

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ELETRÔNICA
MODALIDADE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS**

**CLEVERSON LUIZ DE AZEVEDO
DIOGO KÜSTER DE AZEVEDO**

**MONITORAMENTO DE MEDIDORES DE ÁGUA VIA SISTEMA
SUPERVISÓRIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2011

CLEVERSON LUIZ DE AZEVEDO
DIOGO KÜSTER DE AZEVEDO

**MONITORAMENTO DE MEDIDORES DE ÁGUA VIA SISTEMA
SUPERVISÓRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica do Departamento Acadêmico de Eletrônica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientadora: Prof^a Simone Massulini Acosta

CURITIBA

2011

Cleverson Luiz de Azevedo

Diogo Küster de Azevedo

MONITORAMENTO DE MEDIDORES DE ÁGUA VIA SISTEMA SUPERVISÓRIO

Esta Monografia foi julgada e aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Eletrônica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Curitiba, 07 de julho de 2011.

Prof. José Ricardo Alcântara
Coordenador de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

Prof. Décio Estevão do Nascimento
Responsável pelo Trabalho de Conclusão de Curso
Departamento Acadêmico de Eletrônica

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Leandro Stebel

Prof. M.Sc. Simone Massulini Acosta
Orientadora

Prof. Esp. Joel Gonçalves Pereira

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a professora orientadora, Simone Acosta, na elaboração e explanação de idéias, e que, com críticas construtivas, foi uma das responsáveis pelo bom desempenho do trabalho.

Aos nossos familiares pelo incentivo e compreensão.

A empresa Renault do Brasil por nos conceder a elaboração do projeto em suas dependências e por nos dar oportunidade de conhecermos uma boa parte da tecnologia aplicada.

RESUMO

AZEVEDO, Cleverson L. de; AZEVEDO, Diogo Küster de. **Monitoramento de medidores de água via sistema supervisório**. 2011. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Tecnólogo em Eletrônica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

Uma das maiores preocupações das empresas atualmente está relacionada à questão do monitoramento dos recursos utilizados pela mesma. O ambiente da automação industrial tem vivido uma grande evolução tecnológica nos últimos anos, passando de um ambiente isolado a um ambiente totalmente integrado e compartilhado com os demais sistemas da empresa. A integração e, principalmente, o monitoramento de todos os sistemas industriais se tornou fundamental para qualquer organização. Diante disso, foi identificado na empresa Renault do Brasil a necessidade de realizar o monitoramento dos medidores de água através de um sistema supervisório, adicionando módulos inteligentes e equipamentos como Controladores Lógicos Programáveis (CLP). Desta forma, foi proposto e implementado um modelo de integração baseado em módulos gerenciadores desenvolvidos a partir de um *software* de supervisão e controle. Cada módulo foi concebido com interfaces suficientes para permitir a integração de equipamentos de diferentes fabricantes. A comunicação entre os diversos módulos é realizada utilizando a tecnologia *OLE for Process Control (OPC)*, que possibilita a troca de dados entre gerenciadores em tempo real e de forma aberta. A integração entre os gerenciadores e seus respectivos equipamentos é feita por meio de Controladores Lógicos Programáveis. Interfaces Homem-Máquina foram desenvolvidas para permitir que usuários possam inserir e monitorar os medidores de água de toda a fábrica.

Palavras-chave: Controlador Lógico Programável. Sistemas Supervisórios. *OLE for Process Control*. Interfaces Homem-Máquina.

ABSTRACT

AZEVEDO, Cleverson L. de; AZEVEDO, Diogo Küster de. **Monitoring of water meters via supervisory**. 2011. 63 f. End of Course Work (Graduate of Technology in Electronics). Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2011.

One of the biggest concerns for businesses today is related to the issue of monitoring of resources used by it. The environment of industrial automation has experienced a great technological change in recent years, from an isolated environment to a fully integrated environment and shared with other enterprise systems. The integration and especially the monitoring of all industrial systems has become critical for any organization. Thus, was identified in the company Renault of Brazil the need for monitoring of water meters through a supervisory system, adding modules, and intelligent as programmable logic controllers (PLC). Thus, it was proposed and implemented an integration model based on modules developed managers from a monitoring and control software. Each module was designed with sufficient interfaces to allow integration of equipment from different manufacturers. Communication between the various modules is accomplished using the technology OLE for Process Control (OPC), which enables data exchange between managers in real time and openly. The integration between managers and their equipment is made by means of programmable logic controllers. Human-machine interfaces have been developed to allow users to insert and monitor water meters for the entire plant.

Keywords: Programmable Logic Controller. Supervisory Systems. OLE for Process Control. Human Machine Interfaces

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Princípio de funcionamento de um CLP.....	14
Figura 2 -	Controlador CLP-5.....	15
Figura 3 -	CLP utilizado na Renault do Brasil.....	15
Figura 4 -	Tela RSLogix	17
Figura 5 -	Tela RSLinx	18
Figura 6 -	Sistema de Supervisão e Controle.....	19
Figura 7 -	Sistema Supervisório Cube para monitoramento geral da Renault	21
Figura 8 -	Arquitetura do Sistema	23
Figura 9 -	Medidor Eletromagnético de vazão.....	30
Figura 10 -	Formas de instalação do medidor eletromagnético de vazão.....	31
Figura 11 -	Tamanho mínimo da tubulação adjacente	31
Figura 12 -	Medidor Eletromagnético da marca Rosemount.....	32
Figura 13 -	Conversor eletromagnético de vazão modelo 8712/8732I.....	33
Figura 14 -	Medidor Woltex.....	34
Figura 15 -	Representação da rede de água industrial da Renault do Brasil	36
Figura 16 -	Tela de novo projeto no RSlogix.....	38
Figura 17 -	Tela inicial após criação de novo projeto no RSlogix.....	39
Figura 18 -	Parte do programa desenvolvido	40
Figura 19 -	Ambiente de desenvolvimento do sistema supervisorio Cube.....	41
Figura 20 -	Imagem da planta civil da fábrica inserida no supervisorio Cube	42
Figura 21 -	Ambiente do sistema supervisorio sendo desenvolvido.....	42
Figura 22 -	Ambiente do sistema supervisorio sendo desenvolvido.....	43
Figura 23 -	Representação dos medidores	44
Figura 24 -	Tela desenvolvida	44
Figura 25 -	Lista de botões de navegação no supervisorio	45
Figura 26 -	Tela com a pressão de água industrial e tanques reservatórios.....	46
Figura 27 -	Lista de alarmes configurados	48
Figura 28 -	Visualização da ocorrência de alarmes	49
Figura 29 -	Arquitetura com Estação de Supervisão.....	50
Figura 30 -	Medidor de água	51
Figura 31 -	Painel elétrico com um CLP.....	52
Figura 32 -	Sala de controle onde se encontra o sistema de supervisão.....	52
Figura 33 -	Informação no programa do pulso do sensor do medidor.....	53
Figura 34 -	Tela de alarme apontando falha no medidor.	54
Figura 35 -	Tela alarme apontando alta vazão de água industrial nos medidores .	54
Figura 36 -	Válvulas da rede de água.	55
Figura 37 -	Relatório manual de registro de consumo	56
Figura 38 -	Curso de consumo diário de água.	57
Figura 39 -	Curso de consumo diário de água	57
Figura 40 -	Monitoramento de água referente a quatro dias consecutivos.	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 PROBLEMA	9
1.2 JUSTIFICATIVA	9
1.3 OBJETIVOS	10
1.3.1 Objetivo Geral	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 AUTOMAÇÃO	11
2.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL	11
2.2.1 Princípio de Funcionamento do CLP	12
2.2.2 Características do CLP-5 da Allen Bradley	14
2.2.3 Programação do CLP	16
2.2.4 Comunicação entre Dispositivos	17
2.3 SISTEMAS SUPERVISÓRIOS	18
2.3.1 Sistema Supervisório Cube	21
2.4 REDES DE COMUNICAÇÃO	22
2.4.1 Protocolo <i>Ethernet</i>	24
2.4.2 Protocolo DH+	24
2.4.3 Modos de Comunicação	25
2.5 O PADRÃO DE COMUNICAÇÃO OPC	27
2.6 MEDIDORES DE ÁGUA	27
2.6.1 Medidor de Vazão Eletromagnético	29
2.6.2 Medidor de Vazão Woltex	33
3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA	35
3.1 REDE DE ÁGUA INDUSTRIAL	35
3.1.1 Mapeamento e Endereçamento no CLP	37
3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA PARA O CLP	37
3.3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA SUPERVISÓRIO CUBE	40
4 RESULTADOS	50
4.1 TESTE DO MONITORAMENTO	50
4.2 TESTE DE ALARMES	53
4.3 MONITORAMENTO REALIZADO	55
4.4 DIFICULDADES ENCONTRADAS	60
5 CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da indústria automobilística no país, as melhorias nos processos industriais são fundamentais para garantir a competitividade dos produtos no mercado. Com isso, a utilização de novas tecnologias permite melhores desempenhos de produção, controle e gerenciamento (ATOS, 2009).

A medição é uma comparação entre grandezas de mesma natureza e tem por objetivo determinar o valor da grandeza. Os sistemas de medição tornam-se indispensáveis à operação dos equipamentos nos processos, podendo-se otimizar várias ações através da leitura dos parâmetros disponíveis (ATOS, 2009).

A rede de distribuição de água interna da Renault do Brasil é dividida em três circuitos: água potável, água desmineralizada e água industrial.

A água potável é utilizada em aplicações não produtivas, como em sanitários e restaurantes. A água desmineralizada é produzida na Central de Utilidades através de um processo que extrai os minérios da água industrial, deixando a água apropriada para determinados processos produtivos da empresa. A água industrial é utilizada em outros processos industriais que não necessitam de tratamento especial, sendo a rede de água que possui a maior quantidade de clientes internos com medidores e maior volume de água consumida no mês. Por isso, a rede de água industrial será alvo do nosso trabalho, podendo, futuramente, ser estendido às demais redes da empresa. Segundo Atos (2009), a inserção de um monitoramento de medidores de fluidos garante menor desperdício no consumo de água e visualização imediata de avarias no sistema.

O desenvolvimento de um programa, com a representação das medições *online* no sistema supervisorio permitirá a leitura remota dos medidores de água da Renault do Brasil. Esta tela gráfica possibilitará, também, a verificação da correta medição através de um diagrama de dependências, no qual a soma do consumo dos medidores deverá ser igual ao consumo total do medidor que estiver antes dos consumidores finais. Para isso, o levantamento de campo será importante para entregar com segurança a posição do medidor com relação ao diagrama.

1.1 PROBLEMA

Atualmente, a leitura dos medidores de água na empresa Renault do Brasil é realizada em intervalos de 24 horas. Quando um medidor falha durante este intervalo de 24 horas, ocorrem erros na medição, pois não se tem visibilidade dos equipamentos do sistema. De acordo com o valor consumido, esses erros acarretam diferenças entre o consumo registrado pelas medições internas da empresa e a fatura cobrada pela empresa de saneamento no final do mês. Devido a estas diferenças, o setor fabril da empresa não visualiza exatamente as melhorias que, eventualmente, realizou no processo industrial envolvendo o consumo de água e são introduzidos erros na análise do relatório de consumo de água da empresa.

1.2 JUSTIFICATIVA

Atualmente, as leituras nos medidores não são realizadas de forma instantânea e não existe um programa específico em um sistema supervisorio para os medidores de água, contendo alarmes e um diagrama de dependências, não sendo possível obter maior reatividade nas manutenções. O monitoramento dos medidores de água através de um sistema supervisorio, vai garantir maior confiabilidade ao sistema, pois no instante que ocorrer a falha na medição, em qualquer um dos medidores de água, o sistema supervisorio terá condições de alertar sobre estas ocorrências. Com isso, o setor de manutenção da empresa poderá ser acionado logo após a ocorrência da falha. Outro ganho que deve ser destacado são os valores mais precisos que serão registrados nos relatórios de consumo, o que possibilitará diagnosticar com maior facilidade onde devem ser combatidos os desperdícios de água no processo produtivo da empresa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Realizar o monitoramento dos medidores de água da empresa Renault do Brasil, para coletar informações desses medidores e gerenciar o consumo de água, através de utilização de um sistema supervisorio.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Levantar as necessidades da empresa com relação ao monitoramento dos medidores de água;
- Analisar as características técnicas dos medidores de água instalados na empresa;
- Definir o diagrama de dependência dos medidores de água;
- Desenvolver o programa para o controlador lógico programável (CLP);
- Desenvolver o programa do sistema supervisorio;
- Realizar a comunicação entre os medidores de água, o CLP e o sistema supervisorio;
- Analisar os resultados obtidos com o monitoramento dos medidores de água através do sistema supervisorio.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 AUTOMAÇÃO

Historicamente, o surgimento da automação está ligado com a mecanização. O objetivo era o de simplificar o trabalho do homem, de forma a substituir o esforço braçal por outros meios e mecanismos, liberando o tempo disponível para outras tarefas, valorizando o tempo útil para as atividades do intelectual, das artes, lazer ou simplesmente entretenimento (NATALE, 1995).

O termo 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 (WEG, 2002).

Entende-se, também, por automação, qualquer sistema, apoiado em computador ou equipamento programável, que remova o trabalhador de tarefas repetitivas e que vise a soluções rápidas e econômicas para atingir os objetivos das indústrias. As máquinas, porém, foram gradativamente evoluindo, tornando-se cada vez mais independentes do controle do homem, assumindo tarefas e tomando decisões (WEG, 2002).

Essa evolução se deu, inicialmente, por meio de dispositivos mecânicos, hidráulicos e pneumáticos, mas, com a evolução da eletrônica, esses dispositivos foram sendo substituídos, de tal maneira que, hoje, a microinformática assumiu o papel da produção automatizada. Na atualidade, o homem, utilizando técnicas de inteligência artificial materializadas pelos sistemas computadorizados, instrui um processador de informações que passa a desenvolver tarefas complexas e tomar decisões rápidas para controle do processo (ROSÁRIO, 2005).

2.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

O Controlador Lógico Programável (CLP) é um equipamento eletrônico utilizado em sistemas de automação flexível. São ferramentas de trabalho muito úteis e versáteis para aplicações em sistemas de acionamentos e controle e, por

isso, são utilizados em grande escala no mercado industrial. Os CLPs permitem desenvolver e alterar facilmente a lógica para acionamento das saídas em função das entradas. Desta forma, podem-se associar diversos sinais de entrada para controlar diversos atuadores ligados nos pontos de saída (MORAES, 2001).

As principais vantagens do Controlador Lógico Programável são (SILVA, 2007):

- Fácil diagnóstico durante o projeto;
- Economia de espaço devido ao seu tamanho reduzido;
- Não produzem faíscas;
- Podem ser programados sem interromper o processo produtivo;
- Possibilidade de criar um banco de armazenamento de programas;
- Baixo consumo de energia;
- Necessita de uma reduzida equipe de manutenção;
- Tem flexibilidade para expansão do número de entradas e saídas;
- Capacidade de comunicação com diversos outros equipamentos.

Atualmente, profissionais nas empresas buscam conhecimentos para se tornarem mais versáteis, adequando-se às necessidades das empresas que, por sua vez, buscam maior variedade e rapidez de produção para atender ao cliente, que se torna cada vez mais exigente. As empresas estão se reorganizando para atender as necessidades atuais de aumento de produtividade, flexibilidade e redução de custos. Desta forma, surgiu a necessidade dos equipamentos se adequarem rapidamente às alterações de configurações necessárias para produzirem diversos modelos de produtos, com pequenas alterações entre si (SILVA, 2007).

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 (ANTONELLI, 1998).

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 1 apresenta o principio 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.

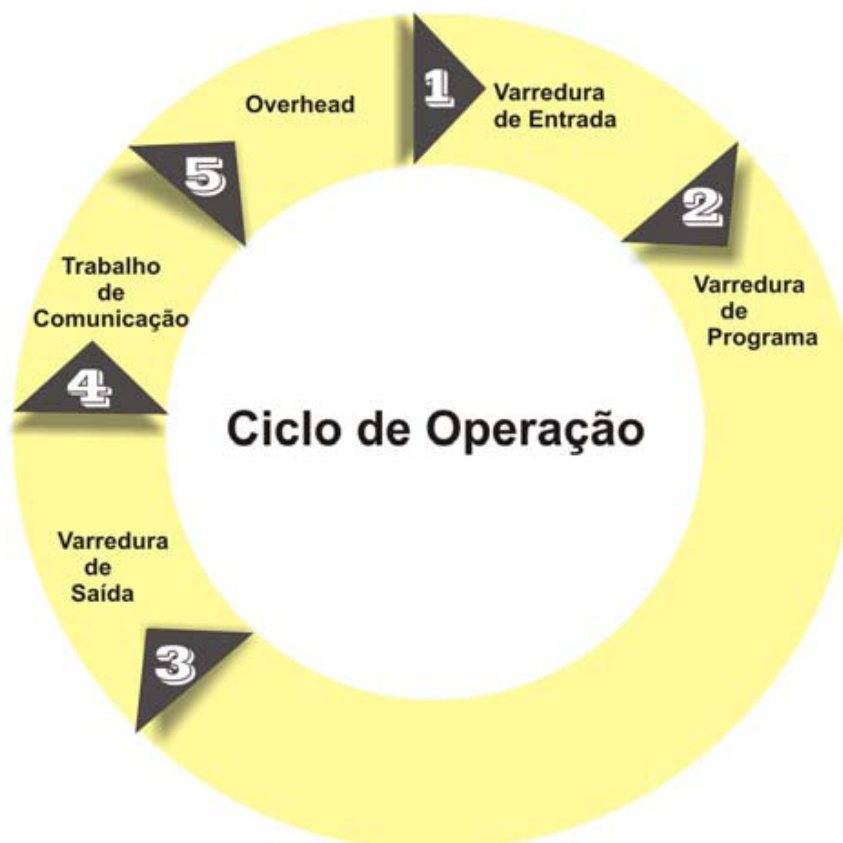


Figura 1 - Princípio de funcionamento de um CLP
Fonte: Bradley (1998)

2.2.2 Características do CLP-5 da Allen Bradley

O Controlador Lógico Programável utilizado é o modelo CLP-5 da Allen Bradley, Figura 2, que oferece flexibilidade na programação, trabalho em rede e possibilidade de escolha dos controladores de entrada e saída (WYLLTEK, 2009).

Bem posicionado para diversas aplicações e situado no centro de uma arquitetura integrada, o CLP-5 agrupa sistemas existentes e sistemas a serem criados através de redes como *EtherNet/IP*, *ControlNet*, *DeviceNet*, e oferece conectividade entre os controladores *ControlLogix* e *Micrologix*. Como estes incluem conexões de redes embutidas, os controladores CLP-5 permitem que a arquitetura seja flexível o suficiente para incluir conexões de custo otimizado em uma imensa faixa de dispositivos (BRADLEY, 1998).



Figura 2- Controlador CLP-5 da Allen Bradley
Fonte: Wyltek (2009)

O CLP-5 é adequado para muitas aplicações, como a integração com interfaces de operação, entrada e saída e monitores de potência, integração com sistemas de controle de informações para facilitar as bases de dados necessários para a documentação do processo de produção, tempo real de controle para uma resposta rápida às demandas diversificadas na produção, entre outros (WYLTEK, 2009). A Figura 3 apresenta o CLP utilizado na Renault do Brasil.

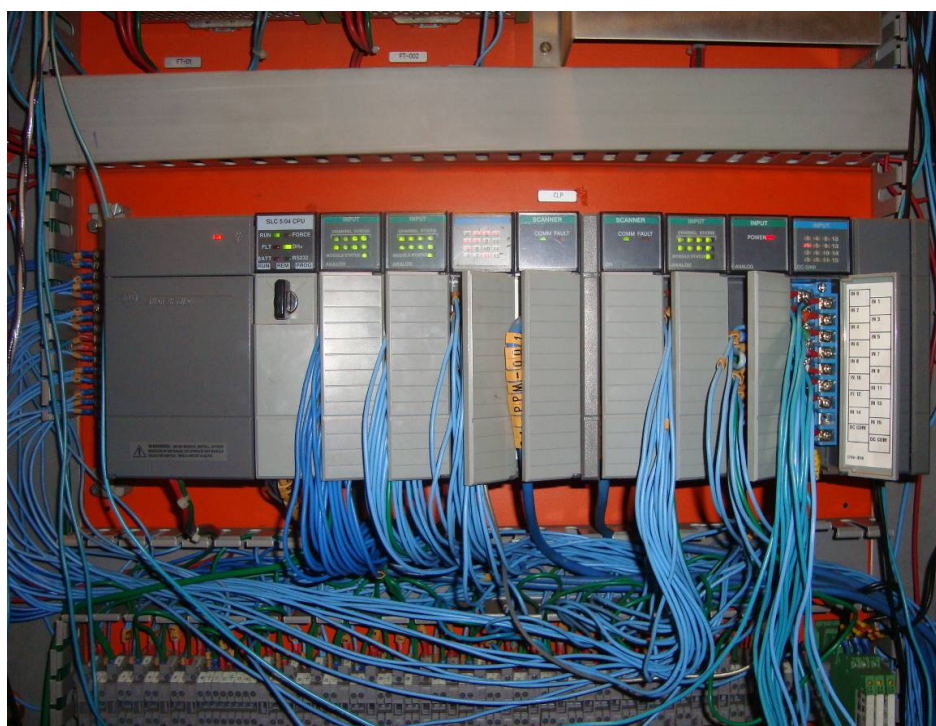


Figura 3- CLP utilizado na Renault do Brasil
Fonte: Renault do Brasil (2010)

Segundo Bradley (1998), o CLP-5 possui os seguintes recursos:

- Controladores poderosos e rápidos com tamanhos de memória de até 64kb;
- Centenas de estilos de entrada/saída local e remota e opções com módulos de E/S 1746, 1771, *Block* e *Flex*;
- Comunicações com padrão *Ethernet* interno, além de opções para *DeviceNet*, *ControlNet* e outras redes;
- Modularidade e flexibilidade;
- Recurso discreto de alta velocidade com E/S especializada;
- Ampla faixa de E/S analógica, além de instruções matemáticas e PID avançadas;
- Projetado e fabricado para ambientes industriais, com capacidade de suportar uma ampla faixa de condições de temperatura e umidade, além de lidar com condições severas de vibração e choque;
- Compatível com padrões mundiais.

2.2.3 Programação do CLP

O *RSLogix* é a ferramenta utilizada para a programação do sistema de automação e controle de monitoramento de água, Figura 4. Este *software* possui todas as ferramentas necessárias para a elaboração do projeto de acordo com a proposta de automação sugerida. O *software* permite a programação em cinco tipos de linguagens diferentes, possui bloco de controle PID com todas as ferramentas necessárias e permite o gerenciamento do projeto de forma rápida e interativa (ROCKWELL, 2009).

O *RSLogix Emulate 5* é o pacote de emulação do CLP-5 e, usado em conjunto com o *RSLogix 5*, permite executar e depurar o código do aplicativo, além disso, o *software* permite testar as telas de interface homem-máquina, sem a necessidade de se conectar a um controlador real. Usando o *RSLogix Emulate 5*, pode-se definir o custo específico, testar e melhorar a produtividade. (ROCKWELL, 2009).

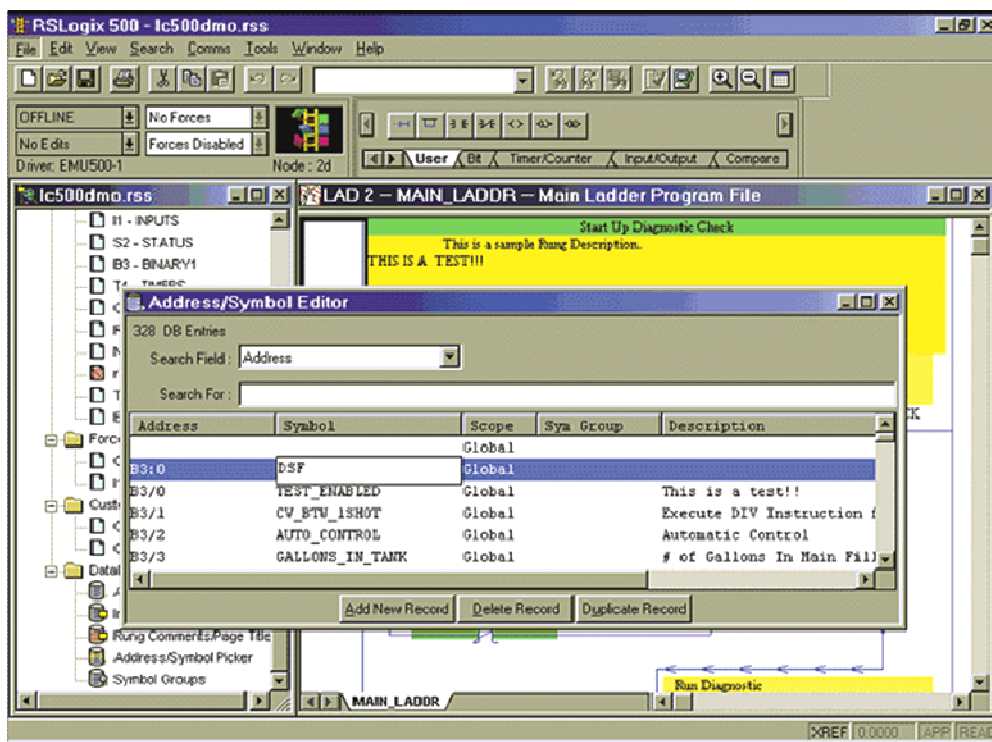


Figura 4 - Tela RSLogix
Fonte: Rockwell (2009)

2.2.4 Comunicação entre Dispositivos

A comunicação entre dispositivos é realizada através do programa *RsLinx*. Com esta conectividade entre CLP, placa de comunicação e o computador servidor, pode-se obter dados e pacotes de análise e, comunicar-se com uma variedade de dispositivos em muitas redes diferentes. Como pode ser verificado na Figura 5, o *RsLinx* fornece uma interface gráfica amigável para a navegação através da rede e possui ferramentas de configuração e monitoramento. O conjunto de *drivers* de comunicação atende as necessidades da rede, incluindo redes da *Allen-Bradley* (ROCKWELL, 2009).

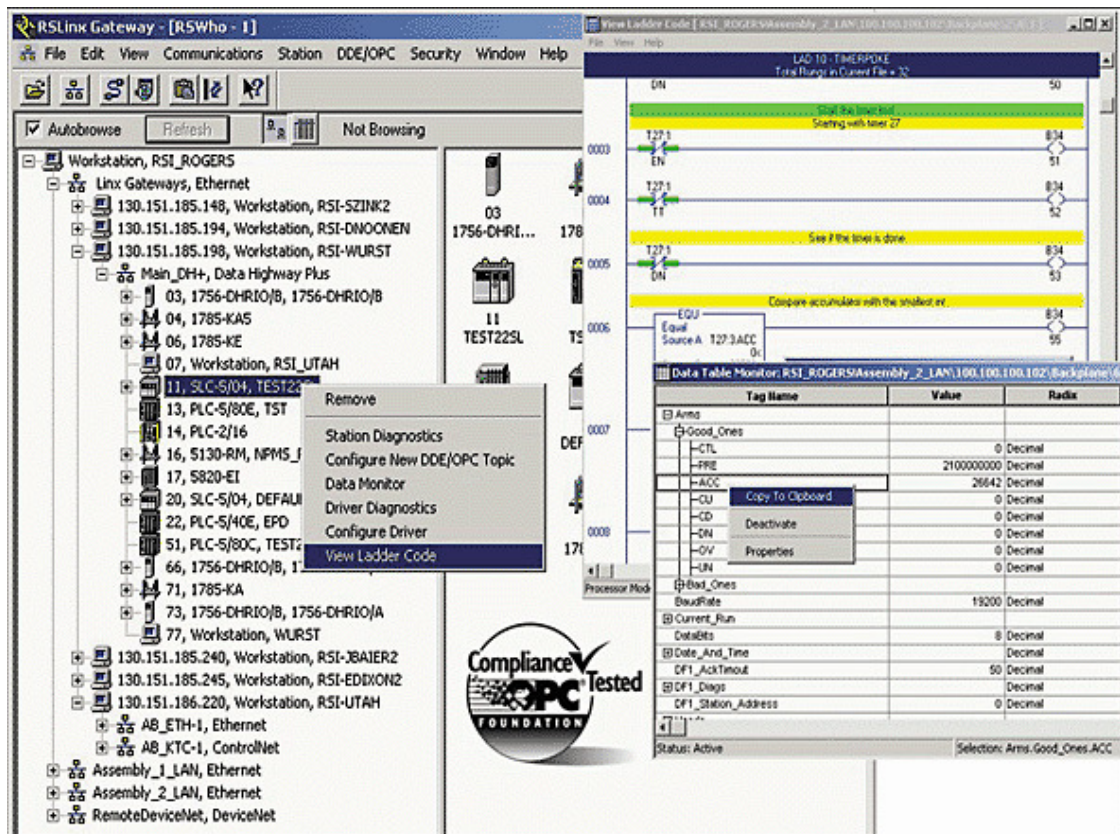


Figura 5 - Tela RSLinx
Fonte: Rockwell (2009)

2.3 SISTEMAS SUPERVISÓRIOS

Os sistemas supervisórios permitem que sejam monitoradas e rastreadas informações de um processo produtivo ou instalação física, que são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipuladas, analisadas, armazenadas e posteriormente, apresentadas ao usuário. Estes sistemas também são chamados de *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) que pode ser visualizado na Figura 6 (DANEELS, 2000).

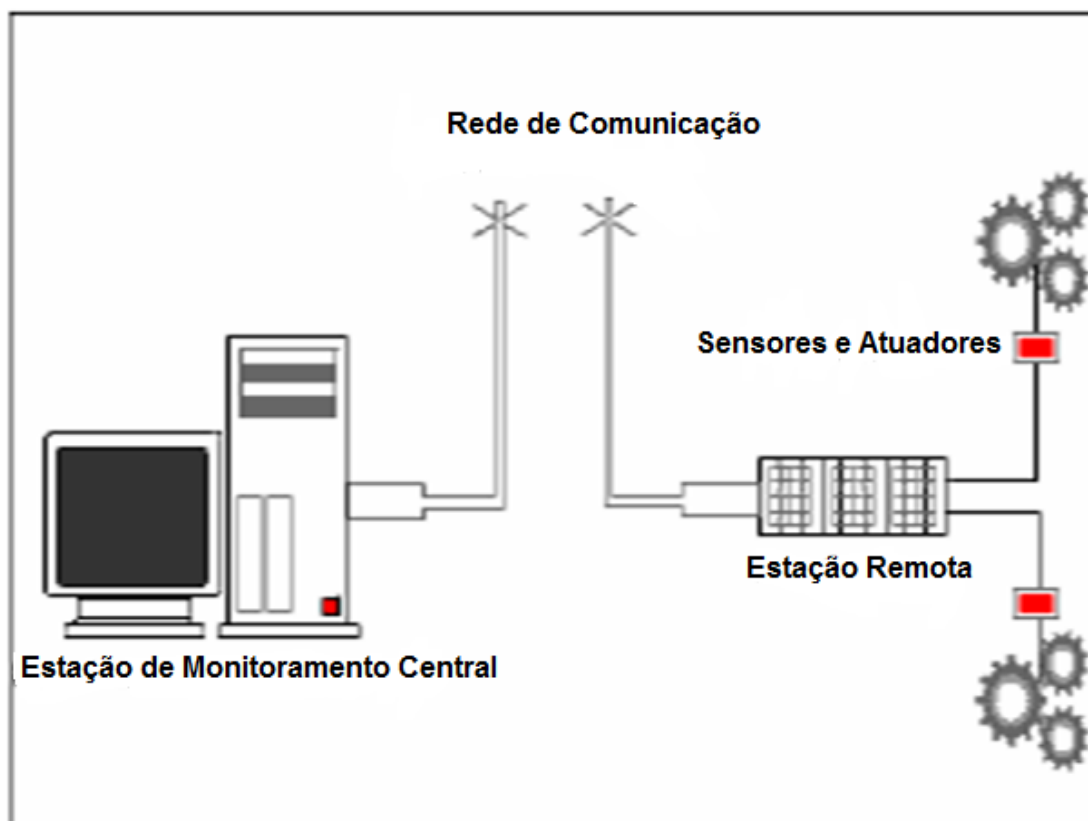


Figura 6 - Sistema de Supervisão e Controle
Fonte: Adaptado de Silva (2005)

Os primeiros sistemas SCADA, basicamente telemétricos, permitiam informar periodicamente o estado corrente do processo industrial, monitorando sinais representativos de medidas e estados de dispositivos, através de um painel de lâmpadas e indicadores, sem que houvesse qualquer interface aplicacional com o operador (DANEELS, 2000).

Atualmente, os sistemas de automação industrial modernos atingiram tal nível de complexidade que a intuição e experiência humana não são mais suficientes ou eficientes para construir rapidamente modelos bem definidos dos mesmos. Um ambiente de modelagem torna-se necessário para que se alcance esse objetivo. Nestas circunstâncias, o planejamento da arquitetura do sistema é um dos aspectos mais importantes (DANEELS, 2000).

O sistema supervisor permite a operação e visualização através de telas gráficas elaboradas para qualquer processo industrial ou comercial, independente do tamanho de sua planta. O trabalho do projetista está na elaboração das telas

gráficas, de acordo com o processo a ser controlado, da configuração dos comandos e da indicação para a operação da planta (MAIA, 1998).

Existe hoje, no mercado, uma enorme gama de programas supervisórios desenvolvidos por inúmeras empresas de tecnologia, muitos totalmente nacionais, com protocolos de comunicação e *drivers* de aquisição de dados desenvolvidos, especialmente para CLPs (MAIA, 1998).

Um sistema SCADA se comunica com um CLP através de uma interface de comunicação convencionada, que estabelece a forma como os dados são ordenados na memória do CLP. Estas interfaces, que também são conhecidas como *drivers* de comunicação, devem ser capazes de ler e escrever na memória de um CLP, executando o protocolo particular daquele equipamento. Num nível hierárquico mais elevado, ou para se comunicar com outros sistemas SCADA no mesmo nível operacional, também são utilizados os *drivers* de comunicação (SILVA, 2007).

A aplicação SCADA deve ser capaz de enviar mensagens de leitura e escrita para o CLP, que deve ser capaz de receber as mensagens, processá-las, atualizar as saídas e, se necessário, retornar o dado requerido. Por exemplo, se o operador executa um comando de desligamento de um motor, via aplicação SCADA, este comando será traduzido numa mensagem de escrita que será enviada ao CLP. Este recebe a mensagem com um *bit* com valor um e o escreve na memória. O *scan* do programa atualiza as entradas, realiza o processamento lógico e um comando de saída é enviado ao elemento de controle do motor para desligá-lo (SILVA, 2007).

Os comandos que um sistema SCADA deve prover são os comandos de leitura e escrita de palavra (variáveis analógicas), leitura e escrita de blocos de palavras, leitura e escrita de variável discreta e escrita de variável digital (DAYTON, 2009).

Atualmente, a grande maioria dos sistemas SCADA é desenvolvida para rodar em plataformas com sistema operacional *Windows*. No início, estes sistemas eram utilizados pelos operadores apenas para funções de monitoração de processos, daí a denominação de supervisório. Porém, após uma evolução tecnológica, estes sistemas incorporaram as funções de controle do processo, função que eram concentradas apenas nos sistemas digitais de controles distribuídos (DAYTON, 2009).

2.3.1 Sistema Supervisório Cube

O Cube é um sistema supervisório desenvolvido pela empresa italiana *ORSI Automazione*. Projetado para o *Windows*, o Cube faz uso de todas as funções oferecidas por este sistema operacional (ORSI, 2000). A Figura 7 apresenta um exemplo de tela desenvolvida no Cube, para o monitoramento geral do complexo da Renault do Brasil.



Figura 7 – Sistema Supervisório Cube para o monitoramento geral da Renault do Brasil
Fonte: Renault do Brasil (2010)

O Cube é um sistema modular e é baseado em uma rede distribuída de arquitetura cliente-servidor. Através de seus módulos, o sistema supervisório oferece várias funções que podem ser adotadas para cumprir várias exigências de um projeto. O módulo *Mesad* é responsável pela análise, implementação e administração de todo o sistema integrado do projeto. O módulo Homem Máquina tem como funcionalidade o gerenciamento de alarmes, arquivamento de dados, gestão de eventos e cálculo de dados. O módulo ICS é um sistema de controle aberto e distribuído para o desenvolvimento do controle de processos integrados e

aplicativos de gerenciamento de produção. O Cube ICS é baseado em uma arquitetura distribuída, conectados através da rede *Profibus*. A localização das estações de trabalho diferentes não prejudica, de forma alguma, a possibilidade de acessar todos os dados na rede (ORSI, 2000).

O apoio de todos os padrões de mercado, tais como *Dynamic Data Exchange* (DDE), para ferramentas de escritório padrão, *Object Linking and Embedding* (OLE) versão atual do DDE, OLE for *Process Control* (OPC), estendido a dispositivos de campo e *Open Data Base Connectivity* (ODBC) para integrar bancos de dados relacionais disponíveis no mercado, permite interagir com qualquer aplicativo atualmente comercializados que suporta esses padrões (ORSI, 2000).

2.4 REDES DE COMUNICAÇÃO

As redes de comunicação são uma opção tecnológica capaz de compor a infra-estrutura operacional necessária à efetivação das decisões estratégicas, particularmente aquelas referentes às mudanças organizacionais que afetam as áreas operacionais e a adequação da estrutura organizacional a reagir aos estímulos de um ambiente competitivo cada vez mais dinâmico e complexo. Estas possuem influências nos fluxos de informação e nas funções da organização (CAMEIRA, 2009).

A integração de funções, dados e, de forma ampliada, processos, em uma organização, pressupõe a necessidade de eficiência e eficácia na comunicação interna e com o meio exterior. As redes de comunicação, locais e remotas, são um componente central na realização dessa integração (CAMEIRA, 2009).

Esta alteração da forma de operação na busca por um ajuste da posição competitiva e de um aumento da adaptabilidade às variações do ambiente deve ser fortemente norteadas pela formulação das estratégias da organização, notadamente as estratégias competitiva e, no caso particular de uma empresa industrial, de produção ou manufatura (CAMEIRA, 2009).

A Central de Utilidades da Renault do Brasil é responsável pela distribuição de energia elétrica, gás natural, água industrial, água quente, água gelada, ar comprimido, gases de solda e estação de tratamento de despejos industriais do

Complexo Ayrton Senna, que é composto por três plantas e mais um Centro de Informática.

Em cada uma destas plantas, tem-se necessidades de fluidos diferentes, e cada sistema tem o seu CLP específico, de forma a serem independentes entre si e do sistema de supervisão.

O sistema de supervisão da Central de Utilidades é dividido em cinco servidores independentes, comunicando-se via protocolo proprietário *Data Highway Plus* (DH+) com os CLP's locais, Figura 8, e a integração do sistema é feita via protocolo *Ethernet*. Esta integração dos sistemas em um único posto central possibilita o monitoramento e gerenciamento, de inúmeros equipamentos, inclusive os que estão a relativas longas distâncias, por uma equipe de operação centralizada (CAMEIRA, 2009).

O sistema da Central de Utilidades é denominado Gestão Técnica Centralizada e foi desenvolvido em 1997, usando a plataforma Cube.

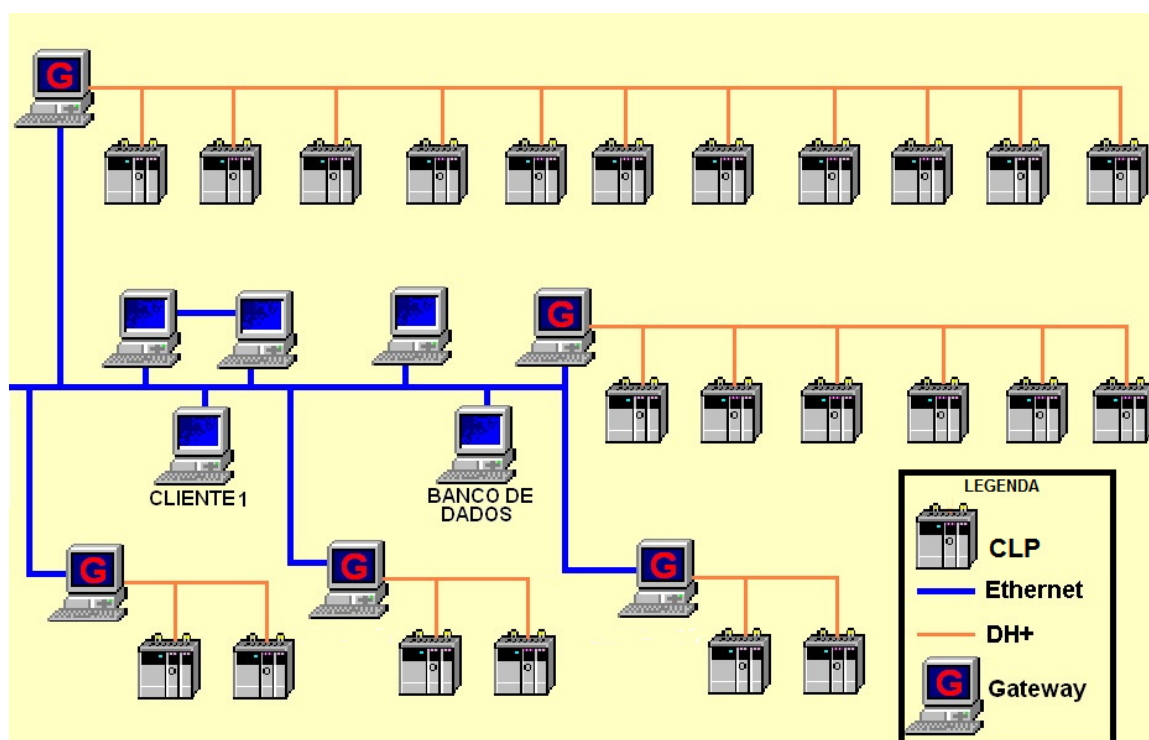


Figura 8 - Arquitetura do sistema
Fonte: Renault do Brasil (2010)

2.4.1 Protocolo *Ethernet*

A *Ethernet/IP* é um protocolo de camada de utilização industrial para aplicações de automação. Construída sobre os protocolos TCP/IP, esta interface utiliza *hardware* e *software* já estabelecidos para definir um protocolo de camada de aplicação para a configuração, acesso e controle de dispositivos de automação industrial. A *Ethernet/IP* classifica nós de rede por tipos de dispositivos, conforme pré-definidos por procedimentos específicos. O protocolo de camada de aplicação *Ethernet/IP* baseia-se no Protocolo de Informação e Controle (CIP, *Control and Information Protocol*), no *DeviceNet* e no *ControlNet*. Construída sobre estes protocolos, a *Ethernet/IP* oferece um sistema integrado transparente desde o chão de fábrica até a rede corporativa (MORIMOTO, 2008).

O meio físico da *Ethernet*, cabos e conectores que interligam os computadores, impressoras, e outros periféricos lidam com uma série de protocolos de comunicação tais como *Internet Protocol* (IP), *Transport Control Protocol* (TCP) e vários outros protocolos de comunicação em redes. As necessidades do chão de fábrica são muito mais exigentes e precisam atender a alguns requisitos especiais. Nestes ambientes, os controladores devem acessar os dados a partir de sistemas, estações de trabalho e dispositivos de entrada e saída de dados. Em operações normais, o *software* faz com que um usuário aguarde enquanto uma tarefa está sendo executada. Os dados do chão de fábrica, por outro lado, são sensíveis ao tempo e requerem comunicação em tempo real. A parada de um robô ou de um sistema responsável pela atividade em uma linha de produção no tempo correto, requerem uma temporização muito precisa em relação ao acesso de um arquivo em um servidor remoto ou a abertura de uma página em um *web site* (MORIMOTO, 2008).

2.4.2 Protocolo 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).

Na Renault do Brasil, na rede DH+ trafegam as informações de permissão para operação entre as áreas (secagem, prensas, túnel de secagem e subsistemas de apoio, como unidades hidráulicas e sistemas de água). Antes das modificações, esta rede era utilizada, também, para comunicação entre o computador de manutenção e os CLP's e inversores de frequência. Com a entrada dos novos pontos e o aumento do tráfego de informações, após alguns testes, verificou-se que esta rede tem-se apresentado lenta para comunicação com fins de manutenção.

2.4.3 Modos de Comunicação

A principal funcionalidade de qualquer sistema SCADA está ligada à troca de informações, que podem ser, basicamente:

- Comunicação com os CLPs;
- Comunicação com outras estações SCADA;

- Comunicação com outros sistemas.

A comunicação com os equipamentos de campo, realizada através de um protocolo em comum, cuja metodologia pode ser tanto de domínio público ou de acesso restrito, geralmente pode ocorrer por *polling* ou por interrupção (SALVADOR, 2005).

A comunicação por *polling* faz com que a estação central tenha controle absoluto das comunicações, efetuando seqüencialmente o *polling* aos dados de cada estação remota, que apenas responde à estação central após a recepção de um pedido. Isto traz simplicidade no processo de coleta de dados, inexistência de colisões no tráfego da rede, facilidade na detecção de falhas de ligação e uso de estações remotas não inteligentes. No entanto, traz incapacidade de comunicar situações à estação central por iniciativa das estações remotas (SALVADOR, 2005).

A comunicação por interrupção ocorre quando o CLP monitora os seus valores de entrada e, ao detectar alterações significativas ou valores que ultrapassem os limites definidos, envia as informações para a estação central. Isto evita a transferência de informação desnecessária, diminuindo o tráfego na rede, além de permitir uma rápida detecção de informação urgente e a comunicação entre estações remotas (SALVADOR, 2005).

A comunicação com outras estações SCADA pode ocorrer através de um protocolo desenvolvido pelo próprio fabricante do sistema SCADA, ou através de um protocolo conhecido via rede *Ethernet TCP/IP*, linhas privadas ou discadas.

A *Internet* é cada vez mais utilizada como meio de comunicação para os sistemas SCADA. Através do uso de tecnologias relacionadas com a *Internet*, e padrões como *Ethernet*, *TCP/IP*, *HTTP* e *HTML*, é possível acessar e compartilhar dados entre áreas de produção e áreas de supervisão e controle de várias estações fabris. Através do uso de um *browser* de *internet*, é possível controlar, em tempo real, uma máquina localizada em qualquer parte do mundo. O *browser* comunica com o servidor *Web* através do protocolo *HTTP* e, após o envio do pedido referente à operação pretendida, recebe a resposta na forma de uma página *HTML* (SALVADOR, 2005).

A comunicação com outros sistemas, como os de ordem corporativa, ou simplesmente outros coletores ou fornecedores de dados, pode se dar através da

implementação de módulos específicos, via Bancos de Dados, ou outras tecnologias como o OPC (SALVADOR, 2005).

2.5 PADRÃO DE COMUNICAÇÃO OPC

A tecnologia *OLE for Process Control* (OPC) é um padrão introduzido pela *OPC Foundation* para permitir a conexão entre dispositivos, base de dados e aplicações cliente para controle de processos. Está baseado nas tecnologias da Microsoft OLE, *Component Object Model* (COM) e *Distributed Component Object Model* (DCOM) (ALVES, 2002).

A comunicação entre os dispositivos de chão de fábrica e os sistemas de automação e informação se beneficiam do padrão OPC. Este foi desenvolvido para permitir que os sistemas de controle possam fazer uso das tecnologias desenvolvidas pela *Microsoft* para computadores que usam uma versão do sistema operacional Windows, a plataforma *WINTEL*. Entretanto, a utilização do padrão apresenta algumas características que devem ser observadas para a sua aplicação prática. Estas características são fundamentais para a sua perfeita utilização e para garantir o desempenho da comunicação (ALVES, 2002).

O padrão OPC estabelece as regras para que sejam desenvolvidos sistemas com interfaces padrões para comunicação dos dispositivos de campo como os CLPs, sensores, sistemas de monitoramento, supervisão e gerenciamento. Oferece também, tecnologia de *software* para controle de processos e automação de fábrica, e fornece uma fácil comunicação entre dispositivos de diferentes fabricantes e bancos de dados (ALVES, 2002).

2.6 MEDIDORES DE ÁGUA

Primeiramente, deve ser ressaltado que a medição não pode ser vista como uma operação isolada, independente do contexto e das finalidades. Dessa forma, o ato de quantificar um determinado parâmetro de interesse não depende somente do ato de medir propriamente dito, ou seja, não basta dispor de um instrumento e

realizar a leitura, sendo necessário estabelecer um contexto onde se realizará a medição (ALVES, 1999).

O objeto de medição pode ser desde uma determinada seção de uma tubulação até toda uma malha de tubulações que constituem a rede de distribuição. No entanto, se o objeto sob medição for um setor de distribuição, os valores de entrada e de saída poderão ser diferentes, indicando, por exemplo, a possibilidade de existência de vazamentos. O fator humano tem enorme importância no grau de exatidão e confiabilidade de qualquer sistema de medição, do mais simples ao mais complexo. Sistemas de medição bem concebidos e bem implantados podem gerar resultados ruins em função da inadequação da equipe envolvida no cumprimento dos objetivos (ALVES, 1999).

Segundo Alves (1999), a correta instalação dos medidores é fundamental para a macro medição. Erros de projeto podem prejudicar sua exatidão e até mesmo inviabilizar seu funcionamento. Não é raro encontrar vários sistemas medidores que, sem medir e desempenhar a função básica para a qual foram destinados, acabam por se constituir em aspecto negativo para o próprio funcionamento do sistema de abastecimento. Condições hidráulicas adversas podem comprometer o funcionamento do medidor, como por exemplo, a admissão de ar nas tubulações que pode ter como origem tanto a fase de projeto quanto a adoção de regime de operação ou de escalonamento de produção por fases.

A maioria dos sistemas de distribuição passa por processos de adaptação da demanda. Alguns desses sistemas ampliados substituem redes e adutoras, mas na maioria dos casos tanto a rede velha quanto a nova funcionam simultaneamente, tornando complexo o controle do escoamento mesmo em sistemas de pequeno porte. Nesse sentido, é muito importante que seja mantido o fluxo preliminarmente determinado para o medidor e que todas as novas entradas de água no sistema sejam medidas. Na maioria dos casos, a avaliação do sistema por meio do desenho em planta pode simplificar o esquema funcional da rede, bastando remanejar ou segmentar alguns trechos por meio de manobra de registros, sem que seja necessário o aumento do número de medidores. A leitura, em última análise, é o produto principal destas instalações de medição (ALVES, 1999).

2.6.1 Medidor Eletromagnético de Vazão

O medidor eletromagnético de vazão é independente da densidade e das propriedades do fluido de medição, sendo ideais para medição de produtos químicos altamente corrosivos, fluidos com sólidos em suspensão, lama, água, polpa de papel, dentre outros. A única restrição, em princípio é que o fluido tem que ser eletricamente condutivo (NETO, 1999).

O princípio de funcionamento do medidor eletromagnético de vazão é baseado na Lei de *Faraday*, segundo a qual um objeto condutor que se move em um campo magnético, gera uma força eletromotriz (fem). Nesse medidor, o condutor é o fluido condutivo que passa através do tubo detector e desta forma, a direção do campo magnético, a vazão e a fem estão posicionadas uma em relação a outra de um ângulo de 90°, Figura 9. A amplitude da fem gerada é diretamente proporcional á vazão do fluido medido e representa a soma das tensões incrementais geradas em cada partícula do fluido que passa sob a influência do campo magnético (FISHER-ROSEMOUNT, 2000).

A força eletromotriz induzida (fem) induzida no medidor eletromagnético é expressa pela equação (1) (NETO, 1999):

$$E=BxDxV \quad (1)$$

sendo:

- E: fem induzida (V);
- B: densidade do fluxo magnético (T);
- D: diâmetro interno do detector (m);
- V: velocidade do fluido (m/s).

De acordo com a equação (1), levando-se em consideração que a densidade de fluxo magnético B é constante, tem-se que a fem é proporcional á velocidade.

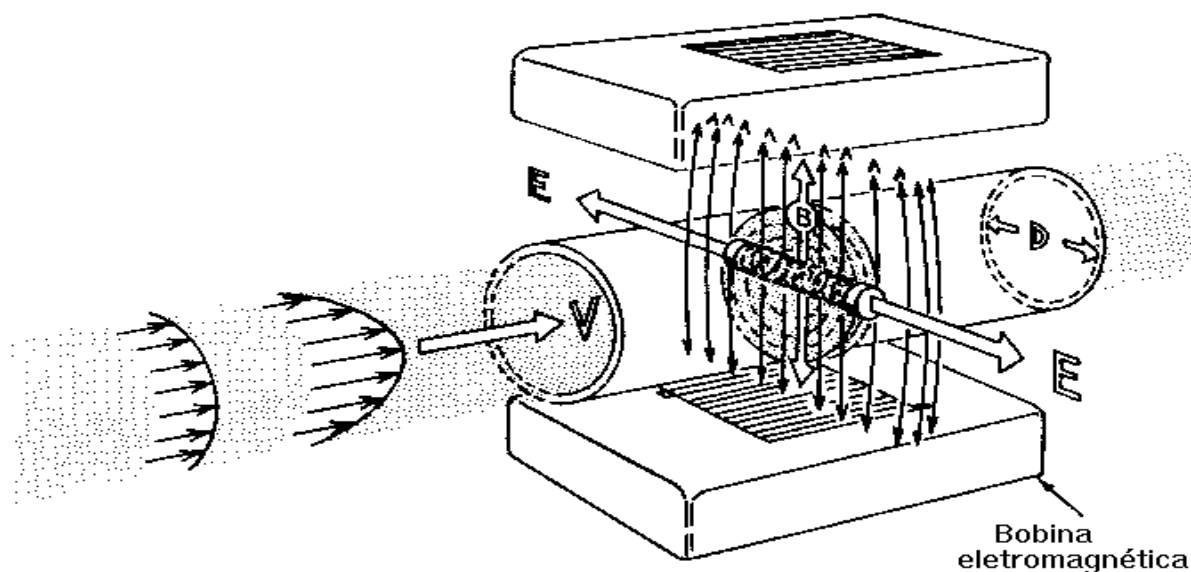


Figura 9 - Medidor Eletromagnético de vazão
Fonte: Neto (1999)

A vazão (Q) de um fluido em um tubo é obtida pela equação (2), sendo que a velocidade (V) obtida da equação (1) (NETO, 1999).

$$Q = \pi/4 \times D^2 \times V \rightarrow Q = \pi/4 \times E/B \times D \quad (2)$$

sendo:

- Q : vazão;
- E : força eletromotriz induzida;
- D : diâmetro interno do detector;
- B : fluxo magnético.

O medidor eletromagnético de vazão pode ser instalado em qualquer ângulo na tubulação. Entretanto, algumas precauções devem ser tomadas para assegurar que o medidor esteja sempre cheio durante as medições. A instalação na vertical do tubo medidor, transportando o fluido de baixo para cima, garante que a linha fique cheia de fluido mesmo em vazão baixa e além disso, minimiza o desgaste do revestimento do medidor pelo efeito combinado da ação de partículas abrasivas e da força da gravidade. A instalação na horizontal deve ser feita nos segmentos baixos da tubulação para assegurar o preenchimento total do medidor.

A Figura 10 apresenta as formas corretas e incorretas de instalação do medidor eletromagnético de vazão. As formas corretas de instalação são utilizadas

para evitar falsa indicação e bolhas e para ter bom contato do fluido a ser medido com os eletrodos do medidor (INCONTROL, 2008).

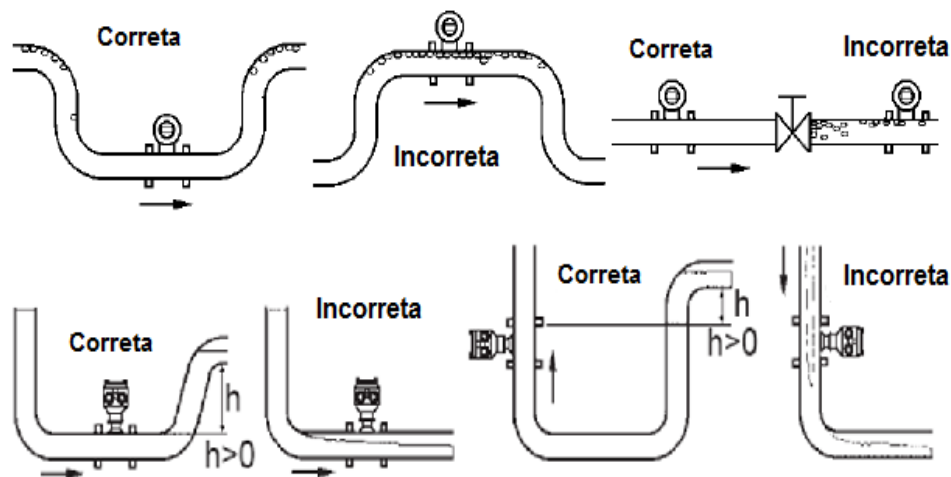


Figura 10 – Formas de instalação do medidor eletromagnético de vazão
 Fonte: Incontrol (2008)

O campo eletromagnético no interior do medidor 570TM, é feito de tal forma que o mesmo seja pouco afetado por qualquer distorção do perfil do fluxo e sendo assim, apenas cinco diâmetros (D) a montante e três diâmetros a jusante de trecho reto são necessários, conforme a Figura 11 (FISHER-ROSEMOUNT, 2000).

O medidor de vazão utilizado pela empresa é o Medidor Eletromagnético de Vazão 570TM da marca *Rosemount*, conforme Figura 12. O medidor eletromagnético de vazão microprocessado é composto pelo conversor 8712 ou 8732 e pelo tubo medidor 570TM.

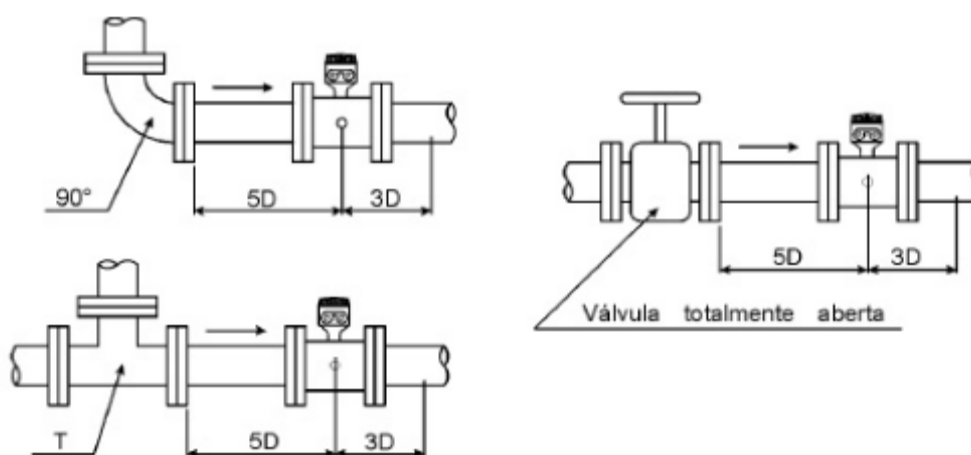


Figura 11 – Tamanho mínimo da tubulação adjacente
 Fonte: Incontrol (2008)



Figura 12 - Medidor Eletromagnético da marca Rosemount
Fonte: Renault do Brasil (2010)

O conversor eletromagnético de vazão modelo 8712/8732, Figura 13, possui um circuito eletrônico baseado em um microprocessador, que gerencia todas as operações do instrumento, dando assim, não somente um desempenho altamente confiável, mas também, libera o operador de muitos procedimentos rotineiros em instrumentos convencionais. Esses conversores contêm indicadores e *display* gerenciados por um microprocessador, que permite vários tipos de saídas e funções de autodiagnóstico (FISHER-ROSEMOUNT, 2000).



Figura 13 - Conversor eletromagnético de vazão modelo 8712/87321
Fonte: Renault do Brasil (2010)

2.6.2 Medidor de Vazão Woltex

Baseado na tecnologia *Woltmann* horizontal e fabricado pela Actaris, o medidor Woltex é projetado para medições em altas vazões, sendo ideal para redes de distribuição de água, medição comercial, industrial e controle de processos. O Woltex possui características hidráulicas que proporcionam equilíbrio estático, onde o peso da turbina na água é nulo, minimizando o efeito do atrito e ocasionando um bom desempenho a baixas vazões. O Woltex também proporciona o equilíbrio hidrodinâmico, que é projetado de forma a criar alta pressão na região interna à

jusante do medidor e baixa pressão na região a montante, tornando muito resistente as condições de trabalho a altas vazões (ACTARIS, 2010).

O medidor é pré-equipado para leitura remota com sensor óptico e sensor *Cyble*. O sensor *Cyble* é a interface de comunicação que permite conexão para leitura remota e coleta de dados. A Figura 14 apresenta o medidor Woltex usado na Renault do Brasil (ACTARIS, 2010).



Figura 14- Medidor Woltex
Fonte: Actaris (2010)

3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Para o desenvolvimento do projeto, primeiro estudou-se os equipamentos instalados na empresa, o perfil dos usuários que utilizarão o sistema proposto e a forma com que o gerenciamento do processo deveria ser feito. Foram coletadas as informações do sistema atual, relevantes para o projeto, foi realizada a verificação das necessidades da empresa e dos usuários, definiu-se o controlador lógico programável (CLP) e o sistema supervisório a serem utilizados, levantou-se as características da rede industrial utilizada pela empresa e realizou-se o levantamento dos medidores em campo para a obtenção da dependência entre eles.

Na seqüência, foi desenvolvido um programa para o CLP, as telas gráficas do sistema supervisório e foi realizada a comunicação entre os medidores de água, o CLP e o sistema supervisório.

Foram realizados testes de funcionalidade do sistema implementado e analisados os resultados obtidos.

3.1 REDE DE ÁGUA INDUSTRIAL

O levantamento de campo da rede de água industrial, apresentado na Figura 15 e no Quadro 1, foi fundamental para o correto desenvolvimento do projeto. A denominação água industrial refere-se a aplicação da mesma para o processo industrial, não havendo nenhum tratamento químico neste tipo de água. Devido ao fato da rede ser muito extensa e o projeto de construção ter sido realizado em várias etapas, os diagramas elétricos não foram atualizados conforme deveriam. Diante disso, verifica-se que é fundamental a existência de uma boa gestão documental.

Através do mapeamento físico da rede, foi possível definir o diagrama de dependência dos medidores de água, sendo este muito importante para o trabalho de manutenção dos medidores, a gestão do consumo ou a detecção de eventuais vazamentos.

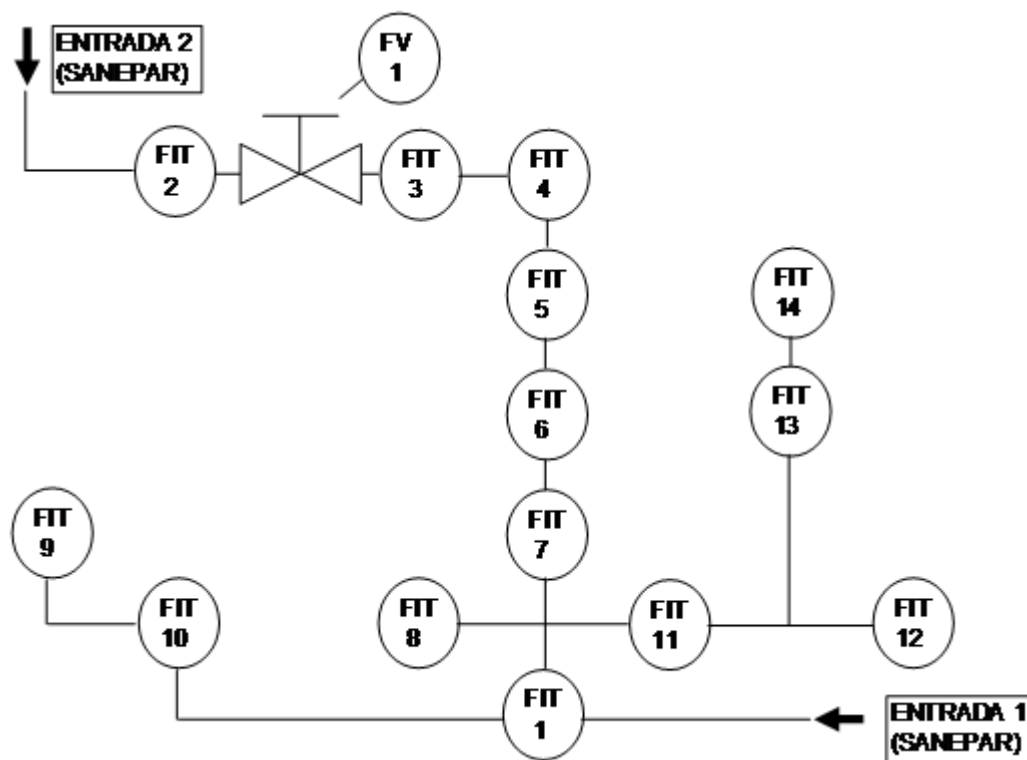


Figura 15 - Representação da rede de água industrial da Renault do Brasil
 Fonte: Elaborado pelos autores

Nº DO MEDIDOR (Figura 15)	TIPO DO MEDIDOR	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (em polegadas)	LOCAL INSTALADO
1	magnético	6"	entrada 1
2	magnético	6"	entrada 2
3	magnético	4"	Utilidades
4	magnético	6"	Utilidades
5	magnético	4"	Pintura
6	magnético	2"	Montagem
7	woltex	4"	Carroceria
8	magnético	4"	Logística
9	magnético	4"	Motores
10	magnético	2"	Estamparia
11	magnético	6"	Hidratantes
12	woltex	6"	Sprinklers
13	magnético	2"	Utilidades
14	magnético	4"	Utilitários

Quadro 1 - Diagrama de dependência dos medidores
 Fonte: Elaborado pelos autores

3.1.1 Mapeamento e Endereçamento no CLP

Por se tratar de uma rede extensa, são utilizados vários painéis elétricos. Na Tabela 1 são apresentados os tag dos medidores, o endereço do medidor no programa do CLP e o CLP de cada um dos medidores de água, onde:

- T = Tag;
- AI= Água industrial;
- 11= Código do departamento (localização física do medidor);
- FT= *Flow totalizer* (totalizador de fluxo);
- 002= Posição do medidor no departamento (hierarquização);
- I:= Entrada do CLP;
- 4/6= Posição de ligação/posição do *slot* no CLP.

NÚMERO	TAG DO MEDIDOR	ENDEREÇO NO CLP	CLP
1	TAI00_FT_001	I: 1/1	4
2	TAI00_FT_002	I: 1/2	4
3	TAI11_FT_002	I: 4/2	1
4	TAI11_FT_003	I: 4/3	1
5	TAI31_FT_002	I: 4/10	1
6	TAI41_FT_003	I:1/2	4
7	TAI21_FT_001	I: 2/3	5
8	TAI82_FT_001	I: 2/4	3
9	TAI71_FT_002	I: 5/8	6
10	TAI01_FT_001	I: 3/4	2
11	TAI11_FT_004	I: 4/4	1
12	TAI14_FT_001	I: 4/5	1
13	TAI11_FT_001	I: 4/1	1
14	TAI81_FT_001	I: 4/6	3

Tabela 1 - Mapeamento e endereçamento no CLP

Fonte: Elaborado pelos autores

3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA PARA O CLP

Para o desenvolvimento do programa do CLP foi utilizado o programa *RSlogix*.

Para iniciar-se o desenvolvimento do programa, foi escolhida a CPU do CLP instalada, conforme apresentado na Figura 16.

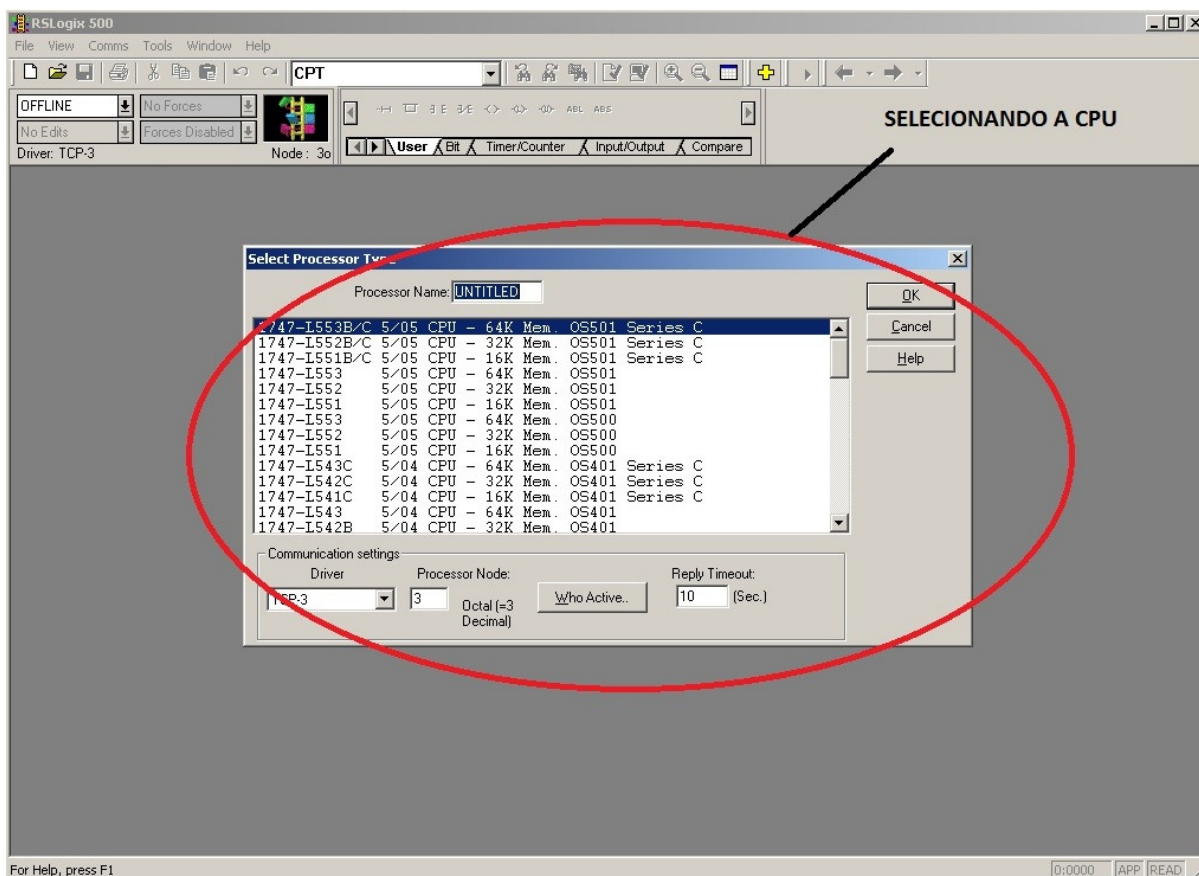


Figura 16 - Tela de novo projeto no RSLogix
Fonte: Elaborado pelos autores

Após a definição do CLP, tem-se a tela inicial apresentada na Figura 17, onde as principais janelas e barras de ferramentas do RsLogix são:

- Barra de Ícones – Contém funções utilizadas repetidamente para desenvolver e testar um programa de lógica;
- Barra On line – Visualiza-se o modo de processador, o *driver* de comunicação e número do nó;
- Árvore de Projeto - Contém todas as pastas e arquivos contidos no projeto;
- Barra de Instruções – Possui instruções mnemônicas e exibe categorias com guias;
- Ladder View – Local onde se edita a lógica do programa sendo que pode-se visualizar várias linhas de programação ao mesmo tempo.

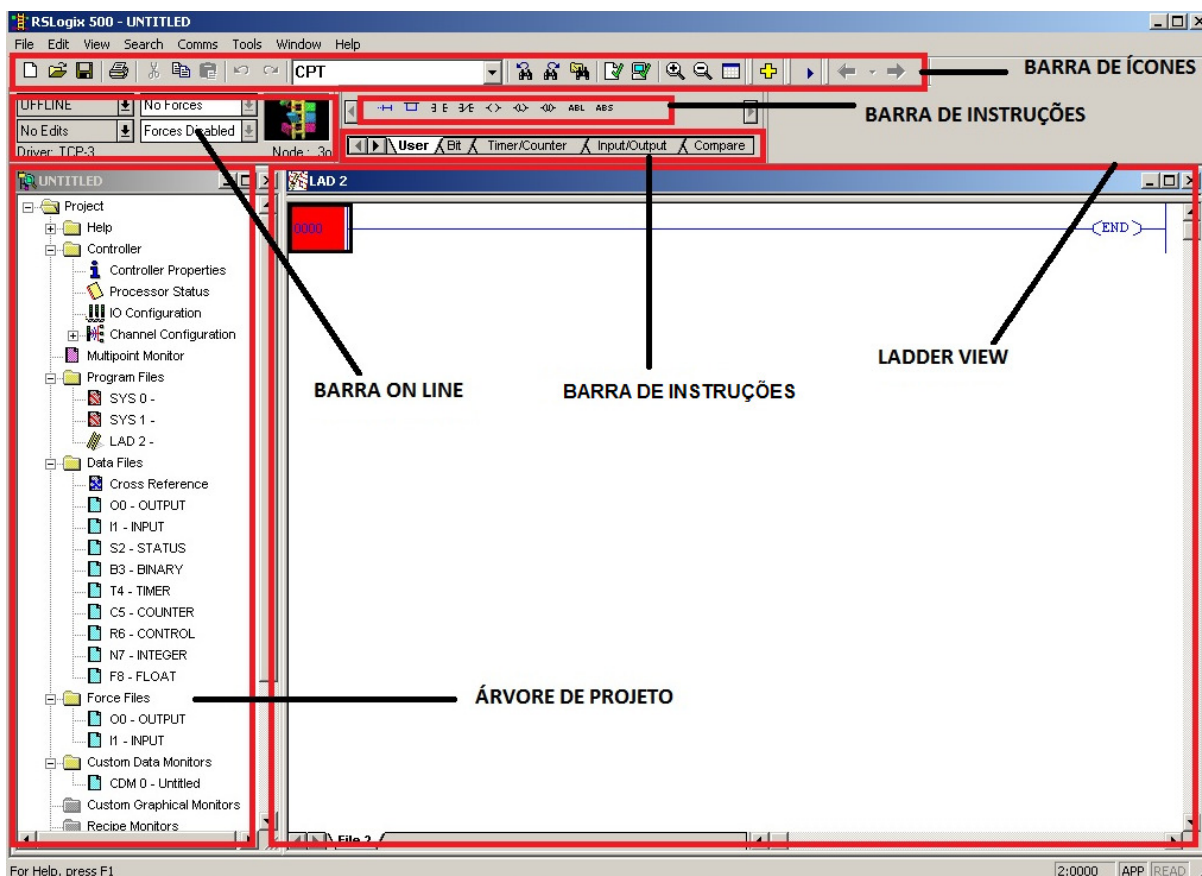


Figura 17 - Tela inicial após criação de um novo projeto no RSlogix
 Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 18 apresenta parte do programa desenvolvido para o CLP.

O tag TAI31_FT_002, no programa da Figura 18, é um contato aberto que é acionado pelo sensor do medidor de água (medidor número 5 da Figura 15), gerando um pulso a cada 1m³ de água registrada pelo medidor. Como este medidor de água possui um sensor de medição para alta vazão e um sensor para baixa vazão, existe a necessidade da utilização de um bloco de soma para ser considerado o registro de alta vazão (em m³) e o registro de baixa vazão (em litros).

O bloco de soma (ADD) da Figura 18 é uma função lógica contida no programa *ladder* que serve para somar valores na memória quando habilitado. Com isso, existe uma diminuição do erro no registro de consumo de água devido às perdas com as micro medições.

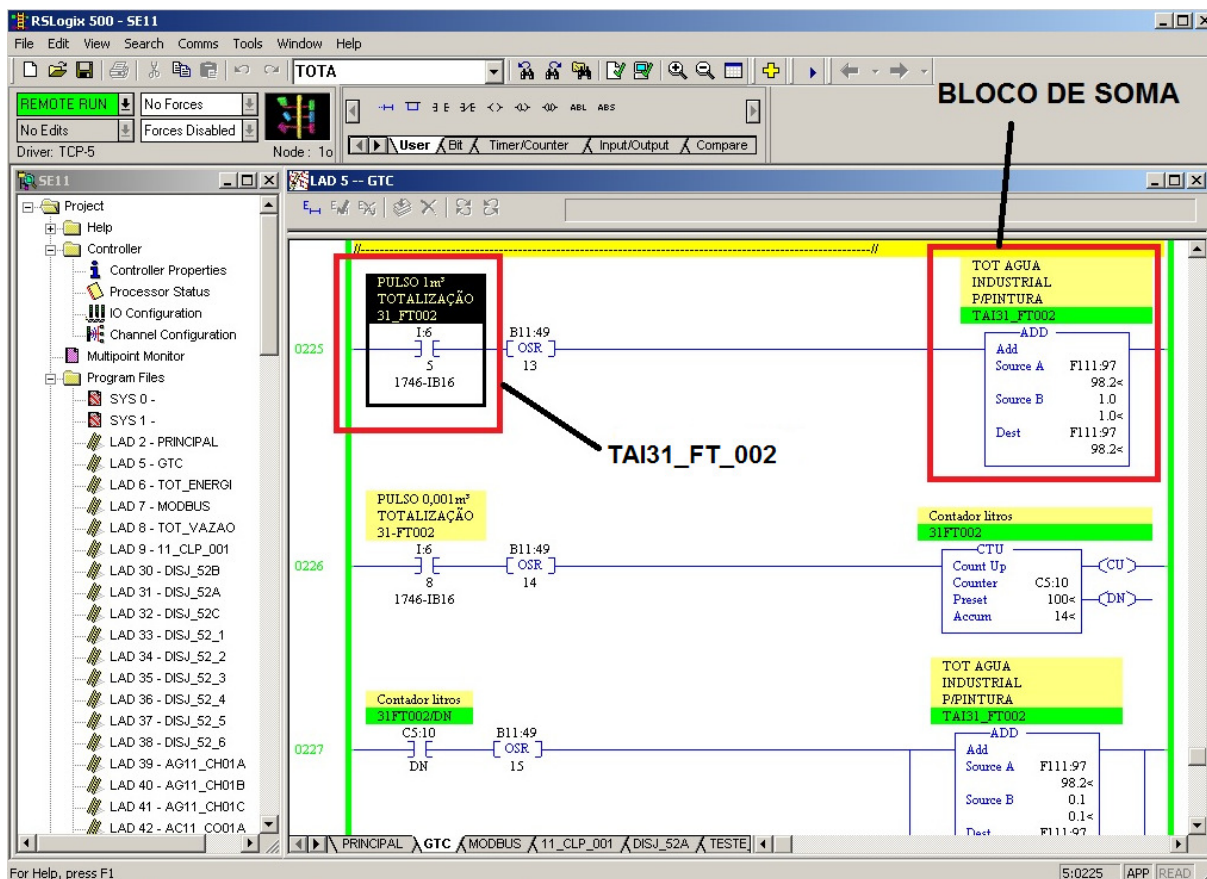


Figura 18 - Parte do programa desenvolvido
 Fonte: Elaborado pelos autores

3.3 DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA NO SISTEMA SUPERVISÓRIO

O desenvolvimento do programa (tela) no sistema supervisório foi baseado, principalmente, no diagrama de dependência dos medidores, Quadro 1, para que a equipe de operação tivesse a noção exata de onde intervir em caso de anomalia física, acarretando uma maior reatividade na manutenção.

O ambiente de desenvolvimento do sistema supervisório Cube é o *Graphic Monitoring System*, Figura 19, que possui todos os recursos necessários para a criação das telas gráficas.

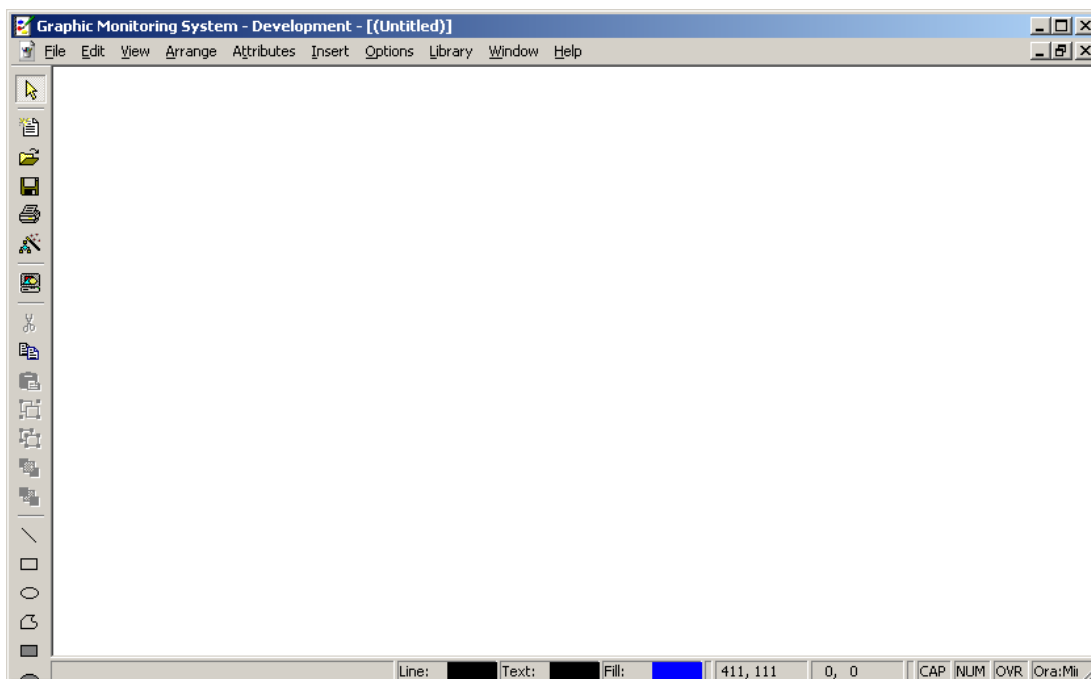


Figura 19 - Ambiente de desenvolvimendo do sistema supervisorio Cube.
Fonte: Elaborado pelos autores

Toda a parte de criação e modificação é feita neste ambiente, além disso pode-se configurá-lo para ser ativado durante as operações de controle em tempo real. Na Figura 20 é verificada a imagem da planta civil da fábrica da Renault do Brasil, inserida no ambiente de desenvolvimento do sistema supervisorio Cube.

Para a representação da tubulação da rede de água foram utilizados os objetos que são fornecidos na barra de objetos. Para desenhar uma linha, seleciona-se o comando *Line* na barra de objetos, conforme Figura 21.

Para a criação do botão para navegação utiliza-se a Barra de Objetos, apresentada na Figura 21, da mesma forma que foi utilizado para a definição das tubulações de rede de água. Este botão permite a navegação entre as telas do sistema supervisorio.

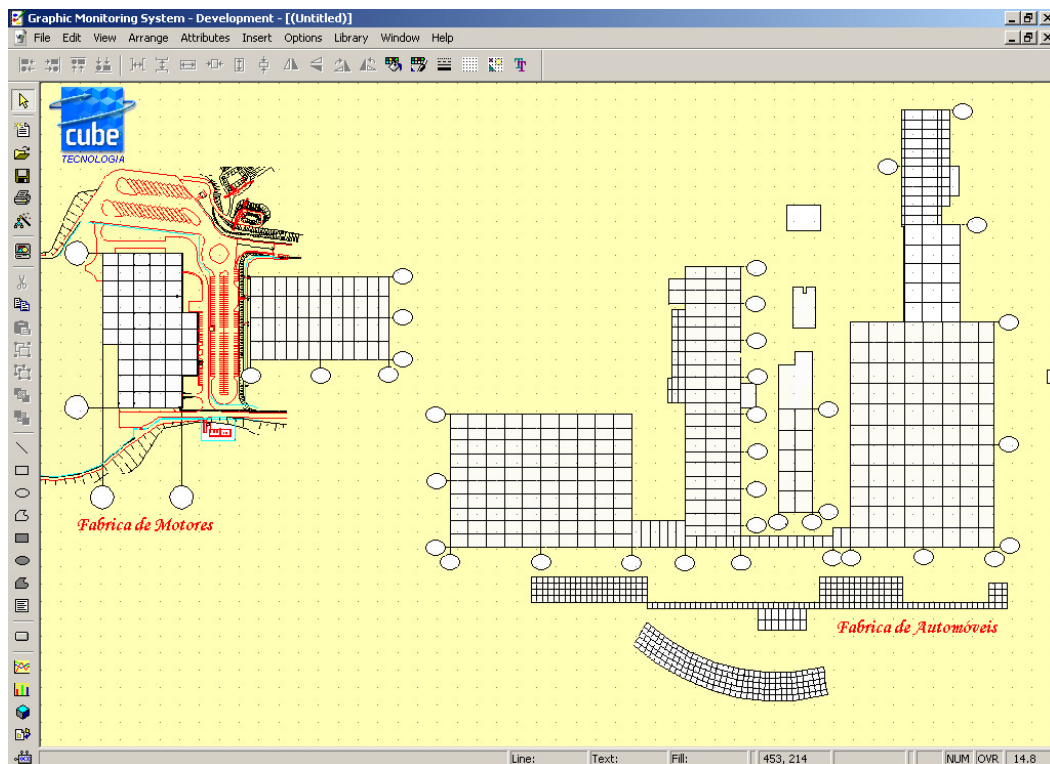


Figura 20 - Imagem da planta civil da fábrica inserida no sistema supervisório Cube
Fonte: Renault do Brasil (2010)

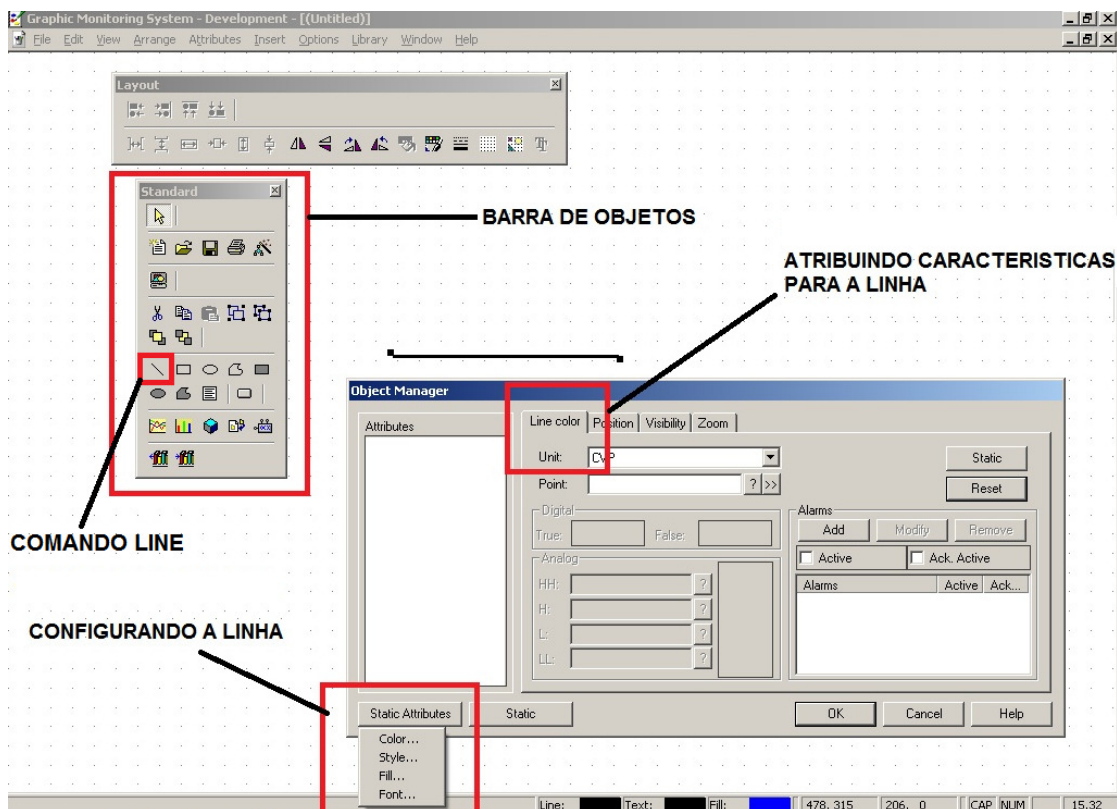


Figura 21 - Ambiente do sistema supervisório sendo desenvolvido
Fonte: Elaborado pelos autores

A configuração do botão é feita através de vínculos com as demais telas existentes. A tela vinculada é chamada com um duplo-clique no botão e definida no campo *Panel* da caixa *Object Manager*, Figura 22.

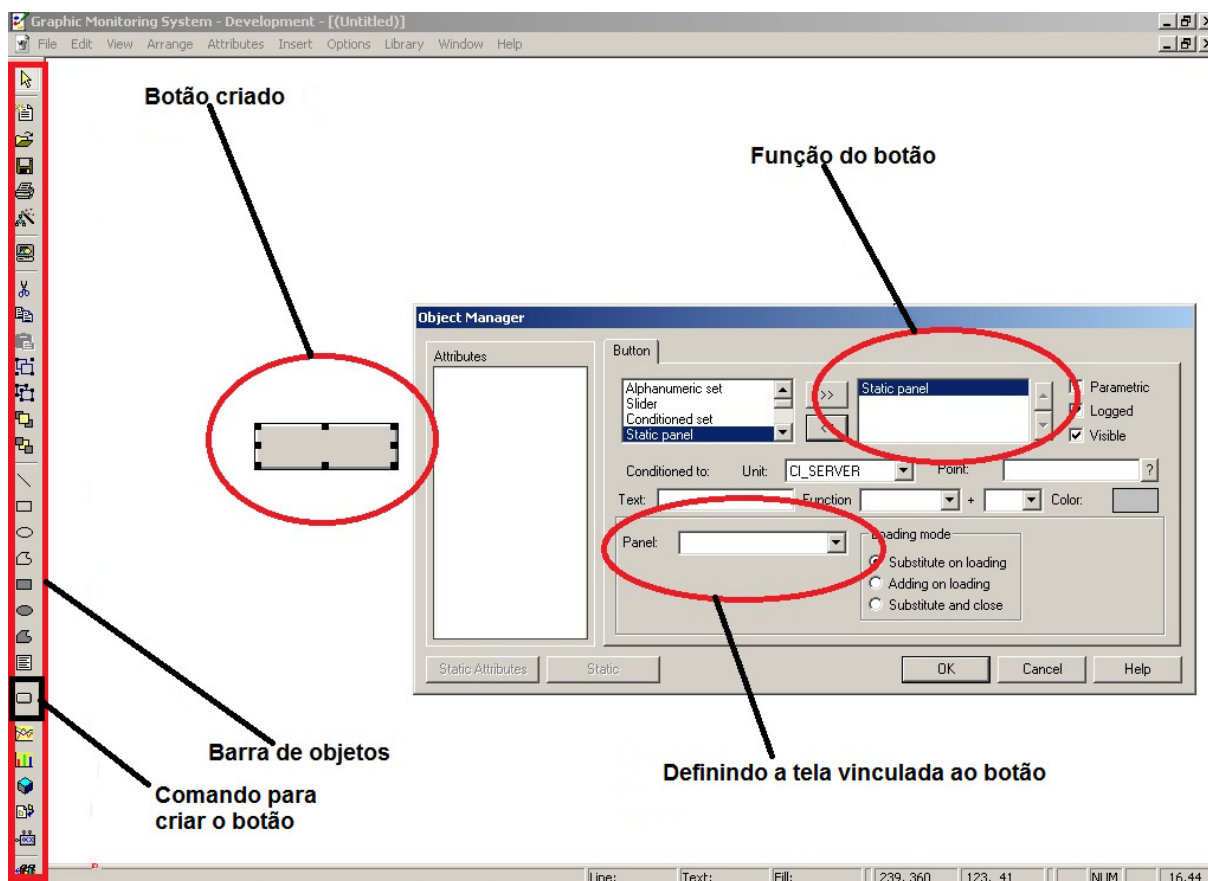


Figura 22 - Ambiente do sistema supervisório sendo desenvolvido
Fonte: Elaborado pelos autores

A representação dos medidores é feita através da configuração de uma caixa de texto no sistema supervisório, conforme Figura 23, considerando o tag do medidor no CLP conforme Tabela 1.

Após realizadas todas as configurações necessárias, pode-se visualizar o programa (tela gráfica) pronto para ser compilado, Figura 24. Isto significa que a aplicação pode apresentar as leituras de todos os medidores, em tempo real, de acordo com a parametrização. Desta forma, o operador tem a noção exata do que está ocorrendo em campo, podendo atuar sempre que visualizar um desvio no processo, evitando erros de medições e possíveis vazamentos de água no processo industrial.

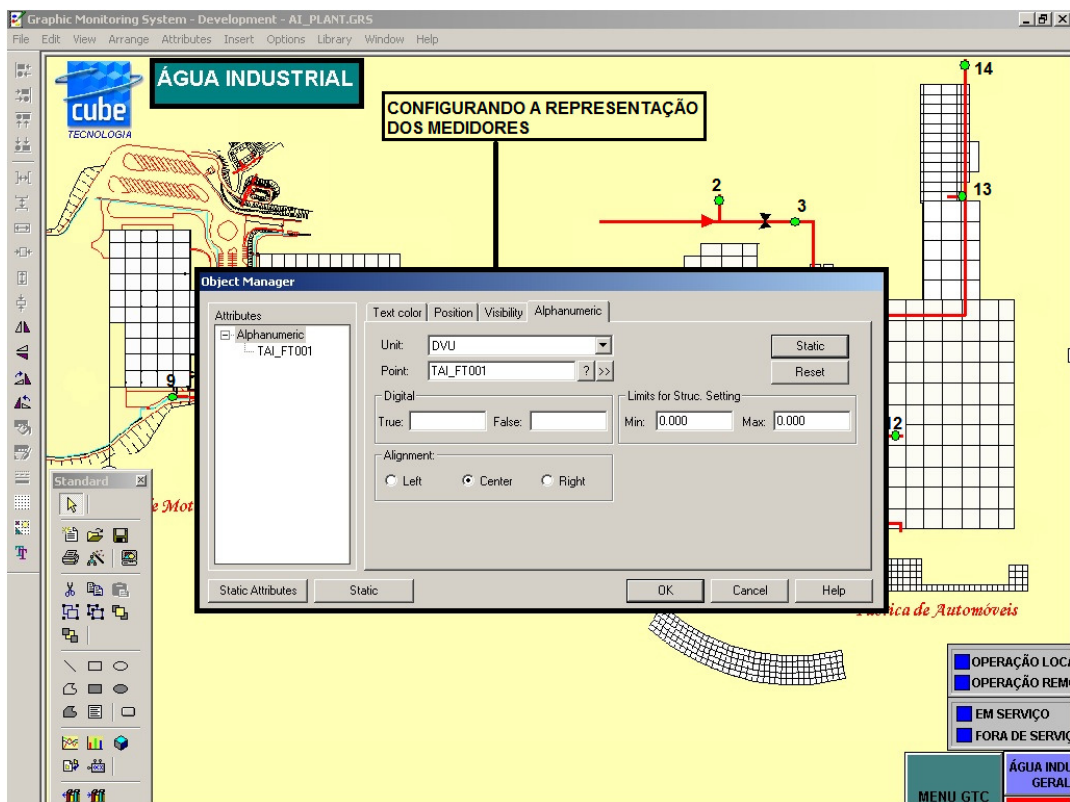


Figura 23 - Representação dos medidores
Fonte: Elaborado pelos autores

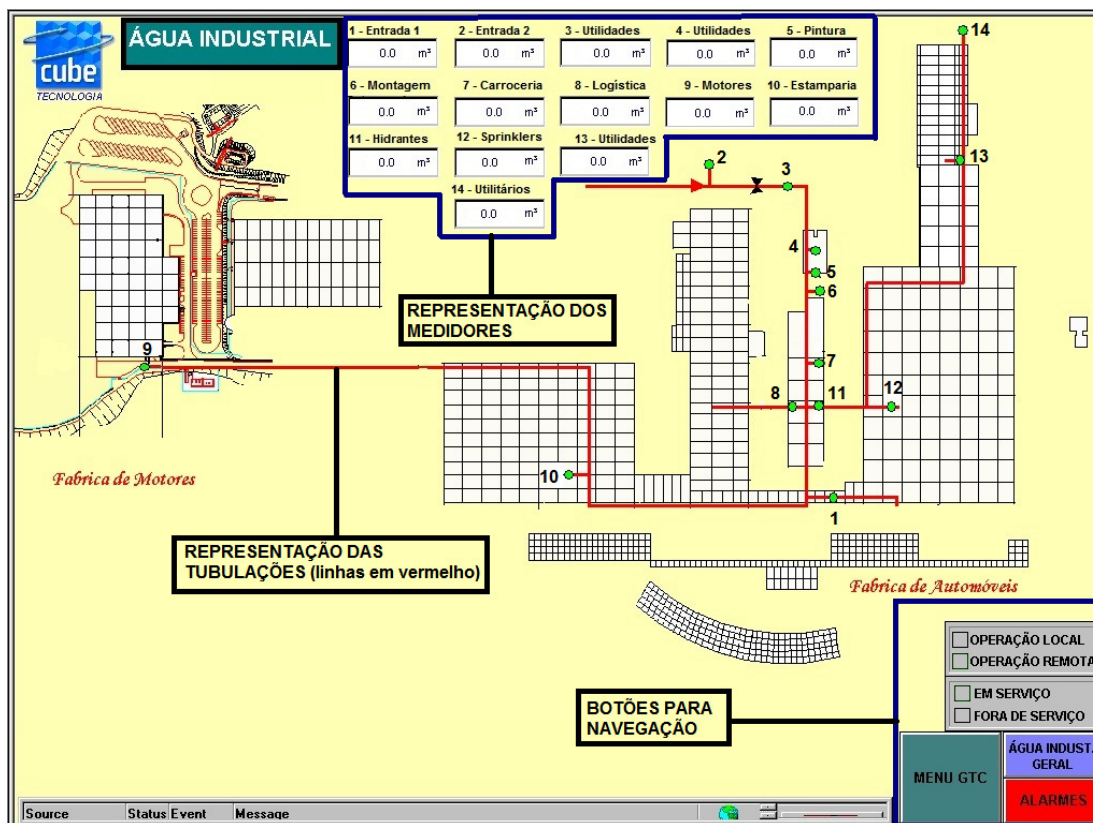


Figura 24 - Tela desenvolvida
Fonte: Elaborado pelos autores

Os botões para navegação criados são apresentados no canto inferior direito da Figura 24:

- Menu GTC: O botão Gestão Técnica Centralizada (GTC), abre na tela do *software* uma lista de botões de navegação nos demais sistemas, Figura 25.
- Água Indust Geral: O botão Água Industrial Geral acessa a tela com a pressão de água industrial e os tanques reservatórios, Figura 26.
- Alarmes: O botão Alarmes que serão apresentados na sequência mostra a tela de alarmes ocorridos.

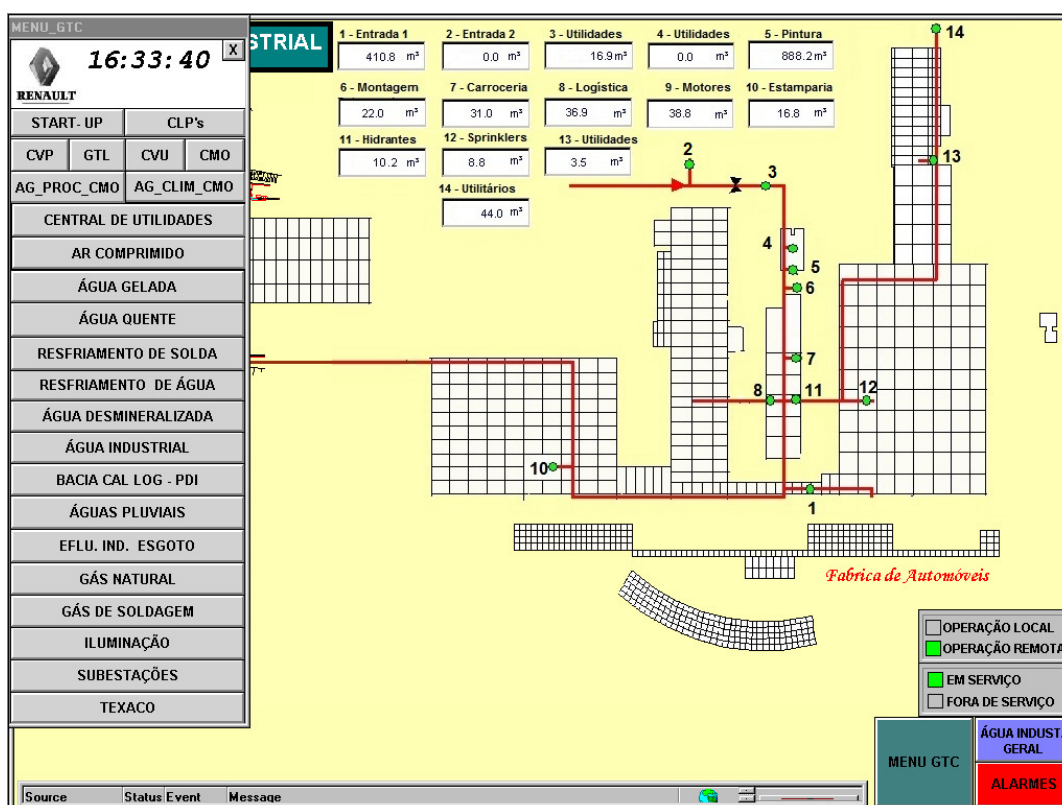


Figura 25 - Lista de botões de navegação no supervisão
Fonte: Renault do Brasil (2010)

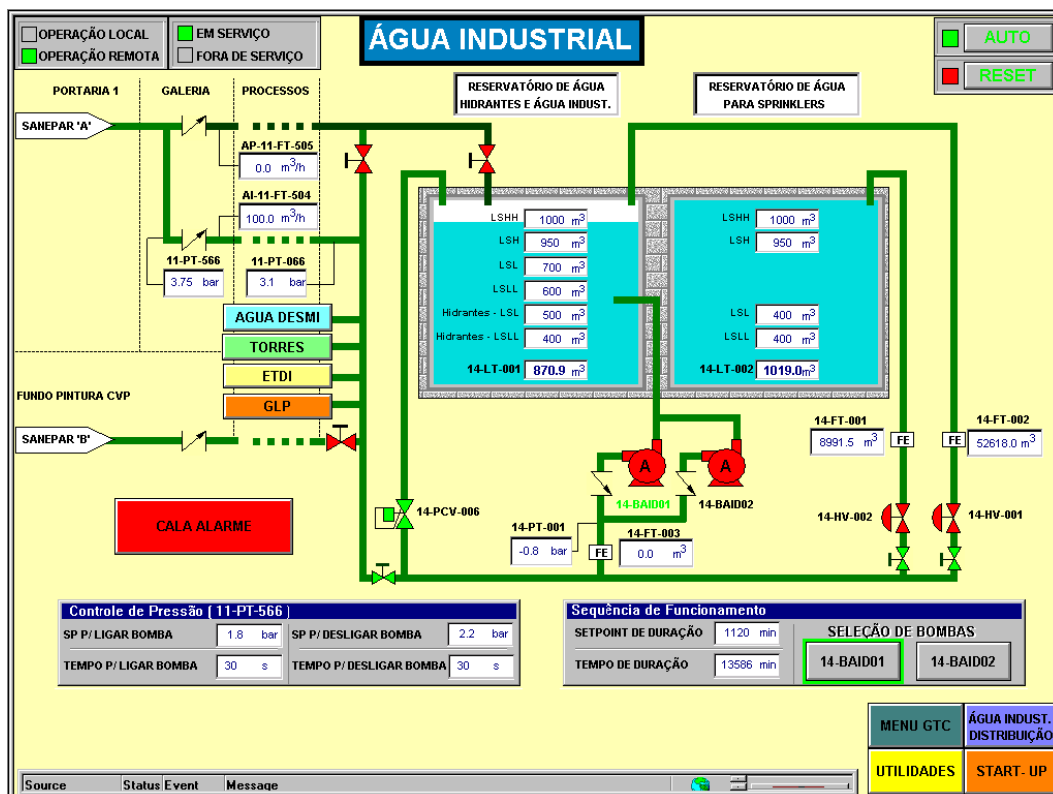


Figura 26 – Tela com a pressão de água industrial e tanques reservatórios
Fonte: Renault do Brasil (2010)

O Quadro 1 apresenta o tipo e o local de instalação dos medidores e o Quadro 2 apresenta o nome dado a cada medidor no programa do sistema supervisionário.

Foram configurados alarmes no programa. O alarme é uma mensagem que indica uma anormalidade no sistema ou situações de perigo. Um alarme pode ser associado a um ponto lógico na base de informações e, se o *bit* é verdadeiro, o alarme é considerado ativo e exibido para o devido reconhecimento pelo operador do sistema. Quando o operador reconhece o alarme, através do Serviço de Reconhecimento de Alarme, o estado do alarme permanece ativo até que o *bit* seja resetado, ou seja, o *bit* será falso.

NÚMERO DO MEDIDOR	NOME NO PROGRAMA
1	entrada 1
2	entrada 2
3	utilidades
4	utilidades
5	pintura
6	montagem
7	carroceria
8	logística
9	motores
10	estamparia
11	hidrantes
12	<i>sprinklers</i>
13	utilidades
14	utilitários

Quadro 2 – Nome do medidor no programa supervisório
 Fonte: Elaborado pelos autores

Para que haja o controle e o monitoramento de alarmes de processo e sistema, habilitou-se o módulo *Alarme Data Base*, que realiza verificações periódicas sobre as mudanças de estado das variáveis que foram definidas como alarmes, centraliza os pedidos de reconhecimento que vem de cada *Client* e arquiva as ocorrências e os tratamentos de cada alarme. Cada módulo pode gerenciar até 10 mil alarmes.

A Figura 27 apresenta a lista dos alarmes configurados sendo:

- ALM_HIDR_HI: Alarme de alta vazão do hidrante;
- ALM_HIDR_DEF: Alarme com defeito no hidrante;
- ALM_HIDR_LO: Alarme de nível baixo do hidrante;
- ALM_PINT_HI: Alarme de alta vazão da pintura;
- ALM_PINT_DEF: Alarme com defeito na pintura;
- ALM_PINT_LO: Alarme de nível baixo da pintura;
- ALM_MON_HI: Alarme de alta vazão da montagem;
- ALM_MON_DEF: Alarme com defeito na montagem;

- ALM_MON_LO: Alarme de nível baixo da montagem;
- ALM_CAR_HI: Alarme de alta vazão da carroceria;
- ALM_CAR_DEF: Alarme com defeito na carroceria;
- ALM_CAR_LO: Alarme de nível baixo da carroceria;
- ALM_LOG_HI: Alarme de alta vazão da logística;
- ALM_LOG_DEF: Alarme com defeito na logística;
- ALM_LOG_LO: Alarme de nível baixo da logística;
- ALM_MOT_HI: Alarme de alta vazão dos motores;
- ALM_MOT_DEF: Alarme com defeito nos motores;
- ALM_MOT_LO: Alarme de nível baixo dos motores;
- ALM_EST_HI: Alarme de alta vazão da estamparia;
- ALM_EST_DEF: Alarme com defeito na estamparia;
- ALM_EST_LO: Alarme de nível baixo da estamparia;
- ALM_SPR_HI: Alarme de alta vazão do sprinklers;
- ALM_SPR_DEF: Alarme com defeito no sprinklers;
- ALM_SPR_LO: Alarme de nível baixo do sprinklers;

REAL_NAME	SYMBL_NAME	COMMENT
FI1915.[15]		
FI1955	ALM_HIDR_HI	ALARME DE ALTA VAZAO DO HIDRANTE
FI1955	ALM_HIDR_DEF	ALARME COM DEFEITO NO HIDRANTE
FI1956	ALM_HIDR_LO	ALARME DE NIVEL BAIXO DO HIDRANTE
FI1957	ALM_PINT_HI	ALARME DE ALTA VAZAO DA PINTURA
FI1958	ALM_PINT_DEF	ALARME COM DEFEITO NA PINTURA
FI1959	ALM_PINT_LO	ALARME DE NIVEL BAIXO DA PINTURA
FI1998	ALM_MON_HI	ALARME DE ALTA VAZAO DA MONTAGUEM
FI1998	ALM_MON_DEF	ALARME COM DEFEITO NA MONTAGUEM
FI1999	ALM_MON_LO	ALARME DE NIVEL BAIXO DA MONTAGUEM
FI2000	ALM_CAR_HI	ALARME DE ALTA VAZAO DA CARROCERIA
FI2001	ALM_CAR_DEF	ALARME COM DEFEITO NA CARROCERIA
FI2002	ALM_CAR_LO	ALARME DE NIVEL BAIXO DA CARROCERIA
FI2003	ALM_LOG_HI	ALARME DE ALTA VAZAO DA LOGISTICA
FI2004	ALM_LOG_DEF	ALARME COM DEFEITO NA LOGISTICA
FI2005	ALM_LOG_LO	ALARME DE NIVEL BAIXO DA LOGISTICA
FI2006	ALM_MOT_HI	ALARME DE ALTA VAZAO DOS MOTORES
FI2007	ALM_MOT_DEF	ALARME C M DEFEITO NOS MOTORES
FI2008	ALM_MOT_LO	ALARME DE NIVEL BAIXO DOS MOTORES
FI2009	ALM_EST_HI	ALARME DE ALTA VAZAO DA ESTAMPARIA
FI2010	ALM_EST_DEF	ALARME COM DEFEITO NA ESTAMPARIA
FI2010	ALM_EST_LO	ALARME DE NIVEL BAIXO DA ESTAMPARIA
FI2011	ALM_SPR_HI	ALARME DE ALTA VAZAO DO SPRINKLERS
FI2012	ALM_SPR_DEF	ALARME COM DEFEITO NO SPRINKLERS
FI2013	ALM_SPR_LO	ALARME DE NIVEL BAIXO DO SPRINKLERS
FI2014		
FI2015		
FI2016		
FI2017		
FI2018		
FI2019		

Figura 27 - Lista de alarmes configurados
Fonte: Elaborado pelos autores

Após realizada a configuração da lista de alarmes, pode-se visualizar os alarmes ocorridos através da barra de alarmes, Figura 28. Estes alarmes ocorrem quando existem desvios nos parâmetros estabelecidos na planta, sendo esta definição realizado no programa do CLP.

Na Figura 28 estão apresentados os seguintes alarmes:

- Alta vazão água industrial pintura;
- Alta vazão água industrial utilidades;

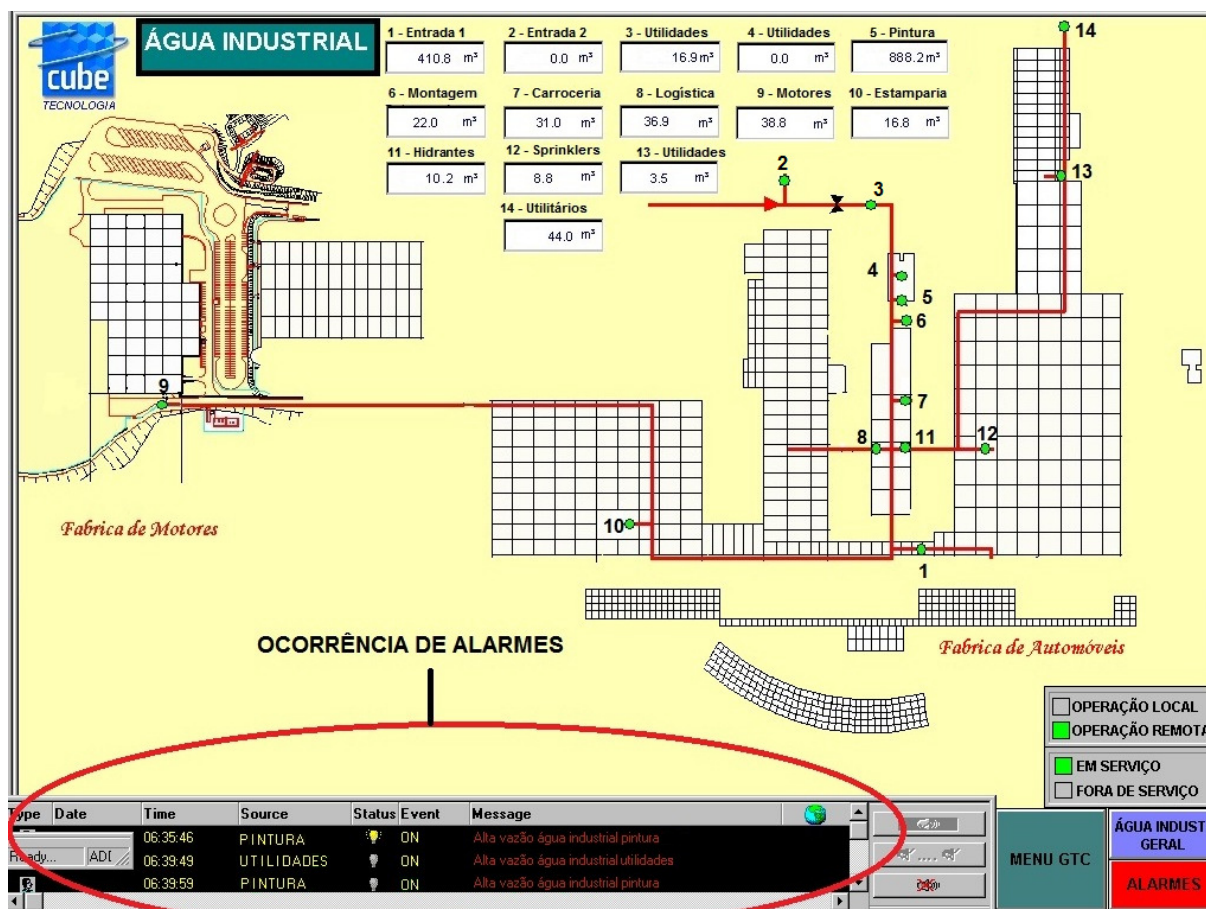


Figura 28 - Visualização da ocorrência de alarmes.

Fonte: Elaborado pelos autores

A Figura 28 apresenta o programa em funcionamento, podendo ser verificado a existência de valores dos medidores. Observa-se que a Entrada 2 (o medidor 2), possui valor zero, pois essa entrada apenas é utilizada quando ocorre a interrupção da Entrada 1.

4 RESULTADOS

4.1 TESTE DE MONITORAMENTO DOS MEDIDORES

Os testes no projeto iniciaram-se com a verificação do sinal do medidor (dispositivo de campo) enviado para a entrada do CLP e visualizada no programa do sistema supervisorio, conforme representado na Figura 29. Havendo consumo de água, o medidor sinaliza por pulsos ao CLP, fazendo com que haja o incremento de valor no programa do sistema supervisorio.

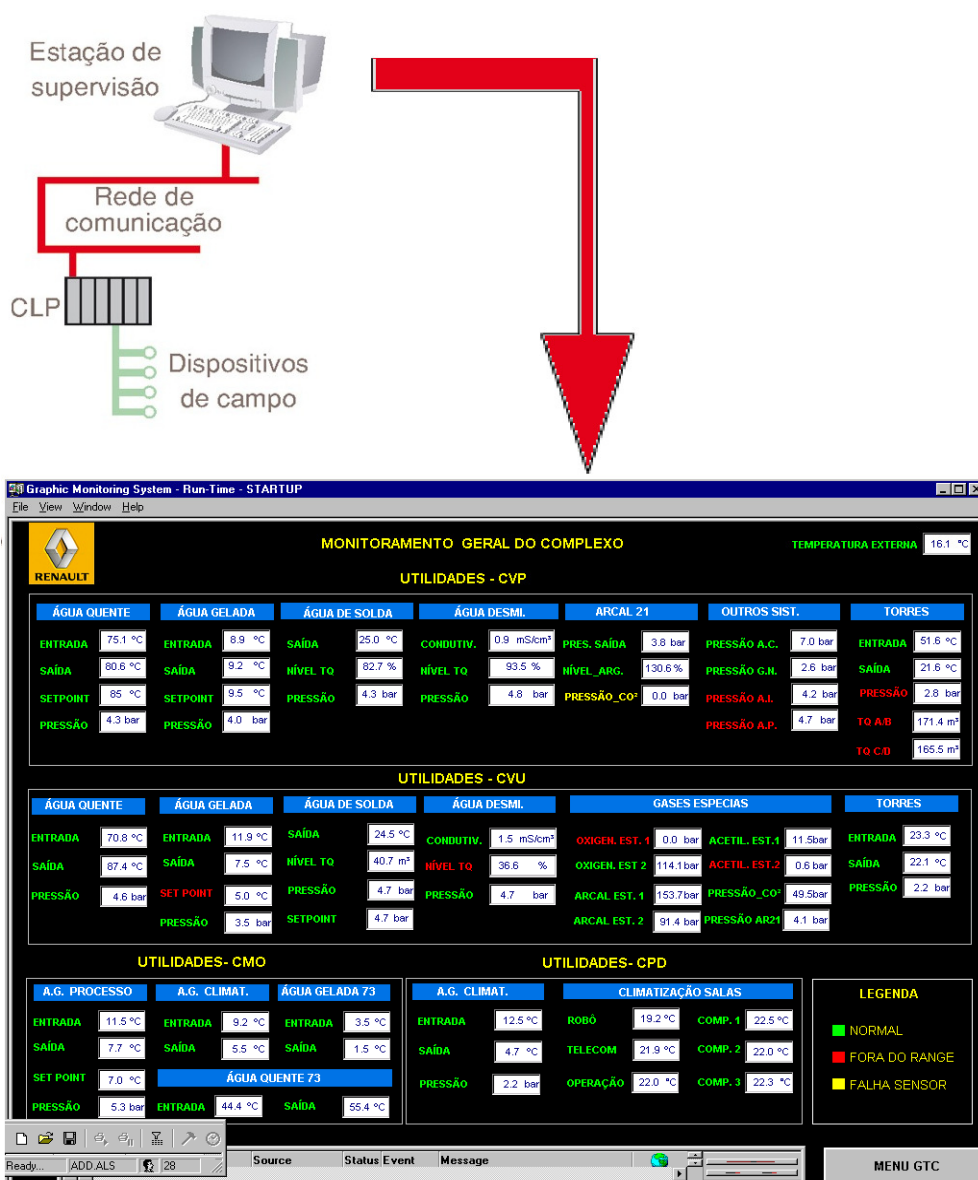


Figura 29 - Arquitetura com Estação de Supervisão
Fonte: Elaborado pelos autores

Este procedimento é realizado simultaneamente em três locais distintos:

- Na área fabril, onde se encontram os medidores de água, sendo um dos medidores apresentado na Figura 30;
- Na subestação elétrica, onde se encontram os painéis com os CLPs, sendo um dos painéis apresentados na Figura 31;
- Na sala de controle, onde se encontra o sistema de supervisão, Figura 32.

Para que informações preliminares pudessem ser conferidas, utilizam-se ramais telefônicos para a comunicação entre as pessoas envolvidas no teste.

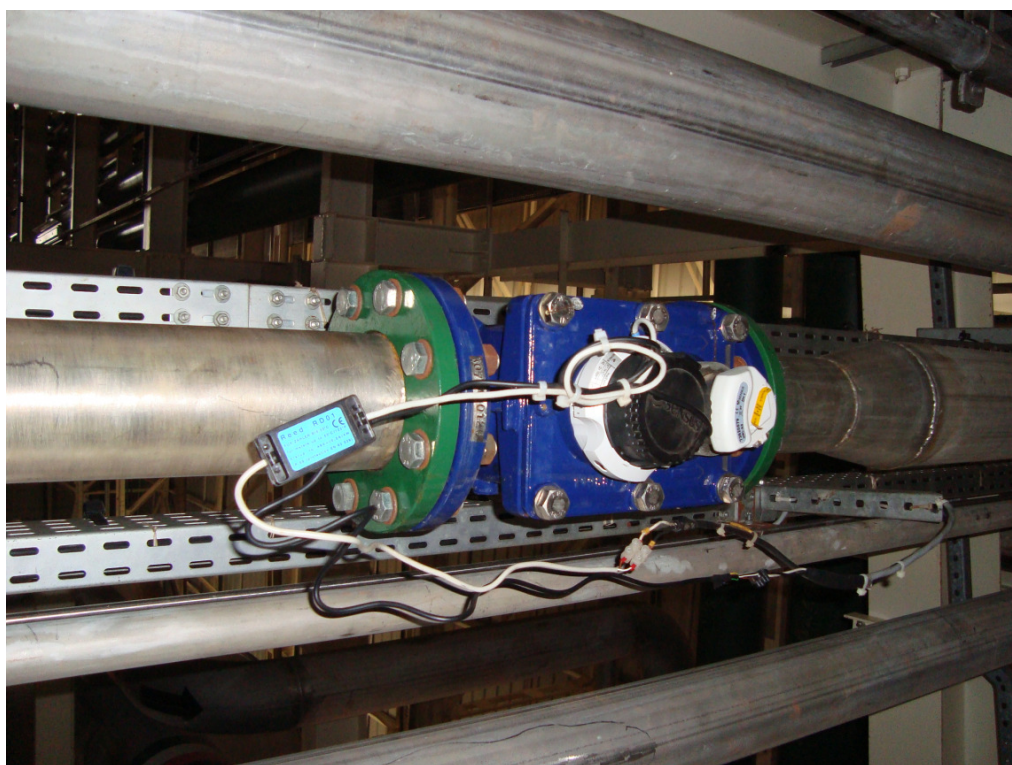


Figura 30 - Medidor de água
Fonte: Renault do Brasil (2010)



Figura 31 – Painel elétrico com um CLP
Fonte: Renault do Brasil (2010)



Figura 32 - Sala de controle onde se encontra o sistema de supervisão
Fonte: Renault do Brasil (2010)

Nos primeiros testes, foi importante o acompanhamento em campo do regime de trabalho do medidor de água, para a verificação do incremento do valor no relógio mecânico do medidor e do pulso que o sensor do medidor emite para o CLP. O êxito da informação enviada pelo sensor do medidor de água para a entrada do CLP é constatada através da posição do endereçamento do CLP, conforme apresentado na Figura 31, pois toda vez que ocorre modificação nos *leds* acionados, ocorre a soma no totalizador de água.

Na sala de controle, Figura 32, pode-se visualizar todas as etapas do teste através do programa desenvolvido, desde o pulso do sensor do medidor de água até a chegada da informação necessária. A Figura 33 apresenta a informação no programa do sistema supervisório do pulso do sensor do medidor do setor da pintura. O resultado final, que é o valor de consumo de água, é visualizado pela tela gráfica do sistema supervisório, onde a operação acompanha as tendências de consumo de cada departamento.

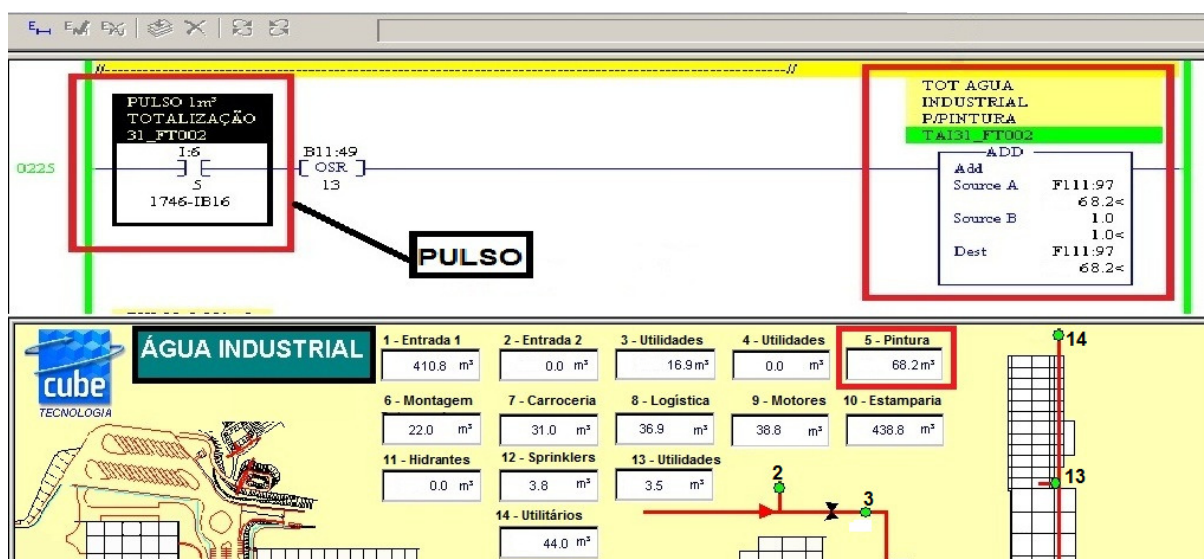


Figura 33 – Informação no programa do pulso do sensor do medidor do setor da pintura
Fonte: Elaborado pelos autores

4.2 TESTE DE ALARMES

Depois de realizado os testes de monitoramento dos medidores, ou seja, a interligação entre os medidores e os CLPs e o programa do sistema supervisório,

foram realizados os testes dos alarmes definidos, através da simulação de algumas situações de avaria ou comportamentos incomuns nos medidores de água.

O primeiro teste consistiu em desconectar o sensor de um dos medidores de água e o resultado foi o alarme com a descrição: FALHA NO MEDIDOR, Figura 34.

Type	Date	Time	Source	Ack	Message
	08/05/11	08:18:33	pietara	✓	FALHA NO MEDIDOR
	08/05/11	08:18:34	pietara	✓	FALHA NO MEDIDOR
	08/05/11	08:18:35	pietara	✓	FALHA NO MEDIDOR
			renault	✓	
			renault	✓	
			renault	✓	
			renault	✓	

Figura 34 – Tela de alarme apontando falha no medidor
Fonte: Elaborado pelos autores

Posteriormente abriu-se rapidamente a válvula na rede de água, Figura 36, gerando o alarme com a descrição: ALTA VAZÃO DE ÁGUA INDUSTRIAL, Figura 35, situação considerada anormal quando permanecer por mais do que dez minutos.

Type	Date	Time	Source	Ack	Message
	08/05/11	08:49:23	pietara	✓	Alta vazão água industrial pietara
	08/05/11	08:39:43	pietara	✓	Alta vazão água industrial pietara
	08/05/11	08:28:23	pietara	✓	Alta vazão água industrial pietara
	08/05/11	08:22:34	pietara	✓	Alta vazão água industrial pietara
	08/05/11	08:39:49	utilidades	✓	Alta vazão água industrial utilidades
	08/05/11	08:38:46	utilidades	✓	Alta vazão água industrial utilidades
	08/05/11	08:26:48	motores	✓	Alta vazão água industrial motores

Figura 35 – Tela de alarme apontando alta vazão de água industrial nos medidores
Fonte: Elaborado pelos autores

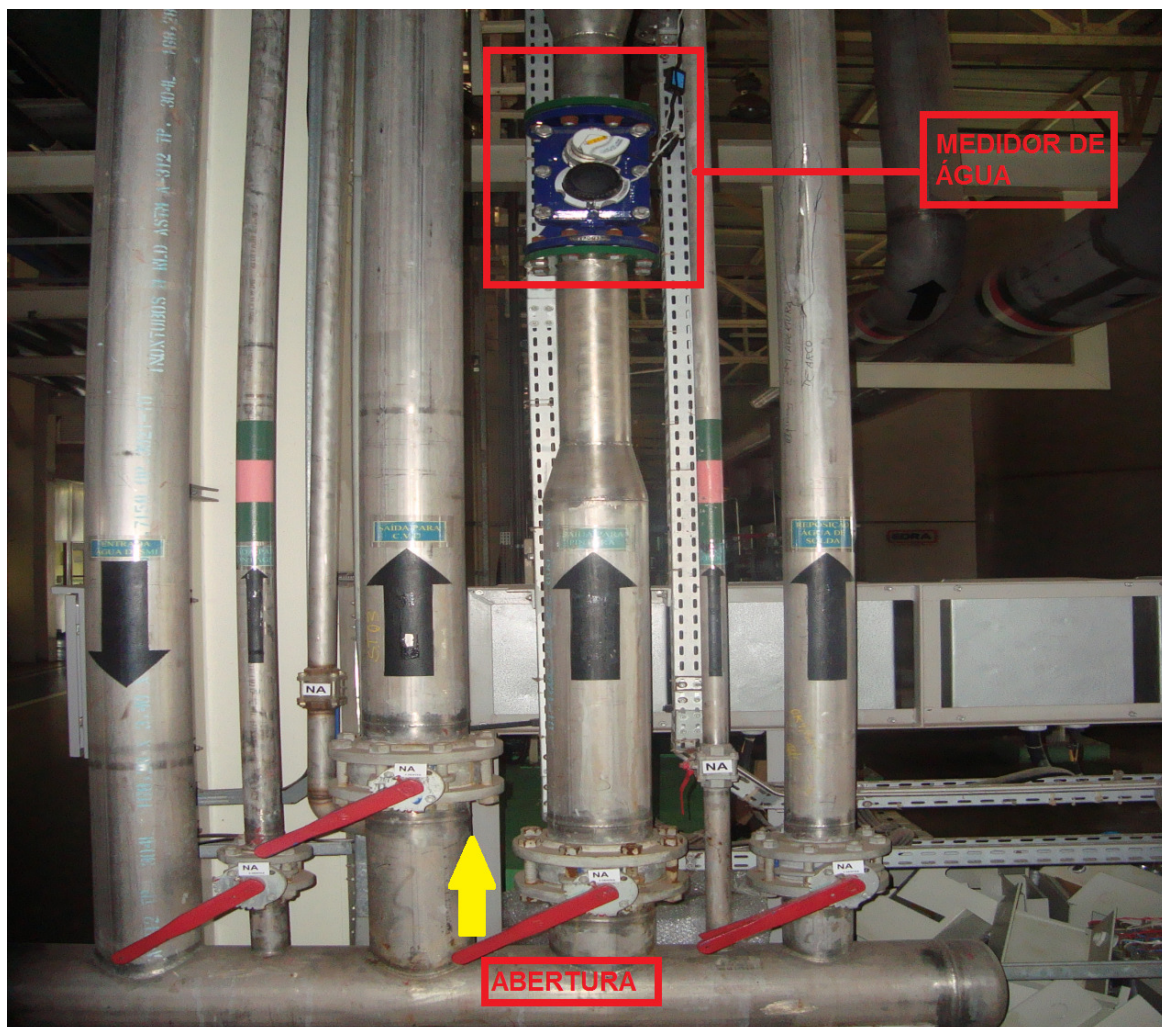


Figura 36 - Válvulas da rede de água.
Fonte: Elaborado pelos autores

4.3 MONITORAMENTO REALIZADO

A inserção do monitoramento de medidores de água possibilitou um menor consumo de água e visualização imediata de problemas no sistema da fábrica. A tela gráfica, representando as medições em tempo real no sistema supervisório, permite a leitura remota dos medidores de água da fábrica da Renault do Brasil, o que foi possível através do mapeamento em campo das posições e das especificações técnicas de cada medidor.

O mapeamento da rede industrial de automação também é importante para o dimensionamento do desempenho do sistema e o volume de dados que a rede suporta.

Antes da implementação do monitoramento via sistema supervisorio, o consumidor de água era verificado através de leituras manuais e registradas pelos operadores em relatórios, com o exemplo apresentado na Figura 37.

RENAULT		CENTRAL DE UTILIDADES - REGISTROS DE AUTOMANUTENÇÃO											
REGISTRO DE CONSUMO DE AGUA - SANEPAR													
Período de 28/03/2011 até 03/04/2011		Team Leader				Coordenador							
		2ª Feira		3ª Feira		4ª Feira		5ª Feira		6ª Feira		Sáb.	Dom.
		1ªT	2ªT	1ªT	2ªT	1ªT	2ªT	1ªT	2ªT	1ªT	2ªT	1ªT	1ªT
UTILIDADES Medidor 3 Formato (X.XXX,X)	LEITURA	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	HORÁRIO	8:22	17:18	07:48	07:56	08:30	07:20	13:03	14:00				
UTILIDADES Medidor 4 Formato (X.XXX,X)	LEITURA	60	60	60	61	61	61	61	61	61	61	61	61
	HORÁRIO	8:16	17:21	07:44	07:50	08:38	10:15						14:10
PINTURA Medidor 5 Formato (X.XXX,X)	LEITURA	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
	HORÁRIO	10:48		06:27	06:42	06:30	06:39						14:03
MONTAGEM Medidor 6 Formato (XXX.XXX,X)	LEITURA	80	52	81	82	83	84	84	84	84	84	84	85
	HORÁRIO	8:42	17:40	07:42	07:44	11:26	10:30						14:10
CARROÇERIA Medidor 7 Formato (XXX.XXX,X)	LEITURA	14	14	15	16	17	18	20	20	20	20	20	20
	HORÁRIO	10:13	18:00	07:54	07:31	12:02	7:48						14:11
LOGÍSTICA Medidor 8 Formato (XXX.XXX,X)	LEITURA	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
	HORÁRIO	10:15	18:08	08:01	07:40	11:50	7:55						
MOTORES Medidor 9 Formato (XXX.XXX,X)	LEITURA	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	HORÁRIO	10:20	18:07	08:00	07:39	11:50	7:53						14:10
NOME DO EXECUTANTE		Rodrigo		Dario		Dario		Ator		Rodrigo		Dario	
QUANTIDADE TOTAL		8		8		8		8		8		8	
QUANTIDADE NÃO EXECUTADA													

Figura 37 – Relatório manual de registro de consumo
Fonte: Renault do Brasil (2010)

A Figura 38 apresenta o gráfico do consumo diário, obtido através das leituras manuais registradas pelos operadores, sendo que a média de consumo diária do Departamento da Pintura CVP era considerada normal. As ações da equipe de manutenção foram realizados em menor tempo, sendo possível corrigir as avarias do sistema produtivo, conforme verificado na Figura 39.

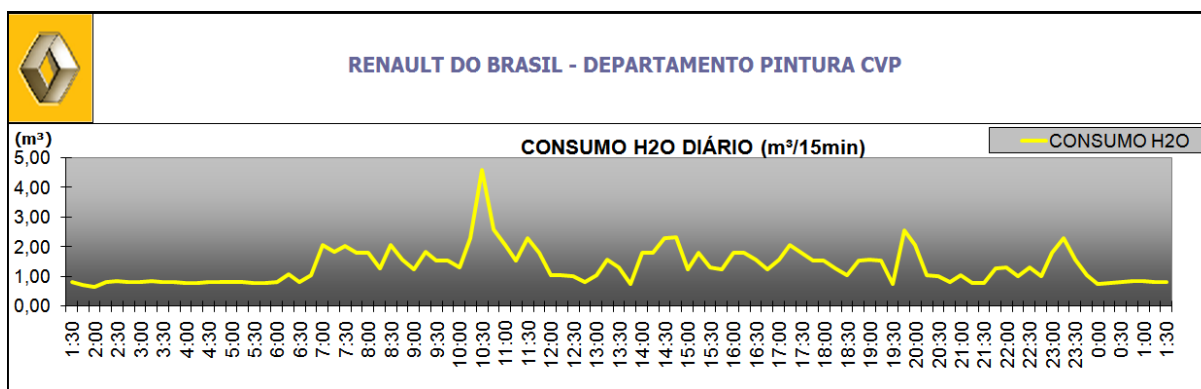


Figura 38– Curso de consumo diário de água

Fonte: Elaborado pelos autores

O relatório da Figura 38 apresenta o consumo diário de água industrial em um período de 24 horas, emitido ao cliente consumidor para análise de consumo. Observa-se que havia um consumo contínuo de água no período não produtivo, dos 0 às 6h, caracterizando um vazamento de água no processo industrial.

Com o sistema implementado, houve uma melhora significativa no acompanhamento do consumo de água industrial e no apontamento de desvios. Através da emissão de relatório para análise, pode-se ajustar o processo produtivo visando a economia de água e a apresentação dos efeitos de uma melhoria no meio produtivo. Além disso, facilita os cálculos de custos, de acordo com o histórico de consumo, para a implantação, principalmente, de novos projetos.

Houve uma redução de 10% na média histórica de consumo do Departamento da Pintura CVP e 16% de redução, considerando os demais departamentos para um mês de implantação.

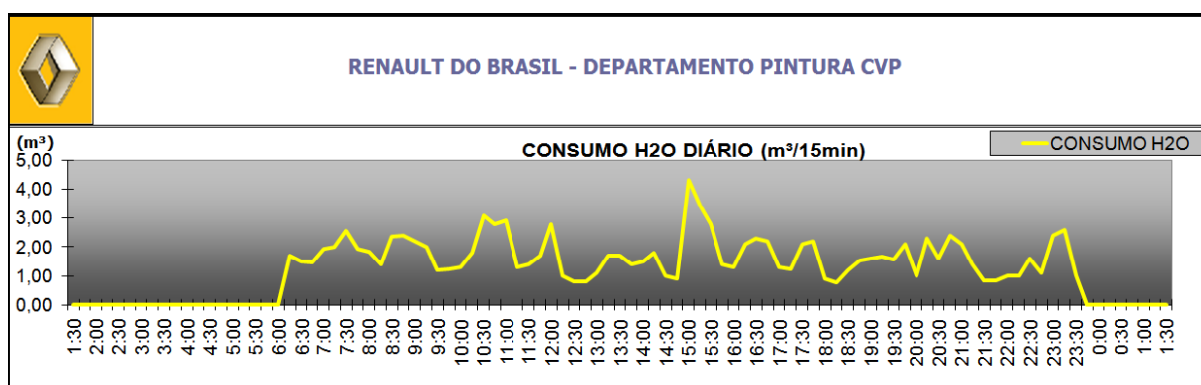


Figura 39 – Curso de consumo diário de água

Fonte: Elaborado pelos autores

Com a tela gráfica desenvolvida, a equipe de operação acompanha em tempo real, no sistema supervisorio, a evolução do consumo de água nos departamentos, acionando a equipe de manutenção quando ocorrem os alarmes ou consumos inadequados como visualizado anteriormente.

Outro ponto significativo que deve ser destacado é com relação à confiabilidade dos medidores. Através do monitoramento *online*, observou-se o comportamento de consumo por meio das ramificações da rede apresentada no diagrama de dependências dos medidores, cuja soma do consumo dos medidores ramificados é o consumo do medidor anterior. A Figura 40 apresenta o funcionamento de quatro dias consecutivos.

Com isso, cada departamento terá seus custos de acordo com o que foi consumido e os recursos obtidos da diferença entre o medido e o faturado será utilizado para melhorias e investimentos nos departamentos.

O desenvolvimento da tela gráfica com a medição de água permitiu, também, que a equipe de operação tivesse um ganho de aproximadamente 10 horas semanais, que foram adequados principalmente em atividades de melhorias (organização, limpeza e automanutenção) nos sistemas. Devido ao relatório conter dados sigilosos, a empresa Renault do Brasil não autorizou a publicação, assim está sendo apresentado apenas os dois primeiros dígitos do valor da medição.



(a) Adquirida dia 02/05/11 as 09h20min.



(b) Adquirida dia 03/05/11 as 09h20min.



(c) Adquirida dia 04/05/11, as 09h20min.



(d) Adquirida dia 05/05/11, as 09h20min.

Figura 39 – Monitoramento de água referente a quatro dias consecutivos
 Fonte: Elaborado pelos autores

4.4 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Durante o desenvolvimento do projeto surgiram as seguintes dificuldades:

- Devido à grande extensão do campo da Renault do Brasil, foi necessário percorrer toda a planta da empresa para iniciar o projeto de monitoramento.
- A extensão da rede de água industrial de aproximadamente 5 km;
- No período de teste existiu muita perda na comunicação entre os rádios de comunicação;
- Não havia um diagrama atualizado da rede de água;
- Existe pouca literatura sobre o sistema supervisor Cube.

5 CONCLUSÃO

Para que uma indústria continue sendo competitiva, é necessário que haja uma revisão contínua no processo fabril e nos custos associados. A aplicação da automação industrial e a reatividade nas ações para resolução de problemas é de fundamental importância para o desenvolvimento de planos estratégicos e definições futuras para a empresa.

Mapeando uma necessidade da Renault do Brasil desenvolveu-se um programa no sistema supervisorio que contém a representação dos medidores de água e a localização dos mesmos, possui a função de acompanhar o consumo de água dos departamentos fabris de forma remota e centralizada e, também, alertar sobre possíveis desvios ou avarias no sistema de água da empresa.

As vantagens com esta implantação estão no fato de se obter a informação de forma instantânea, evitando custos desnecessários e danos ambientais com eventuais vazamentos de água que possam ocorrer. Observou-se, também, que com este monitoramento houve aumento na quantidade de ações relacionadas à redução do consumo de água nos departamentos, pois agora pode-se gerar relatórios gerenciais para cada consumidor e identificar, através de gráficos, eventuais desvios de consumo.

Outra vantagem está no fato de se utilizar o tempo dos operadores do sistema para atividades que tenham um maior valor agregado, pois a equipe despendia, aproximadamente, duas horas da jornada de trabalho diária para fazer a leitura de consumo e inspecionar os medidores de água. Desta forma, com o desenvolvimento do projeto será possível acompanhar o consumo de água de cada departamento da empresa e agir, de forma imediata, no caso de ocorrerem falhas no sistema de medição de água.

REFERÊNCIAS

ACTARIS. **Catálogo de Produtos**. Americana: Epse, 2010. 5p.

ALVES, Wolney Castilho. **Programa nacional de combate ao desperdício de água**. Documento Técnico de Apoio apresentado às diversas entidades e prestadores de serviços do Setor Saneamento, além de técnicos especialistas, participantes ou não do Programa. Brasília:[s.n], 1999.

ALVES, R., NORMEY-RICO, J., MERINO, A., PRADA, C. Um SCADA com acesso a dados via OPC aplicado a uma planta piloto in: 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Rio de Janeiro, 2002.

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

ATOS. **Automação**. 2003. Disponível em: <<http://www.atos.com.br/>>. Acesso em: 17 abr 2009.

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

CAMEIRA, Renato. **Aplicações das redes de comunicação: estratégia e organização**. UFRJ, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-20, jul. 2009.

DANEELS, Alex. **What is SCADA?**. 2000. Disponível em: <<http://ref.web.cern.ch/>>. Acesso em: 17 abr. 2009.

DAYTON. **SCADA explained**. Disponível em: <<http://www.daytonknight.com/>>. Acesso em: 09 set. 2009.

FISHER-ROSEMOUNT. **Medidor eletromagnético de vazão**. Manual para utilização do medidor eletromagnético de vazão. Sorocaba:[s.n], 2000.

INCONTROL, **Manual de operação e instalação do medidor de vazão eletromagnético**. São Paulo: Incontrol, 2008. 20p.

MAIA, W. U. **Sistema integrado de operação e diagnóstico de falhas para sistemas de energia elétrica**: SODF. 1998. Disponível em: <<http://uvirtual.eps.ufsc.br/disserta98/maia>>. Acesso em: 05 abr 2009.

MORAES, Cícero Couto de. **Engenharia de automação industrial**. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

MORIMOTO, Carlos E. **Redes**: guia prático. São Paulo: GDH Press e Sul Editores, 2008.

NATALE, Ferdinando. **Automação industrial**. São Paulo: Érica, 1995.

NETO, Evandro de Figueiredo. **Instrumentação básica II – vazão, temperatura e analítica**. Vitória: SENAI, 1999.

ORSI, Automazione. **Cube – installation and tutorial manual**. Orsi Automazione S. P. A., 2000.

ROSÁRIO, João Maurício. **Princípios de mecatrônica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

ROCKWELL. **Design & configuration. RSLogix and Linx**. Disponível em: <<http://www.rockwellautomation.com>>. Acesso em: 02 maio 2009.

SALVADOR, Marcelo. **O que são sistemas supervisórios?** São Paulo, dez. 2005. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/>>. Acesso em: 17 ago. 2010.

SILVA, Marcelo Eurípedes da. **Controlador lógico programável**. Apostila para o Curso de Engenharia Eletrônica. Piracicaba:[s.n], 2007.

WEG **Automação de processos industriais**: PC12 Design Center. Apostila para treinamento interno. Jaraguá do Sul: WEG, 2002.

WYLTEC. **PLC Rockwell Automation CLP-5**. Disponível em: <<http://www.wylltek.com.br>>. Acesso em: 25 abr 2009.