endereçamento, e com a planilha completa, foi possível iniciar a criação da Data Base para o sistema supervisório e para o *Historian*.

### 3.3 DESENVOLVIMENTO DA TELA DO SUPERVISÓRIO

Inicialmente foi utilizada a versão 5.5 do IFix para a elaboração da tela de supervisório, pois contém uma ampla biblioteca de imagens e animações que facilitam a montagem e disposição dos equipamentos em tela, porém, para a execução do trabalho, foi utilizada a versão 4.0 pois a licença disponível para o

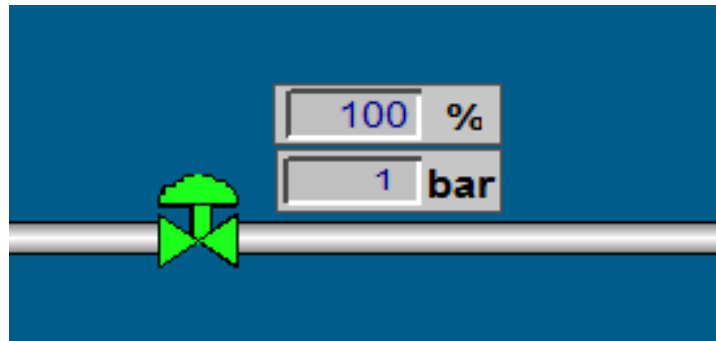
software de comunicação, o ABR, comunica apenas com as versões anteriores do programa. Porém, ao realizar o *upload* da tela do supervisor ocorreu uma falha de versões, o software 4.0 não permite a abertura de uma tela do 5.5, então, foi necessária a criação de uma nova tela, esta na versão mais antiga.

O desenvolvimento do programa no sistema supervisor foi baseado no *layout* da linha de *long neck*, para que os operadores e demais funcionários que tiverem acesso ao programa, e não forem familiarizados com a linha, tivessem noção da distribuição dos equipamentos e melhor entendimento do funcionamento do setor, conforme mostra a figura 13.



**Figura 13 - Sistema Supervisorio 5.5**  
**Fonte: Autores (2013)**

Foram disponibilizadas na tela as informações de maior importância para a operação e gestão, como produção em tempo real, volume envasado, pressão da linha de cerveja e da linha de CO2, animações gráficas de equipamentos parados, rodando ou em alarme conforme mostra a figura 14, e também demais informações que podem facilitar o dia a dia do operador.



**Figura 14 - Animações gráficas**  
**Fonte: Autores (2013)**

Estas animações gráficas são importantes para agilizar a detecção de falhas dos equipamentos, pois sempre que ocorrer uma falha o equipamento irá alarmar e será visualizado na tela do supervisor, assim os operadores e manutentores ganham tempo nessas intervenções.

Foram criados *links* para que o operador possa visualizar informações de outro setor, como por exemplo, volume dos tanques de estocagem de cerveja (adegas), informações que pertencem ao setor de Filtração, conforme figura, e que impactam diretamente o setor de envase, pois é através destas informações que ocorre a programação de produção e também inversão de adega quando o volume for zerado, assim não corre o risco de faltar cerveja na enchedora. Normalmente estas informações entre os dois setores eram obtidas através de comunicação via telefone.

Foram criados também *links* com o setor de Utilidades, podendo ser visualizado volume dos tanques de CO<sub>2</sub>, geração de ar comprimido e vapor, etc., enfim, informações que acabam impactando diretamente o setor de Envasamento.

É importante lembrar que este sistema só vai ser utilizado para a visualização de informações e animações gráficas de estado de equipamento, não será possível realizar a intervenção dos instrumentos por meio da tela de supervisor, uma vez que toda a área de envase é operada através de IHM's específicas para cada equipamento, sendo assim, o intuito do sistema é centralizar as informações.

O *design* da tela segue um padrão utilizado no setor do processo, área que por sua vez é a responsável pela fabricação, fermentação e filtração da cerveja, onde o sistema supervisor é a principal ferramenta de trabalho dos operadores. Por meio desta os operadores tem total controle de todo o sistema através da tela,

tanto para operações em automático quanto para operações em manual, intervenção em instrumentos, etc.

O presente trabalho será restrito apenas a enchedora devido a grande complexidade da criação de *tags* da *Database* e por se tratar de um *software* ainda não licenciado, o *Historian*, que será tratado em outro tópico, fornece apenas 25 *tags* em sua versão de demonstração.

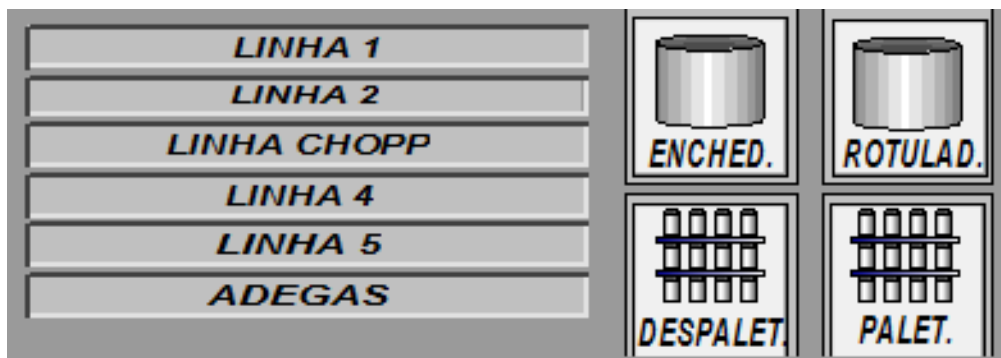


Figura 15 - Painel de Navegação  
Fonte: Autores (2013)

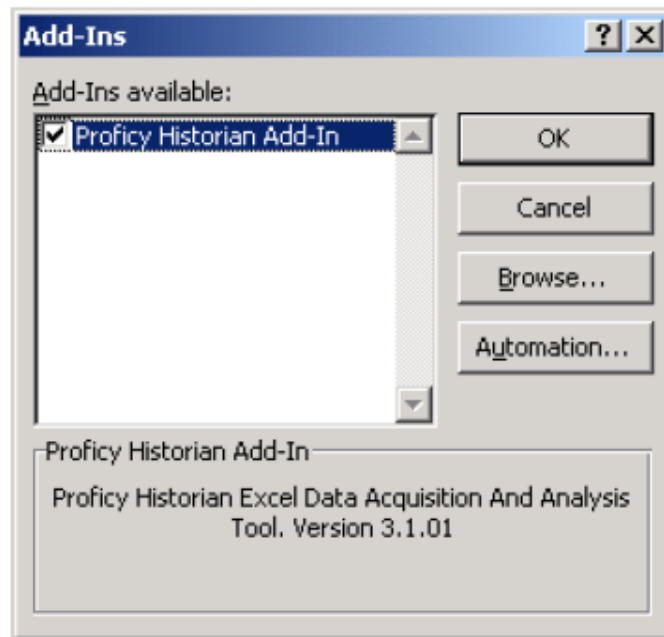
Por tal motivo, foi inserido no projeto, um painel de navegação, figura 15, para que seja possível a navegação entre equipamentos da mesma linha e até mesmo em outras linhas já pensando na possibilidade de realizar a expansão horizontal do projeto, podendo ser utilizado em futuros trabalhos.

### 3.4 SISTEMA DE COLETA DE DADOS

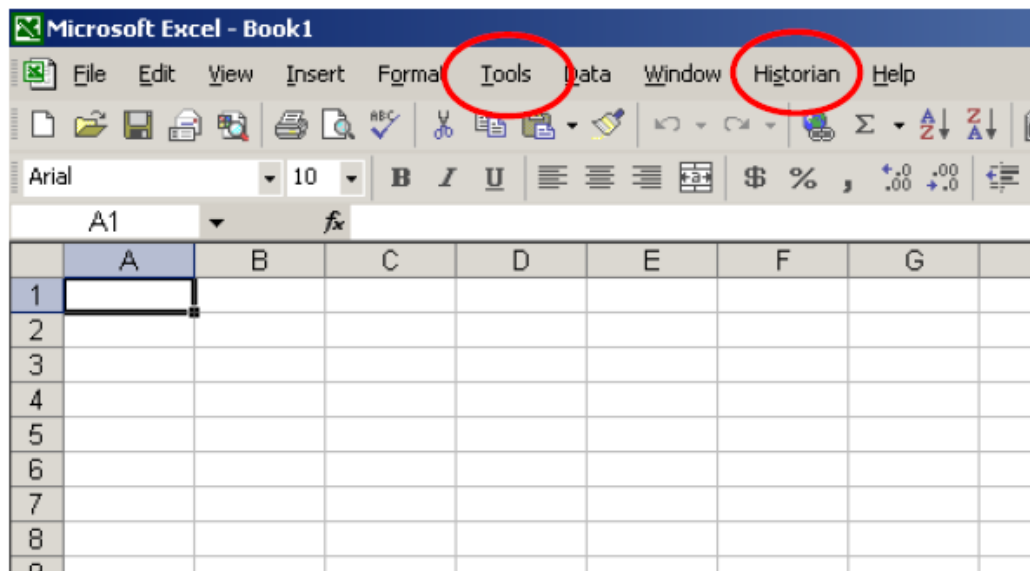
A coleta de dados foi realizada diretamente do CLP através do *Proficy Historian*, que é descrito pela empresa fornecedora como: um banco de dados industrial que oferece um sistema robusto para coletar, arquivar e distribuir grandes volumes de dados do chão de fábrica, de forma simples, eficiente e com alto desempenho. O *Proficy Historian* é capaz de ler e armazenar qualquer tipo de dado do processo, com coleta de dados via protocolo OPC, arquivos CSV/XML ou interfaces personalizadas. (AQUARIUS, 2013)

Este programa possui uma ferramenta capaz de coletar as informações automaticamente podendo disponibilizá-las para os operadores via Excel, Portais

Web, Sistemas Supervisórios, Sistemas MES, ERP, ou ferramentas de relatórios customizadas, como mostram as figuras 16 e 17.



**Figura 16 - Add-in Historian**  
**FONTE: AQUARIUS SOFTWARE**



**Figura 17 - Ferramenta do Historian no Excel**  
**FONTE: AQUARIUS SOFTWARE**

No caso deste trabalho, foi utilizado o Excel 2003 devido às configurações do computador, porém pode ser utilizada uma versão mais avançada.

Após configurar os endereços das variáveis (*tags*) no Historiador, é possível determinar o intervalo de tempo das coletas das informações do processo. Neste



caso foi determinado um intervalo de tempo de 1 segundo para cada coleta. A figura abaixo demonstra as *tags* utilizadas para coletar informações do processo.

Os dados serão coletados pelo historiador a cada segundo, no entanto os relatórios poderão ser gerados no Excel a qualquer data e intervalo de tempo, conforme a necessidade das informações. A figura 18 demonstra a base de dados utilizada para a geração de relatórios no Excel.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data structure:

			DATA/HORA	Veloc. Ench.	Produção	Total cx M	Total cx U	BB cerveja	Falha BB cerveja	Falha BB vácuo	Falha geral ench.	Pressão co2	Pressão h2o
16	64												
17	64												
18	64	12986											
19	64	12973	19-ago-13 05:01:00	0	3	0	64	1	0	16	0	72	1744
20	64	12973	19-ago-13 05:02:00	0	3	0	64	1	0	16	0	72	1086
21	64	12964	19-ago-13 05:03:00	8	3	0	64	1	0	16	0	76	615
22	64	1369	19-ago-13 05:04:00	0	3	0	64	1	0	16	0	72	483
23	64	23896	19-ago-13 05:05:00	0	3	0	64	1	0	16	0	72	483
24	64	50530	19-ago-13 05:06:00	0	3	0	64	1	0	16	0	72	2468
25	64	50557	19-ago-13 05:07:00	0	3	0	64	1	0	16	0	72	489
26	64	50326	19-ago-13 05:08:00	0	3	0	64	1	0	16	0	71	489
27	64	50578	19-ago-13 05:09:00	0	3	0	64	1	0	16	256	72	488
28	64	50573	19-ago-13 05:10:00	258	4	0	64	1	0	5,333333	85,33333	122	2577
29	64	50590	19-ago-13 05:11:00	10155	4	0	64	1	0	0	0	530	4086
30	64	50597	19-ago-13 05:12:00	13032	5	0	64	1	0	0	0	478	4050
31	64	50611	19-ago-13 05:13:00	9389	6	0	64	1	0	0	0	385	2881
32	64	46337	19-ago-13 05:14:00	12582	7	0	64	1	0	0	0	436	4052
33	64	48012	19-ago-13 05:15:00	13254	8	0	64	1	0	0	0	473	4031
34	64	38231	19-ago-13 05:16:00	13091	8	0	64	1	0	0	0	487	4029
35	64	13011	19-ago-13 05:17:00	12977	9	0	64	1	0	0	0	491	4031
36	64	1954	19-ago-13 05:18:00	12890	10	0	64	1	0	0	0	501	4012
37	64	0	19-ago-13 05:19:00	9237	11	0	64	1	0	0	0	359	1940
38	64	13339	19-ago-13 05:20:00	8118	11	0	64	1	0	0	0	324	4059
39	64	50565	19-ago-13 05:21:00	6504	11	0	64	1	0	2,666667	0	261	1380
40	64	50587	19-ago-13 05:22:00	0	11	0	64	1	0	16	0	73	1987
41	64	50608	19-ago-13 05:23:00	0	11	0	64	1	-8960	16	4480	12	40
42	64	50584	19-ago-13 05:24:00	0	11	0	64	1	-10752	16	5376	0	0
43	64	50643	19-ago-13 05:25:00	16956	12	0	64	1	-4480	6,666667	2240,5	87	1589
44	64	50629	19-ago-13 05:26:00	9328	12	0	64	1	0	0	0	518	4055
45	64	50608	19-ago-13 05:27:00	12745	13	0	64	1	0	0	0	513	4026
46	64	50618	19-ago-13 05:28:00	12922	14	0	64	1	0	0	0	543	4039
47	64	50626	19-ago-13 05:29:00	12788	15	0	64	1	0	0	0	548	4025
48	64	47670	19-ago-13 05:30:00	12751	16	0	64	1	0	0	0	533	4030

Figura 18 - Base de dados  
Fonte: Autores (2013)

#### 4 ANÁLISES DOS RESULTADOS

O objetivo do sistema de coleta automática é obter informações e dados de chão de fábrica sem que haja a intervenção dos operadores. Normalmente estas informações são obtidas através de IHM's dedicadas para cada máquina, onde os operadores precisam buscar estas informações e após são lançadas manualmente em planilhas.

Este trabalho precisa ser realizado periodicamente (hora em hora), onde também são apontados manualmente os tempos de parada da máquina com o respectivo modo de falha, e após é necessário realizar cálculos de produtividade da linha. Na figura 19 pode-se observar uma planilha de apontamento manual.

Linha:		03		4		CONTROLE PRODUÇÃO/PARADAS ENGARRAFAMENTO: FRENTE																1.1 Domingos		4.1 O.P. Completa			
PRODOTO:				Embalagem:				MOTIVO PARADA:																1.2 Feridas		4.2 Coleta de amostras de Qualidade	
OPACABER ( 10UMER ( 18 CERVA				350 ml				Desaparelhadora																1.3 Menos 2 passas linha		4.3 Início de Produção	
TIP:				350 ML				Desencalhadora																1.4 Início de enchimento		4.4 Intervalo de refilagem	
NACIONAL ( EXPORTAÇÃO				SEM ALCOOL				Lw. Garrifas/Caixas / flast																1.5 Lâmpada		4.5 Intervalo de enchido	
HORARIO INICIAR AS 23:00								Inspeção garrifas /lata vazias																1.6 Sem turno de produção		4.6 Limpeza e assuagem esteiras	
PRODUTAO TURNO				OPI HORA				MOTIVO PARADA																1.7 Troca pilsa granula		4.7 Manutenção profizora rolhois	
HORA ACUMUL.				OPI				MOTIVO PARADA																1.8 Manutenção free final		4.8 Manutenção operacionais rolhois	
ACUM.								Etnohedral erro CSW Recurv																1.9 Manutenção Prev sem		4.9 Término de produção	
OPI								Particularizador																1.10 Equip. s/n não-produt		4.10 Testes rolhois de linha	
OPI								Rouleteira 1																1.11 Aguras de linha e máquina		4.11 Treinamento on the job	
OPI								Rouleteira 2																1.12 Aguras de linha e máquina		4.12 Treinamentos operacionais	
OPI								MOTIVO PARADA																1.13 Testes para linha de produo		4.13 Seto	
OPI								Videogel																1.14 Traco embalagem/Secoita/Ima/Índule		4.14 Troca de alimentação da produção	
OPI								Sbrac / Tap / Torre																1.15 Falhas de CO		4.15 Falta de água/ETA	
OPI								Enchadeira																1.16 Falta de ar		4.16 Falta de água	
OPI								MOTIVO PARADA																1.17 Falta de Corvaja		4.17 Falta de CO2	
OPI								Embaladora SIX																1.18 Falta de Equilibrada		4.18 Falta de Energia	
OPI								Katers - Embaladora																1.19 Falta de Enchimento		4.19 Falta de Envelhecimento	
OPI								MOTIVO PARADA																1.20 Falta de Envelope / rolho / de CIP		4.20 Falta de Etiqueta	
OPI								Palmitadora																1.21 Falta de Etiqueta		4.21 Falta de ETR	
OPI								MOTIVO PARADA																1.22 Falta de Garrafa/Berria		4.22 Falta de Insuflante (material produção)	
OPI								MOTIVO PARADA																1.23 Falta de Vapor		4.23 Falta de Embalagem não conforme	
OPI								MOTIVO PARADA																1.24 Falta de lubrificação		4.24 Falta Operacional (procedimento errado)	
OPI								MOTIVO PARADA																1.25 Falhas/Quebras Mec/Elct/Aqua/Ant		4.25 Falta de Pessoal (equip. abais mínimo)	
OPI								MOTIVO PARADA																1.26 Falta de Personal (equip. abais mínimo)		4.26 Retomada de Produção	
OPI								MOTIVO PARADA																1.27 Deficiência de Máquina		4.27 Deficiência da Máquina	
OPI								MOTIVO PARADA																1.28 Isar / Lata / Berril não conforme		4.28 Falhas/Caixas/Embalagem não conforme	
OPI								MOTIVO PARADA																1.29 Falhas/Caixas/Embalagem não conforme		4.29 Redução velocidade nominal	
OPI								MOTIVO PARADA																1.30 Rótulo/Falhas/Tampas não conforme		4.30 Rótulo/Falhas/Tampas não conforme	

Figura 19 - Planilha de apontamento manual  
 Fonte: Autores (2013)

Após o fechamento do turno, as informações destas planilhas são utilizadas por outra pessoa que irá digitar manualmente em planilhas eletrônicas. As informações destas planilhas eletrônicas são utilizadas como base de dados para cálculo dos indicadores de produtividade da cervejaria, portanto, é através destas informações que são determinadas as perdas de produção e paradas não programadas de equipamentos. Na figura 20 podemos observar a planilha eletrônica onde são apontadas todas as informações do desempenho da área de envase.

G363	8.1-Deficiência da Máquina																											
Operational Performance Indicator (OPI)		Linha 02 - 250 ml e 355 ml.		Velocidade Nominal (Unid/Hr): 50000		Usuário:		Data: 31-ago-13		Mês: agosto-13																		
<table border="1" style="width:100%"> <tr> <th>Registrar OPI</th> <th>Organizar por data</th> <th>Trocar de usuário</th> <th>Salvar alterações</th> </tr> </table>													Registrar OPI	Organizar por data	Trocar de usuário	Salvar alterações												
Registrar OPI	Organizar por data	Trocar de usuário	Salvar alterações																									
Data	Turno	Parada Horário	Tempo	Localização da parada	Tipo de Parada	Produto	Prod. Ench. (Unid)	Refugo (Unid)	Comentário																			
01/08/13	T01	02:00 - 03:00	6:00	Enchedora	8.6-Vasilhame Detado/Quebrado/Trancado				Gris quebradas.																			
01/08/13	T02	08:00 - 09:00	4:00	Enchedora	8.4-Redução velocidade nominal				Pedago de papelão enroscado na saída da tremonha de rolhas																			
01/08/13	T02	09:00 - 10:00	5:00	Enchedora	8.4-Redução velocidade nominal				Garrifas travando na guia e no sem fim de entrada																			
01/08/13	T02	10:00 - 11:00	44:40	Enchedora	7.2.1-Quebras Mecânica				EN04 - Garrifas quebradas na entrada - Garrifas travando, quebrando e puli																			
05/08/13	T01	03:00 - 04:00	6:00	Enchedora	7.2.1-Quebras Mecânica				EN05 - Troca de 3 tulpas danificadas.																			
05/08/13	T02	13:00 - 14:00	3:00	Enchedora	8.4-Redução velocidade nominal				Rolhas presas no reservatório de rolhas																			
05/08/13	T03	19:00 - 20:00	8:00	Enchedora	7.2.1-Quebras Mecânica				EN05 - Manutenção em válvula de enchimento.																			
06/08/13	T02	08:00 - 09:00	3:00	Enchedora	8.1-Deficiência da Máquina				Rolha amassada presa na guia de saída causando tombamento de garrafas																			
06/08/13	T03	19:00 - 20:00	5:00	Enchedora	8.4-Redução velocidade nominal				Limpeza de golié de alvio.																			
06/08/13	T03	19:00 - 20:00	8:00	Enchedora	7.2.1-Quebras Mecânica				Garra do Flinsler travada.																			
07/08/13	T01	05:00 - 06:00	7:00	Enchedora	7.2.1-Quebras Mecânica				Caui uma mola do rinsler. Recolocado a mesma.																			
07/08/13	T02	07:00 - 08:00	4:60	Enchedora	8.4-Redução velocidade nominal				Rolhas presas no reservatório de rolhas																			
07/08/13	T02	09:00 - 10:00	3:00	Enchedora	8.1-Deficiência da Máquina				Rolha amassada na guia de saída da Enchedora causando tombamento de																			
07/08/13	T02	10:00 - 11:00	2:00	Enchedora	8.6-Vasilhame Detado/Quebrado/Trancado				Garrifas deliadas na saída da máquina causando tombamento de garrafas r																			
07/08/13	T02	12:00 - 13:00	30:00	Enchedora	7.2.1-Quebras Mecânica				EN 22 Arrebentou corveia de suporte das garrafas no arrolhador, colocado ut																			
12/08/13	T01	06:00 - 07:00	6:00	Enchedora	8.5-Rótulos/rolhas/tampas não conforme				Rolhas amassadas travadas no twister.																			
12/08/13	T02	12:00 - 13:00	3:00	Enchedora	8.5-Rótulos/rolhas/tampas não conforme				Rolhas amassadas travadas no twister.																			
12/08/13	T03	17:00 - 18:00	6:00	Enchedora	7.2.1-Quebras Mecânica				EN05 - Falta de rolhas nas garrafas - Garrifas com rolhas amassadas e con																			
12/08/13	T03	18:00 - 19:00	42:40	Enchedora	7.2.1-Quebras Mecânica				EN05 - Falta de rolhas nas garrafas - Inspeção no arrolhador, tremonha, est																			
13/08/13	T02	13:00 - 14:00	12:00	Enchedora	7.2.1-Quebras Mecânica				EN06 - Espaço mola da garra do Flinsler, parada para colocação																			
13/08/13	T03	20:00 - 21:00	4:00	Enchedora	8.4-Redução velocidade nominal				Rolhas travadas no canal.																			

Figura 20 - Planilha de apontamento eletrônico  
 Fonte: Autores (2013)

Estas informações também são utilizadas para as tomadas de decisões, em razão de que por meio destas são definidos os planos de ações para reduzir as paradas não programadas dos equipamentos, que impactam no desempenho da linha de produção.

Estes planos de ações muitas vezes acabam resultando na formação de times que aplicam a metodologia TPM para buscar a redução das perdas e paradas de equipamentos. Na figura 21 podemos observar como são desmembrados os modos de falhas por equipamento.

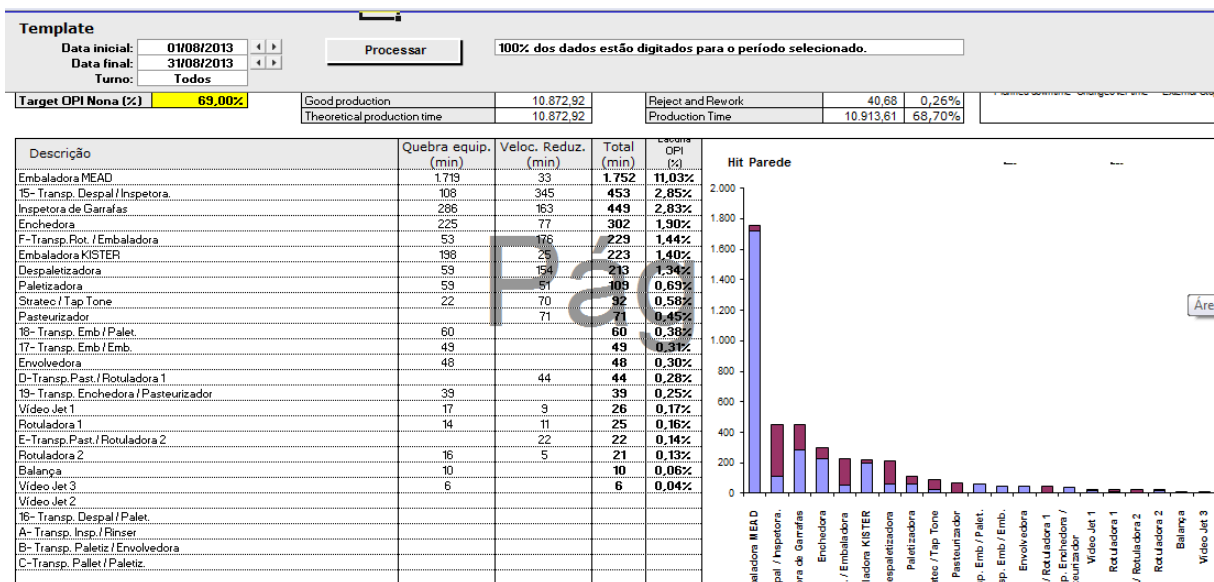


Figura 21 - Tempo de parada dos equipamentos  
Fonte: Autores (2013)

É possível observar que o método utilizado para este sistema manual de coleta de dados acaba se tornando frágil, devido ao envolvimento de várias pessoas nos apontamentos, onde podem ocorrer falhas de comunicação, e também ao grande número de informações que são geradas em um turno de produção.

Também fica evidente a dificuldade para os operadores em relatar todas as falhas ocorridas nas máquinas, visto que são máquinas de grande velocidade de produção e requerem uma atenção especial durante todo o processo produtivo. Assim podem ocorrer falhas na determinação dos tempos entre paradas e retomadas da produção, podendo ocorrer erros de apontamento e que irão impactar diretamente em uma tomada de decisão.

Com um sistema de coleta automática de dados este problema pode ser solucionado, pois todas as informações da produção estão sendo coletadas e enviadas para uma planilha automaticamente, onde as informações podem ser visualizadas. Foi determinado um intervalo de tempo de 1 minuto para cada coleta, podendo ser visualizado todos os eventos ocorridos neste intervalo de tempo, como por exemplo, a velocidade de produção, quantidade produzida, *status* e falhas dos equipamentos.

Foi disponibilizado cálculos da eficiência da linha de produção a cada hora e também a cada turno de produção, dados que antes eram coletados e calculados manualmente pelos operadores e registrados em planilhas, conforme foi apresentado na figura 19.

Na figura a seguir é possível visualizar um relatório gerado durante 1 dia de produção, com intervalos de coleta de 1 minuto e a eficiência da linha em cada hora de produção e também em cada turno.

RELATÓRIO DIÁRIO DE PRODUÇÃO													
HORA INICIAL		20/8/2013 23:00		OPI Turno 1		OPI Turno 2		OPI Turno 3					
HORA FINAL		21/8/2013 22:59		79,30		74,76		48,21					
DATA/HORA	Velocidade Enchedora (garrafas/h)	Produção Enchedora (total garrafas)	Caixas Paletizadas (total caixas)	Volume Paletizado (h)	Condição bb. Cerveja	Falha bb Cerveja	Falha bb Vácuo	Falha Geral Enchedora	Pressão CO2 Cúpula (bar)	Pressão H2O Rinser (bar)	OPI (minuto)	OPI	Hora
20-ago-13 23:01:00	46883	351364	3710	1317	1	0	0	0	0,75	9,92	96,06	84,53	23 h
20-ago-13 23:02:00	50732	352164	3736	1326	1	0	0	0	1,00	9,83	99,65	84,53	00 h
20-ago-13 23:03:00	50768	352964	3743	1329	1	0	0	0	1,00	9,92	100,29	86,24	1 h
20-ago-13 23:04:00	50750	353832	3745	1329	1	0	0	0	1,00	9,92	102,72	47,64	2 h
20-ago-13 23:05:00	50760	354666	3766	1337	1	0	0	0	1,00	9,83	99,65	92,83	3 h
20-ago-13 23:06:00	50767	355518	3806	1351	1	0	0	0	1,00	9,92	99,60	96,82	4 h
20-ago-13 23:07:00	50746	356348	3847	1365	1	0	0	0	1,00	9,83	99,63	98,47	5 h
20-ago-13 23:08:00	50778	357178	3877	1376	1	0	0	0	1,00	9,92	75,87	91,36	6 h
20-ago-13 23:09:00	36197	357810	3905	1386	1	0	0	0	0,35	4,67	4,76	79,87	7 h
20-ago-13 23:10:00	13110	357850	3940	1399	1	0	0	0	0,00	1,00	0,00	98,46	8 h
20-ago-13 23:11:00	13050	357850	3970	1408	1	0	0	0	0,00	1,00	0,00	95,65	9 h
20-ago-13 23:12:00	13092	357850	4000	1420	1	0	0	0	0,00	1,00	0,00	93,45	10 h
20-ago-13 23:13:00	13067	357850	4031	1431	1	0	0	0	0,00	5,42	26,95	94,17	11 h
20-ago-13 23:14:00	46132	358075	4060	1441	1	0	0	0	0,67	10,00	96,11	33,04	12 h
20-ago-13 23:15:00	50746	358876	4076	1446	1	0	0	0	1,00	9,92	99,62	61,39	13 h
20-ago-13 23:16:00	50767	359708	28	10	1	0	0	0	1,00	10,00	103,42	42,03	14 h
20-ago-13 23:17:00	90766	360570	73	26	1	0	0	0	1,00	9,92	99,65	24,64	15 h
20-ago-13 23:18:00	50771	361400	114	40	1	0	0	0	1,00	9,83	99,61	64,61	16 h
20-ago-13 23:19:00	50753	362230	154	55	1	0	0	0	1,00	10,00	99,65	22,96	17 h
20-ago-13 23:20:00	50771	363060	181	64	1	0	0	0	1,00	9,83	99,61	41,62	18 h
20-ago-13 23:21:00	50763	363891	202	72	1	0	0	0	1,00	9,92	99,60	23,63	19 h
20-ago-13 23:22:00	50789	364721	205	73	1	0	0	0	1,00	9,92	103,33	82,81	20 h
20-ago-13 23:23:00	50772	365552	232	81	1	0	0	0	1,00	10,00	99,65	96,34	21 h

Figura 22 - Relatório diário de Produção  
Fonte: Autores (2013)

Na figura 23 pode-se observar um determinado momento em que ocorreu um desarme da bomba de cerveja, que acarretou na parada de produção da enchedora, o momento em que foi resetada a falha e o tempo para retomada da produção e também a falha que foi visualizada pelo operador na tela do supervisor.

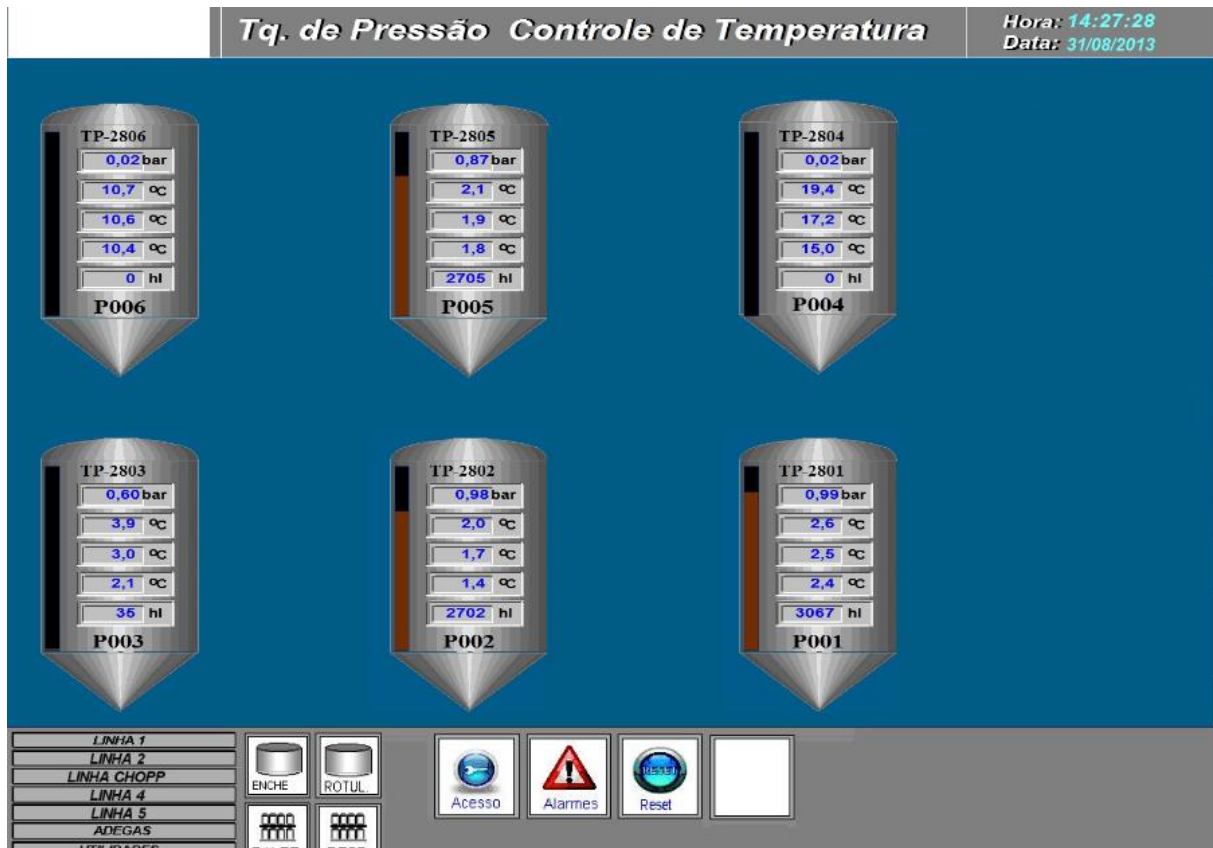


DATA/HORA	Velocidade Enchedora (garrafas/h)	Produção Enchedora (total garrafas)	Caixas Paletizadas (total caixas)	Volume Paletizado (hl)	Condição bb. Cerveja	Falha bb. Cerveja	Falha bb. Vácuo	Falha Geral Enchedora
21-ago-13 22:01:00	50720	746554	7398	2626	1	0	0	0
21-ago-13 22:02:00	50683	747384	7431	2638	1	0	0	0
21-ago-13 22:03:00	47755	747898	7449	2644	1	0	0	0
21-ago-13 22:04:00	50692	748635	7491	2659	1	0	0	0
21-ago-13 22:05:00	50712	749465	7526	2672	1	0	0	0
21-ago-13 22:06:00	50714	750298	7560	2684	1	0	0	0
21-ago-13 22:07:00	50717	751160	7605	2700	1	0	0	0
21-ago-13 22:08:00	50725	751991	7639	2712	1	0	0	0
21-ago-13 22:09:00	21766	752675	7678	2726	1	1	0	192
21-ago-13 22:10:00	0	752745	7712	2738	0	0	0	256
21-ago-13 22:11:00	14587	752767	7747	2750	0	0	0	128
21-ago-13 22:12:00	15677	752812	7790	2765	0	0	0	2
21-ago-13 22:13:00	47608	753077	7833	2781	1	0	0	0
21-ago-13 22:14:00	50714	753891	7871	2794	1	0	0	0
21-ago-13 22:15:00	50676	754722	7901	2805	1	0	0	0
21-ago-13 22:16:00	50687	755552	7905	2806	1	0	0	0
21-ago-13 22:17:00	50705	756383	7924	2813	1	0	0	0
21-ago-13 22:18:00	50704	757213	7960	2826	1	0	0	0
21-ago-13 22:19:00	50705	758078	8006	2842	1	0	0	0

**Figura 23 - Falha na bomba de Cerveja**  
**Fonte: Autores (2013)**

Através destas coletas de dados é possível realizar filtros e determinar exatamente o intervalo de cada parada durante os turnos de produção, a falha que ocasionou estas paradas, as perdas, etc.

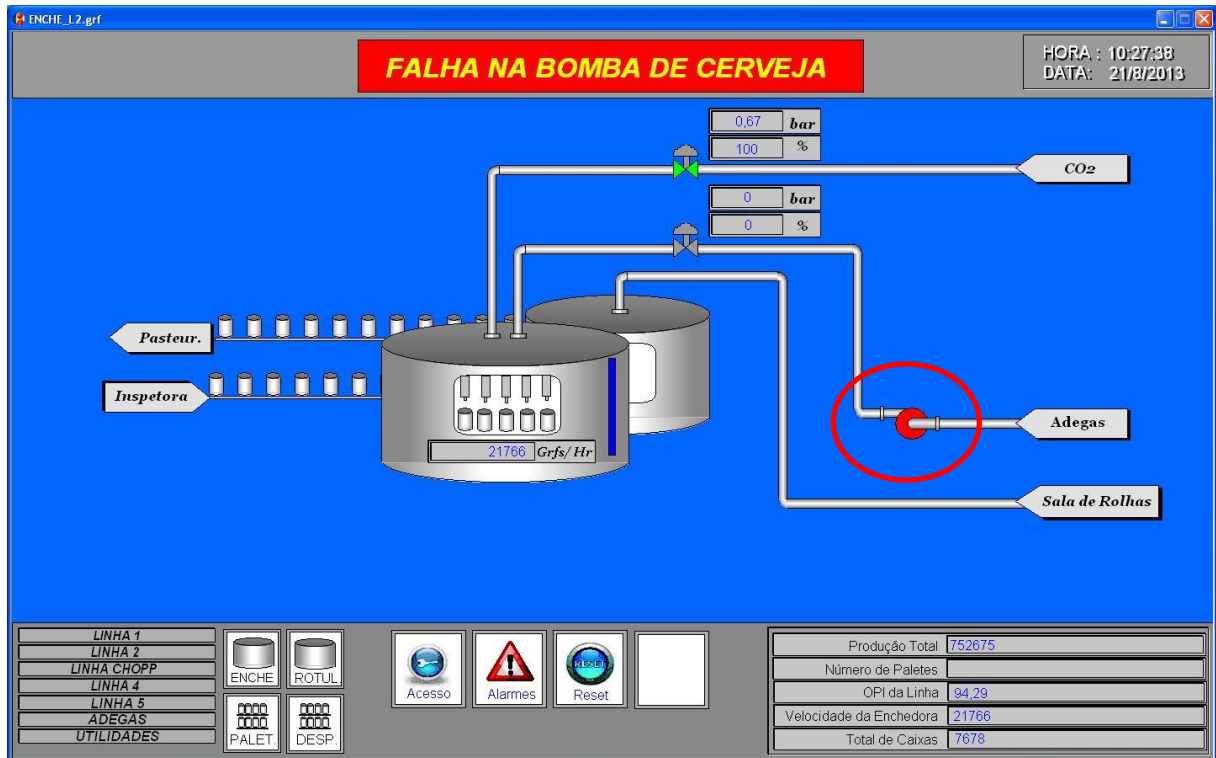
Com a implementação de um sistema supervisório foi possível trazer aos operadores informações de outros setores, que antes eram obtidas através do uso de telefone. Na figura 24, temos a indicação de temperatura, volume e pressão das adegas de cerveja. Estas informações pertencem ao setor de Filtração e são muito importantes para o setor de envasamento.



**Figura 24 - Adegas de Pressão**  
**Fonte: Autores (2013)**

Através do supervisório é possível também visualizar todas as condições da enchedora em tempo real, assim os operadores podem acompanhar dados de produção e também obter informações através de históricos sem precisar acessar as planilhas de coleta automática.

Outro ponto importante que podemos ressaltar é a visualização de falhas que ocorrem na máquina e que são identificadas na tela do supervisório. Sendo assim, sempre que ocorrer a falha o operador poderá visualizar onde está alarmando e intervir imediatamente, ganhando tempo para a retomada de produção ou informando a equipe de manutenção onde deverá atuar. Na figura a seguir temos uma situação em que ocorreu uma falha e pode ser visualizada imediatamente pela operação.



**Figura 25 - Falha na Bomba de Cerveja**  
 Fonte: Autores (2013)

#### 4.1 OBJETIVOS PROPOSTOS

Os objetivos propostos foram alcançados com êxito, podendo disponibilizar todas as informações que impactam na eficiência da enchedora para o setor de envase, através de um sistema supervisor e um sistema coletor de dados em tempo real, onde é possível a emissão de relatórios e acompanhamento das falhas.

Apenas o sistema de comunicação via *wireless* não foi implementado, pois este sistema foi substituído por uma rede de comunicação ethernet, onde foi possível disponibilizar um computador na sala de gerência do setor de envase. Sendo assim, todas as informações necessárias para as tomadas de decisões estarão dispostas neste computador e futuramente poderá ser implementada uma comunicação com a rede de TI, podendo disponibilizar as informações para toda a planta.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente trabalho foi possível demonstrar um sistema supervisório que, além de exibir informações importantes para visualização dos operadores da linha de produção da cervejaria, também pode ser possível buscar informações relevantes de outros setores e que impactam na operação da linha de produção, através da rede de comunicação da automação. Através do supervisório foi possível centralizar informações de vários equipamentos em um único computador, onde antes era preciso buscar os dados de produção em IHM's dispostas em cada máquina do processo de produção. Com este sistema foi possível também auxiliar os operadores e equipe de manutenção na identificação de falhas de instrumentos e assim minimizar o tempo de intervenção e reparo destes instrumentos.

Foram identificadas as principais informações que podem impactar na eficiência da linha de produção e utilizando um sistema de coletas de dados em tempo real foi possível gerar relatórios em planilhas do Excel. Através dos relatórios é possível identificar falhas de equipamentos, intervalos de parada e também apontamentos de produção, onde antes eram realizados manualmente pelos operadores. Com este sistema é possível oferecer maior confiabilidade nos apontamentos, visto que durante os apontamentos manuais podem ocorrer erros. Também é possível apoiar os pilares de TPM na identificação dos principais pontos críticos de falhas de equipamentos e assim poder atacar através de times de melhoria nas causas das falhas.

O sistema foi implantado em um equipamento piloto, mas poderá ser expandido futuramente para todos os equipamentos que possam impactar na eficiência da produção e assim oferecer várias oportunidades de melhorias e também otimizar o tempo dos operadores, que dispende muito tempo para apontamentos, disponibilizando este tempo para outras tarefas.

Outra oportunidade futura é disponibilizar as informações que são coletadas para uma rede da TI, assim poderão ser visualizadas em qualquer computador da planta, apoiando nos apontamentos e também nas tomadas de decisões.



## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. U. B. & ALEXANDRIA, A. R. **Redes Industriais**: Aplicações em Sistemas Digitais de Controle Distribuído. 1ª Ed. Fortaleza: Edições Livro Técnico, 2007.

ANTONELLI, Pedro Luis. **Controlador lógico programável**. Apostila para o curso de Técnico em Eletrônica. São Paulo: [s.n.], 1998.

AQUARIUS. **Proficy Historian** – Disponível em: <<http://www.aquarius.com.br/automacao-industrial/produtos/proficy-historian/>>. Acesso em 08 de agosto de 2013.

BERGE, J. **Fieldbuses for Process Control**: Engineering, Operation and Maintenance. Research Triangle Park, NC: ISA, 2002.

BOARETTO, N. **Tecnologia de comunicação em sistema SCADA** – enfoque em comunicação *Wireless* com espalhamento espectral. 2005. 95p. Monografia (Mestrado em Engenharia de Produção) CEFET-PR, Ponta Grossa.

BORGES, F. **Redes de Comunicação Industrial** - Documento técnico nº2. Edição de Setembro de 2007. Schneider Electric. Disponível em:<[http://www.schneiderelectric.pt/documents/product-services/training/doctecnico\\_redes.pdf](http://www.schneiderelectric.pt/documents/product-services/training/doctecnico_redes.pdf)> Acesso em 10 junho. 2013.

BRADLEY. **Modular hardware style – installation and operation manual**. Allen Bradley Company, 1998.

BRUNE, Osmar. **CLPs de pequeno porte**. Mecatrônica atual - Ano 4 - nº 21– abril/maio –2005

CAETANO, A.G.L.S. **Sistemas de supervisão de chão-de-fábrica**: uma contribuição para implantação em indústrias de usinagem.2000. São Paulo. 161p. Dissertação (mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

CHIOZZOTTO, Mauro; SILVA, Luís A. P. da. **TCP/IP**: Tecnologia e Implementação.2ª Ed. Ed. Érica Ltda. São Paulo –SP, 2000.

DJIEV, S. **Industrial Networks for Communication and Control**. Reading for Elements for Industrial Automation, Technical University, Sofia, Bulgária, 2003. Disponível em: < <http://anp.tu-sofia.bg/djiev/Networks.htm>>. Acesso em 06 junho 2013.

ERIKSSON, J.; COESTER, M.; HENNIG, C.H. **Redes industriais**- Panorama histórico e novas tendências - Revista Controle e Instrumentação, nº 119, Agosto 2006, pg 86-89.

FERNANDES, R.G. **Ethernet Industrial** - A tendência na indústria para a automatização do chão-de-fábrica. Revista Mecatrônica Atual - Nº12 – out.03.

GEORGINI, Marcelo. **Automação aplicada**: descrição e implementação de sistemas sequenciais com PLC's. São Paulo: Ed.Érica 2000.

COGHI, M.A. **Critérios para seleção de redes para automação industrial**. Revista Mecatrônica Atual - Nº11 - Set/03.

GUTIERREZ, R.M.V.; PAN, S.S.K. **Complexo Eletrônico**: Automação do Controle Industrial - Disponível em:<[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2807.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2807.pdf)>. Acesso em 06 junho. 2013.

LOPEZ, Ricardo Aldabó. **Sistemas de redes para controle e automação**. Rio de Janeiro: Book Express, 2000.

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI P. de L. **Engenharia de Automação Industrial**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007

MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de automação industrial**. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

MORRIS, S. Brian. **Automated manufacturing systems**: Actuators, controls, sensors, and robotics. New York: Glencoe/McGraw-Hill. 1995.

NATALE, Ferdinando. **Automação Industrial**. São Paulo, SP, Editora Érica. 2003.

PUDA, A.P. **Padronização da comunicação através da tecnologia OPC**. 2008. Disponível em:<<http://www.isarj.org.br/pdf/artigos/Padronizacao-da-Comunicacao-atraves-da-Tecnologia-OPC.pdf>> Acesso em 10 junho. 2013

ROSÁRIO, J. M., **Princípios da Mecatrônica**. 1ª Ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2005  
SEIXAS FILHO, C. **Industrial Ethernet**. 2003. Disponível em:<<http://www.cpdee.ufmg.br/~seixas/PaginaSDA/Download/DownloadFiles/Ethernet.PDF>> Acesso em 06 junho. 2013.

SHIRASUNA, M. **Ethernet Industrial** - Parte 5. Revista Mecatrônica Atual - Nº21-Maio/05.

SILVA, Vera Lucia Pinheiro da. **Aplicações Práticas do Código de Barras**. São Paulo:Nobel, 1989.

SILVEIRA, Paulo R.; SANTOS, Winderson E. **Automação e Controle Discreto**. 4ª Ed. São Paulo: Érica, 2002

SILVEIRA, P. R. da; SANTOS, W. E. **Automação e controle discreto**. São Paulo: Érica, 1998.

SOUZA, Alessandro José de. **Sistema de Gerência de Informação de Processos Industriais via WEB**. Natal: 2005. 68p. Dissertação (Pós Graduação em Engenharia

Elétrica) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

SOUZA, L. C. A.; SEIXAS FILHO, C.; PENA, R. T. **Padrão de Acesso a Dados OPC e sua Implementação em um driver OPC-Modbus**. In: II Congresso Mineiro de Automação, V Simpósio Regional de Instrumentação da ISA-BH / GRINST-MG, 1998, Belo Horizonte. Livro de Anais - II Congresso Mineiro de Automação, V Simpósio Regional de Instrumentação da ISA-BH / GRINST-MG, 1998. p. 157-164.

WEG S.A. **Automação de Processos Industriais** - PC12 Design Center. Apostila para treinamento interno, Jaraguá do Sul, [2002]. Jaraguá do Sul: Weg S.A., 2002.