

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – UTFPR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM GERÊNCIA DE MANUTENÇÃO

CLEVERSON LUIZ DE AZEVEDO

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO DE
DISPONIBILIDADE EM SISTEMA DE ÁGUA QUENTE INDUSTRIAL**

CURITIBA

2014

CLEVERSON LUIZ DE AZEVEDO

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO DE
DISPONIBILIDADE EM SISTEMA DE ÁGUA QUENTE INDUSTRIAL**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Gerência de Manutenção, como requisito parcial para obtenção de certificado de especialista.

Professor Orientador: Prof.º Dr.
Marcelo Rodrigues

CURITIBA

2014

RESUMO

AZEVEDO, Cleverson L. de. **Implantação de sistema de monitoramento de disponibilidade em sistema de água quente industrial**. 2014. 48 f. Projeto final de Pós-graduação. CEGEM – Curso de Especialização em Gerência de Manutenção, UTFPR, Curitiba.

O controle dos recursos utilizados é fundamental para a otimização dos lucros de qualquer empresa. 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 identificada a necessidade de realizar o monitoramento da disponibilidade por equipamento no sistema de água quente industrial, que tem como função gerar água quente ao processo produtivo. O monitoramento é realizado por meio de um sistema supervisorio, 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. Com a tela gráfica desenvolvida, o acompanhamento permite maior reatividade por parte da equipe de manutenção e melhor planejamento de revisões e implementações.

Palavras-chave: Disponibilidade, Sistema Supervisorio, Manutenção.

ABSTRACT

AZEVEDO, Cleverson L. de. **Implementation of availability monitoring in industrial hot water system**. 2014. 48 f. Final Project of Post-Graduation. CEGEM – Maintenance Management, UTFPR, Curitiba.

The control of resources used is important for the optimization of the profits of any company. The environment of industrial automation has experienced a major technological development in recent years, from an isolated to a fully integrated and shared with other enterprise systems environment. The integration and especially the monitoring of all industrial systems have become critical to any organization. Therefore, we identified the need for monitoring the availability of equipment in the industrial hot water system, whose function is to generate hot water production process. Monitoring is performed by a supervisory system, adding intelligent modules and equipment such as Programmable Logic Controllers (PLC). Thus, it was proposed and implemented an integration model based on modules developed managers from a supervision and control software. Each module has been designed with sufficient interfaces to allow integration of equipment from different manufacturers. The communication between the different modules is performed using OLE technology for Process Control (OPC), which enables the exchange of data between managers in real time and openly. Developed with the graphical display, monitoring allows greater reactivity on the part of the maintenance team and better planning revisions and implementations.

Keywords: Availability, Supervisory System, Maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Queimador à gás.....	13
Figura 2 – Gerador de água quente	14
Figura 3 - Princípio de funcionamento de um CLP	16
Figura 4- Controlador CLP-5	17
Figura 5 - Tela RSLogix	18
Figura 6 - Tela RSLogix	19
Figura 7 - Sistema de Supervisão e Controle.....	21
Figura 8 – Tela Supervisório Factory talk.....	22
Figura 9 – Interligação Supervisório e CLP	23
Figura 10 - Arquitetura do sistema	24
Figura 11 – Supervisório Sistema de Água Quente	28
Figura 12 – Gerador de água quente	29
Figura 13 – Sistema de bombeamento primário.....	30
Figura 14 – Sistema de bombeamento secundário	31
Figura 15 - Programação CLP.....	33
Figura 16 – Ambiente de desenvolvimento de tela.....	34
Figura 17 – Criação de vínculos de endereçamento	34
Figura 18 – Criação de vínculos de endereçamento	35
Figura 19 – Criação gráfico de acompanhamento.....	35
Figura 20 – Criação gráfico de acompanhamento.....	36
Figura 21 – Criação gráfico de acompanhamento.....	36
Figura 22 – Criação gráfico de acompanhamento.....	37
Figura 23 – Criação gráfico de acompanhamento.....	37
Figura 24 – Gráfico de acompanhamento desenvolvido	38
Figura 25 – Supervisório Sistema de Água Quente	39
Figura 26 – Teste de status de disponibilidade	39
Figura 27 – Registro de indisponibilidade	41
Figura 28 – Registro de indisponibilidade bomba 007.....	42
Figura 29 – Registro de indisponibilidade aquecedor 1.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Problema.....	8
1.2 Objetivos	8
1.2.1 Objetivo Geral.....	8
1.2.2 Objetivos Específicos.....	8
1.3 Justificativa	9
1.4 Metodologia	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1 Disponibilidade.....	10
2.2 Confiabilidade	11
2.3 Manutenibilidade.....	11
2.4 Aquecedores Industriais.....	13
2.5 Automação.....	14
2.6 Controlador Lógico Programável.....	15
2.5.1 Princípio de Funcionamento do CLP	15
2.6.1 Características do CLP-5.....	16
2.6.2 Programação do CLP	18
2.7 Comunicação entre Dispositivos	19
2.8 Sistemas Supervisórios.....	20
2.8.1 O Sistema Supervisório utilizado	22
2.9 Redes de Comunicação.....	23
2.10 Protocolo Ethernet	24
2.11 Protocolo DH+.....	25
2.12 Modos de Comunicação	26
2.13 Padrão de Comunicação OPC.....	27
3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	28
3.1 Sistema de Água Quente	29
3.2 Desenvolvimento do Sistema de Monitoramento	32
3.3 Teste de Funcionamento	38
4 RESULTADOS	40
4.1 Indicador de Disponibilidade	43

4.2 Plano de Ação.....	43
4.3 Análise dos Dados	44
5 CONCLUSÃO.....	45
5.1 Proposta Para Trabalhos Futuros	45
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

Com as metas definidas pela empresa para avanços dos indicadores chaves, cada departamento analisa os potenciais de ganho conforme suas particularidades (SILVA, 2007). No departamento de manutenção, uma das grandes contribuições está na garantia de disponibilidade das máquinas para o processo produtivo. Para que isso ocorra, torna-se necessário atuar de forma estratégica, implantando plano de preventivo e preditivo cada vez mais robusto, gestão de suprimentos visando a manutenibilidade, documentações atualizadas e, técnicos de manutenção motivados e treinados segundo Kardec, Nascif e Baroni (2002).

Conforme a NBR-5462 (1994), a disponibilidade é a capacidade do equipamento em executar sua função em um determinado intervalo de tempo. Segundo Kardec e Nascif (2001), a disponibilidade de máquina é o único produto da manutenção que é aceito pela fabricação.

O desenvolvimento de um monitoramento *on line* da disponibilidade de equipamento permite ao setor de manutenção avaliar os impactos na produção e programar a intervenção de acordo com algumas decisões, baseados nos dados informados pelo supervisor. O sistema escolhido para o desenvolvimento deste monitoramento é o sistema de água quente que é responsável pelo aquecimento de banhos do processo industrial e pelo aquecimento dos escritórios. Considerado como criticidade “A” por atender diretamente a produção, a contabilização da disponibilidade e visualização dos *status* de cada componente do sistema permite um melhor planejamento de intervenção. Como o maior cliente da manutenção é a produção, a disponibilidade de máquina para produzir torna-se fundamental na contribuição do setor de manutenção para o equilíbrio financeiro da empresa.

1.1 Problema

Para que as peças produzidas obtenham a qualidade preconizada pela empresa, torna-se importante o bom funcionamento do sistema de água quente industrial para o setor de produção. O processo produtivo necessita de uma temperatura de 80°C em um sistema de enxague de peças como preparação para a pintura. Diante disso, existe a necessidade de acompanhar o estado de cada equipamento para obter uma maior reatividade de intervenção pela equipe de manutenção e principalmente melhorar a gestão de documentação técnica, peças de reposição e ferramentas de análise de falhas.

O acompanhamento constante do estado da máquina é fundamental para a estratégia da manutenção e produção. Diante disso, como visualizar de forma contínua a disponibilidade de máquina para a produção?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Elaborar um sistema de monitoramento de disponibilidade de aquecedores industriais por meio de supervisório.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Levantar as necessidades da empresa com relação ao monitoramento de disponibilidade dos equipamentos;
- Desenvolver o programa supervisório;
- Desenvolver o programa para o controlador lógico programável;
- Informar e treinar sobre a gestão visual da disponibilidade dos equipamentos aos técnicos manutentores;
- Criar um indicador de disponibilidade por equipamento.

1.3 Justificativa

A disponibilidade do equipamento está diretamente condicionada à confiabilidade, através da probabilidade de falhas e, de quanto tempo de intervenção para que se possa resolver o problema (manutenabilidade).

Segundo Siqueira (2005) uma função é considerada impactante quando a falha acarreta prejuízos à segurança, ao meio ambiente, a operação e a economia. Desta forma, monitorar a disponibilidade dos componentes de um equipamento ou máquina e investir em estratégia nos equipamentos críticos é a melhor forma de garantir resultados satisfatórios.

1.4 Metodologia

- Embasamento teórico para entendimento dos conceitos de disponibilidade, confiabilidade e manutenabilidade através de artigos, livros e teses para cumprimento dos objetivos estabelecidos.
- Aplicação dos conceitos pesquisados para definição da implantação do desenvolvimento de monitoramento de disponibilidade e cálculo mensal da confiabilidade.
- Elaboração de um exemplo real de acordo com a metodologia definida, levando em consideração o histórico de intervenções, lista de peças em estoque, plano de manutenção preventiva, lista de *check list* de automanutenção.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Disponibilidade

Para Monchy (1989) disponibilidade é a probabilidade de restabelecer num sistema suas condições de funcionamento específicas, em limites de tempo determinados, quando a manutenção é alcançada nas condições e com meios prescritos, sendo observados quatro aspectos básicos:

- A indicação de probabilidade de bom ou mau funcionamento;
- A quantificação do nível de performance com relação às condições de funcionamento;
- Os limites de tempo, que definem um tempo alocado para cada intervenção e de um atraso de tempo;
- A intervenção só tem sentido quando referida a definição dos meios pelas quais ela foi feita.

Segundo Lafraia (2001) disponibilidade (D) é a probabilidade de que um componente, que sofreu intervenção, exerça sua função satisfatoriamente para um dado tempo. Na prática, é expresso pelo percentual de tempo em que o sistema encontra-se operante, para componentes que operam continuamente, e para componentes reserva, é a probabilidade de sucesso na operação do sistema quando demandado. O indicador de disponibilidade é utilizado quando altos custos estão envolvidos com a perda da função.

Conforme a NBR 5462 (1994, p. 2), disponibilidade é a

“capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados”.

A disponibilidade pode ser representada pela fórmula abaixo:

$$D = \frac{MUT}{MUT + MDT}$$

Onde,

MUT significa tempo médio de disponibilidade (*mean up time*) e MDT é o tempo médio de indisponibilidade (*mean down time*).

2.2 Confiabilidade

A confiabilidade operacional para Lafraia (2001) é um fator de grande relevância para a gestão das empresas, tornando-se importante os seguintes aspectos:

- Integridade de homem e máquina associados à imagem das empresas e sua relação com a sociedade;
- Aumento da demanda de mercado exigindo crescente aumento do nível de produção, tornando as perdas de produção extremamente crítica;
- Mercado competitivo exigindo que as empresas entreguem produtos com qualidade e baixos custos;
- Implantação de automação industrial resultando condições mínimas de confiabilidade das instalações físicas para que os sistemas de controle avançado operem adequadamente.

Para Lafraia (2001) a confiabilidade é a probabilidade de que um item não falhe, por um período de tempo determinado, sob condições de operação especificada e que pode ser representada pela seguinte equação:

$$R(t) = 1 - F(t)$$

Onde,

$R(t)$ é a confiabilidade e $F(t)$ a distribuição de probabilidade acumulada de falhas.

Conforme a NBR 5462 (1994, p. 3), a confiabilidade é “a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo”.

2.3 Manutenibilidade

Segundo a Reliasoft (2013), manutenibilidade é definida como “a probabilidade de executar uma ação de reparo bem sucedida dentro de um dado tempo”. Ou seja, a manutenibilidade mede a facilidade e a velocidade de uma intervenção até a operação do sistema. Por exemplo, se um sistema possui 90% de manutenibilidade em uma hora, isso significa que há 90% de probabilidade de que o mesmo será reparado dentro de uma hora. A principal

variável levada em conta para o cálculo da manutenibilidade é o tempo de reparo.

Segundo Kraus (1998), o parâmetro de manutenibilidade mais comumente utilizado é o tempo médio para reparo, ou MTTR (*mean time to repair*). O MTTR é medido como o tempo transcorrido para se efetuar uma operação de manutenção, e é utilizado para estimar o tempo em que o sistema não está operacional e também a sua disponibilidade.

O MTTR é calculado da seguinte forma:

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n (\lambda_i \cdot \tau_i)}{\sum_{i=1}^n \lambda_i}$$

Onde,

λ_i =taxa de falha da unidade i ;

τ_i = tempo para reparo da unidade i ;

n =número de unidades;

Para um sistema em que o tempo de reparo segue uma distribuição exponencial, a manutenibilidade é dada por:

$$M = 1 - e^{-\mu t}$$

Onde μ é a taxa de reparo, que pode ser obtida por:

$$1/\mu = MTTR$$

Conforme a NBR 5462 (1994, p. 3), manutenibilidade é a

“capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições especificadas determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos”.

2.4 Aquecedores Industriais

Os sistemas de combustão se constituem no componente principal dos equipamentos térmicos utilizados na indústria. Esse componente é definido, segundo a NBR 12313, como um conjunto composto por queimador, sistema de suprimento de ar de combustão, sistema de suprimento de gás, sistema de detecção de chama, e sistema de controle operacional. Já o queimador (figura 1) propriamente dito, segundo Visani (2006), se constitui em um equipamento que deve ter as seguintes funções:

- Fornecer o combustível e o comburente (ar) à câmara de combustão na correta relação ar/combustível requerida pelo processo, fixando adequadamente o posicionamento da chama;
- Misturar de forma adequada o combustível e o comburente;
- Proporcionar a ignição à mistura;
- Proporcionar os meios necessários para manter uma ignição contínua da mistura combustível/ar (evitando a extinção da chama), mesmo sem o sistema de ignição inicial;
- Permitir a variação da capacidade da queima.



Figura 1 – Queimador à gás
Fonte: Ecoflam (2013)

Outro equipamento do sistema de água quente é o gerador de água quente (figura 2) que tem como função somente aquecer a água recebida pelo sistema de bombeamento primário.



Figura 2 – Gerador de água quente
Fonte: IPT (2008)

2.5 Automação

A automação possui um conceito amplo, havendo um conjunto de técnicas de controle, através de um sistema ativo capaz de fornecer a resposta adequada em função da atuação do processo (WEG, 2002).

Outra definição para automação é qualquer sistema apoiado em computador ou equipamento programável visando respostas rápidas e tornando-se o sistema cada vez mais independente do homem e viável economicamente (WEG, 2002).

Com a utilização de técnicas de inteligência artificial encontrada nos sistemas computadorizados, o homem programa as informações para que a máquina controlada execute as tarefas complexas com decisões rápidas para o processo (ROSÁRIO, 2005).

Segundo Souza (2005), os fatores que levam uma empresa a investir em automação nos processos são:

- Aumento da qualidade do produto devido à precisão das máquinas;
- Diminuição do tempo de fabricação;
- Eliminação de perdas por absenteísmos;
- Maior confiabilidade no processo.

2.6 Controlador Lógico Programável

O controlador lógico programável (CLP) é um equipamento eletrônico utilizado em sistemas de automação. O CLP é um equipamento de grande flexibilidade para aplicações em sistemas e controles, sendo utilizados em grande escala no mercado industrial. Os CLPs permitem desenvolver e alterar a lógica para acionamento e associar diversos sinais de entrada para controlar diversos atuadores nos pontos de saída (MORAES,2001).

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

- Redução de tamanho das instalações;
- Baixo consumo de energia;
- Criação de banco de armazenamento de programas;
- Capacidade de comunicação de diversos equipamentos;
- Não produzem faíscas;
- Fácil diagnóstico durante o projeto;
- Flexibilidade para expansão do número de entradas e saídas;
- Desenvolvimento do projeto sem interrupção do processo produtivo.

2.5.1 Princípio de Funcionamento do CLP

O princípio de funcionamento do CLP é baseado na execução de um programa que foi gerado e carregado dentro do mesmo, o qual se realiza uma série de leitura das variáveis do processo por meio de suas entradas e, através de lógica do programa armazenado, faz ou não intervenções nas variáveis de saída pelo módulo do CLP (ROSÁRIO, 2005).

O aplicativo utilizado para desenvolvimento da programação é o RSLogix. Depois de realizada a transferência do programa, inicia-se o ciclo de operação com uma série de operações sequenciais que podem ocorrer alterações de acordo com a estrutura do programa (BRADLEY, 2006). A figura 3 apresenta o princípio de funcionamento de um controlador lógico programável, sendo cada uma das etapas:

- Varredura de entrada: Tempo necessário para que o CLP leia os dados de entrada;
- 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;

- Varredura de saída: Tempo necessário para que o controlador escreva todos os dados de saída;
- Trabalho de comunicação: É o momento do ciclo de operação no qual a comunicação se realiza com outros dispositivos;
- Overhead: É o tempo realizado no gerenciamento da memória e na atualização dos temporizadores e registros internos.



Figura 3 - Princípio de funcionamento de um CLP
Fonte: Bradley (2006)

2.6.1 Características do CLP-5

O Controlador Lógico Programável utilizado no controle do sistema de água quente industrial é o modelo CLP-5, Figura 4, que oferece flexibilidade na programação, trabalho em rede e possibilidade de escolha dos controladores de entrada e saída (WYLLTEK, 2009).

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, 2006).



Figura 4- Controlador CLP-5
Fonte: Wyltek (2009)

O CLP-5 utiliza-se de 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 (WYLKTEK, 2009).

Segundo Bradley (2006), o CLP-5 possui os seguintes recursos:

- Controladores com tamanhos de memória de até 64KB;
- Centenas de estilos de entra/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.

2.6.2 Programação do CLP

O *RSLogix* é a ferramenta utilizada para a programação do sistema de automação e controle de monitoramento, conforme Figura 5. Este *software* possui todas as ferramentas necessárias para a elaboração do projeto de acordo com a proposta de automação. 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 AUTOMATION, 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. (ROCKWELLAUTOMATION, 2009).

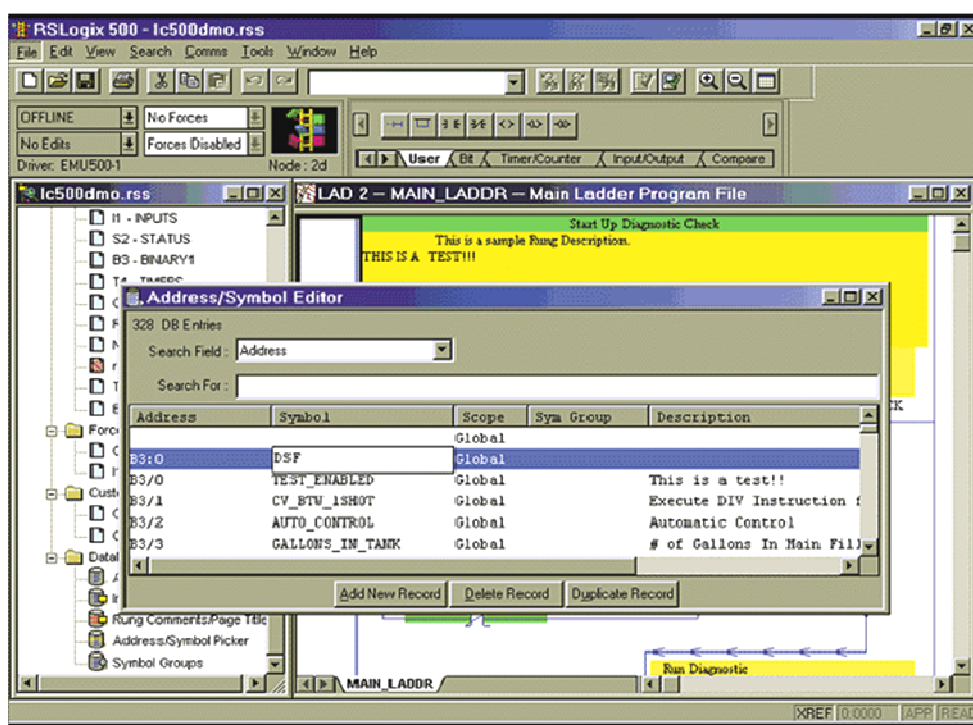


Figura 5 - Tela RSLogix
Fonte: Rockwell Automation (2009)

2.7 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, obtendo dados e pacotes de análise e, comunicar-se com uma variedade de dispositivos em muitas redes diferentes. Conforme a Figura 6, o *RsLinx* fornece uma interface gráfica 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 AUTOMATION, 2009).

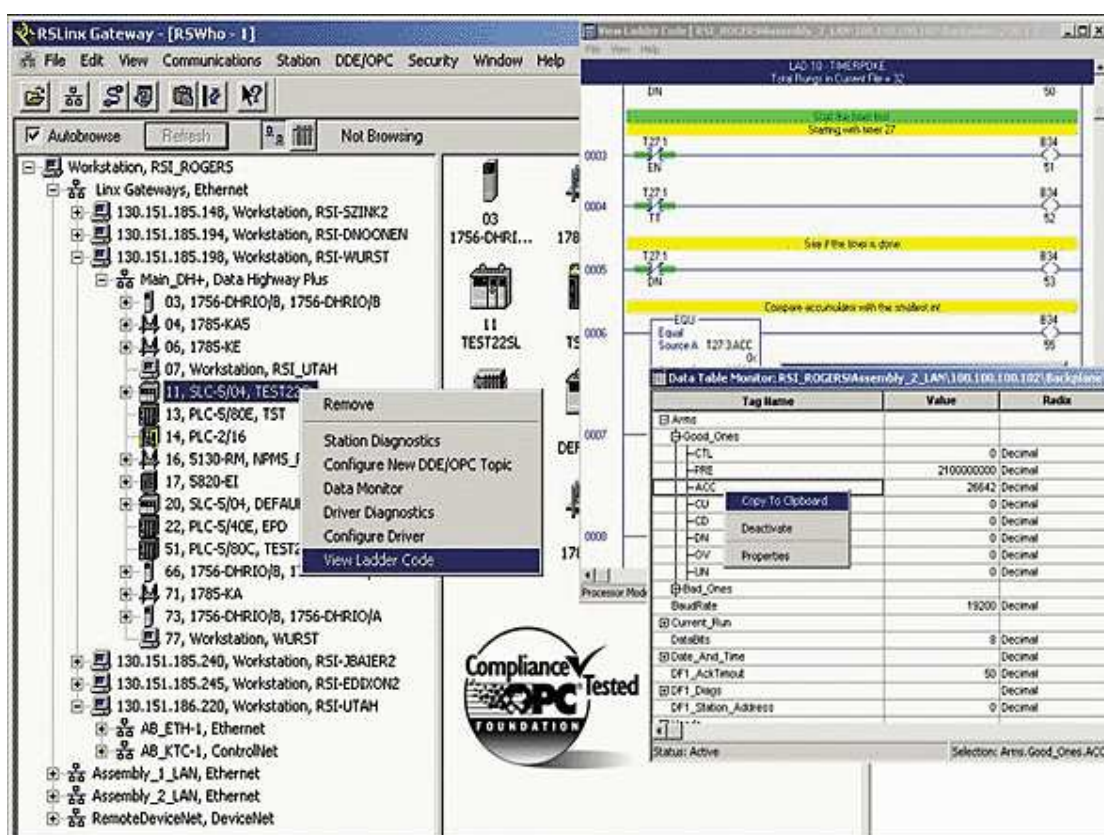


Figura 6 - Tela RSLogix
Fonte: Rockwell Automation (2009)

2.8 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) conforme Figura 7 (SALVADOR, 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 com o operador (DANEELS, 2000).

O sistema supervisório 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).

Um sistema SCADA se comunica com um CLP através de uma interface de comunicação convencional, 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).

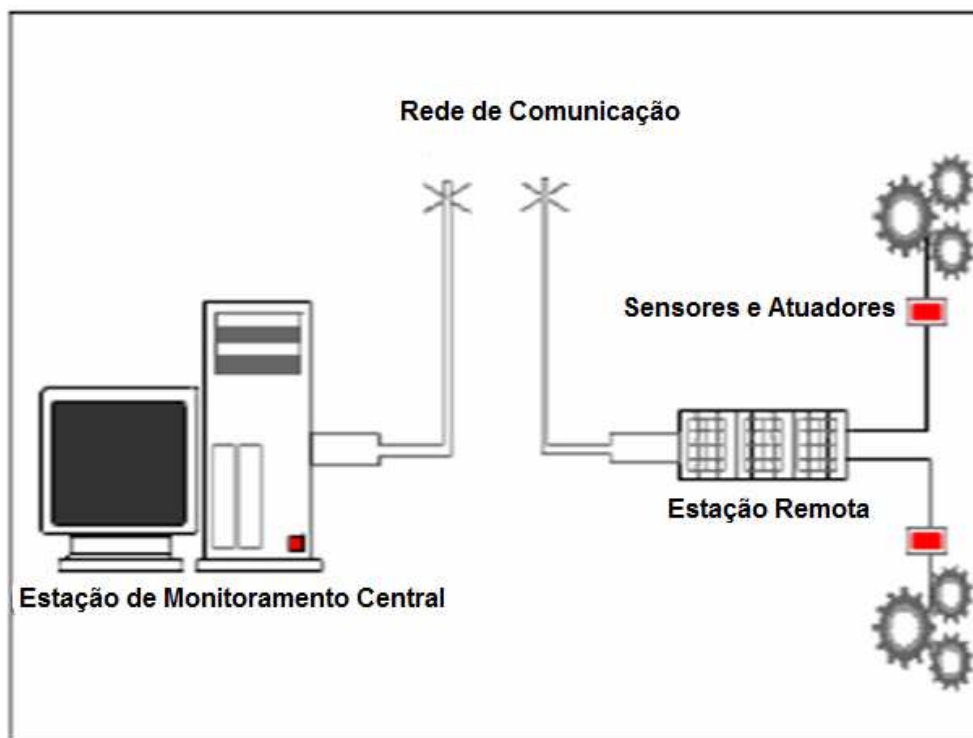


Figura 7 - Sistema de Supervisão e Controle
 Fonte: Adaptado de Salvador (2005)

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 supervisor. 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).

2.8.1 O Sistema Supervisório utilizado

O Sistema supervisório utilizado é o *Factory Talk View* que é um sistema desenvolvido pela empresa ROCKWELL AUTOMATION. Os recursos para desenvolvimento da ferramenta estão descritos abaixo:

- Criação de aplicações complexas que espelham o *layout* de uma planta ou processo;
- Abrir e modificar a tela desenvolvida de forma remota sem interromper o programa em operação;
- Criação de alarmes de monitoramento;
- Aprimoramento de bibliotecas gráficas.

A escolha de um *software* de monitoramento tem como premissa a boa ergonomia para a área de Manutenção e para a Operação do sistema envolvido (conforme exemplo na figura 8) e validação técnica da área de Informática, responsável pela infraestrutura de rede (conforme exemplo na figura 9).



Figura 8 – Tela Supervisório Factory talk
Fonte: Rockwell Automation (2013)



Figura 9 – Interligação Supervisório e CLP
Fonte: Rockwell Automation (2013)

2.9 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).

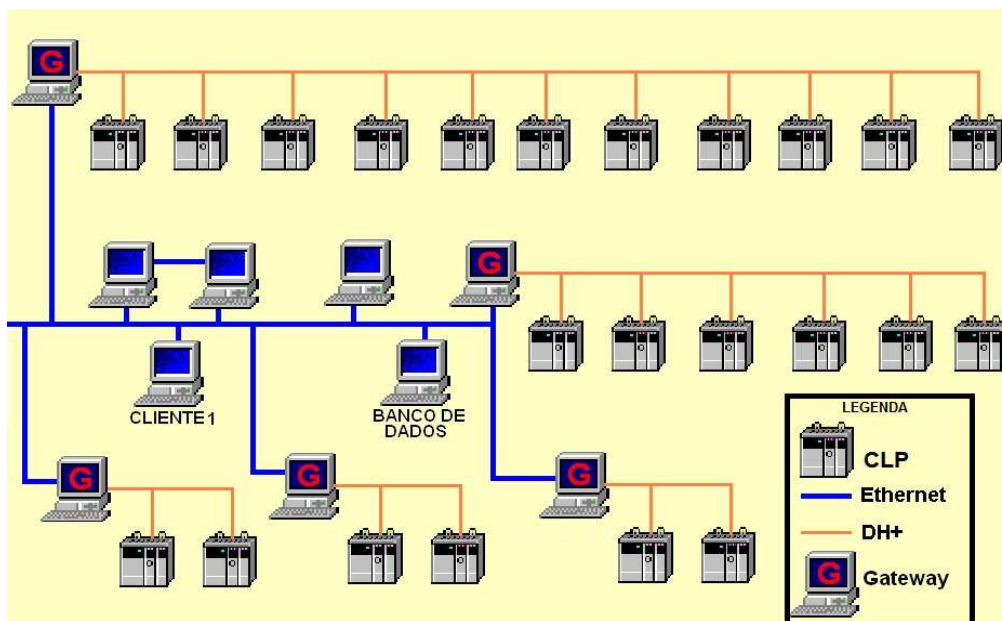


Figura 10 - Arquitetura do sistema
 Fonte: A empresa (2013)

O sistema de supervisão da empresa ao qual o trabalho foi desenvolvido. Dividido em cinco servidores independentes, comunicando-se via protocolo proprietário *Data Highway Plus* (DH+) com os CLP's locais, Figura 10, 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).

2.10 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).

2.11 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, 2006).

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, 2006).

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, 2006).

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, 2006).

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

2.13 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).

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O ambiente a ser explorado é uma Central de Utilidades que tem como função gerar e distribuir fluidos (água quente, água gelada, água desmineralizada e ar comprimido) com parâmetros aceitáveis ao meio produtivo.

Para o desenvolvimento do projeto, primeiramente considera-se como objeto de estudo o sistema de água quente industrial devido sua importância no meio produtivo. Através da tela de monitoramento do sistema de água quente e dos *tags* já monitorados conforme mostra a figura 11, a coleta do *status* da disponibilidade por equipamento dá-se através dos sinais do CLP e demonstrado pela tela de monitoramento do supervisor a ser desenvolvida.

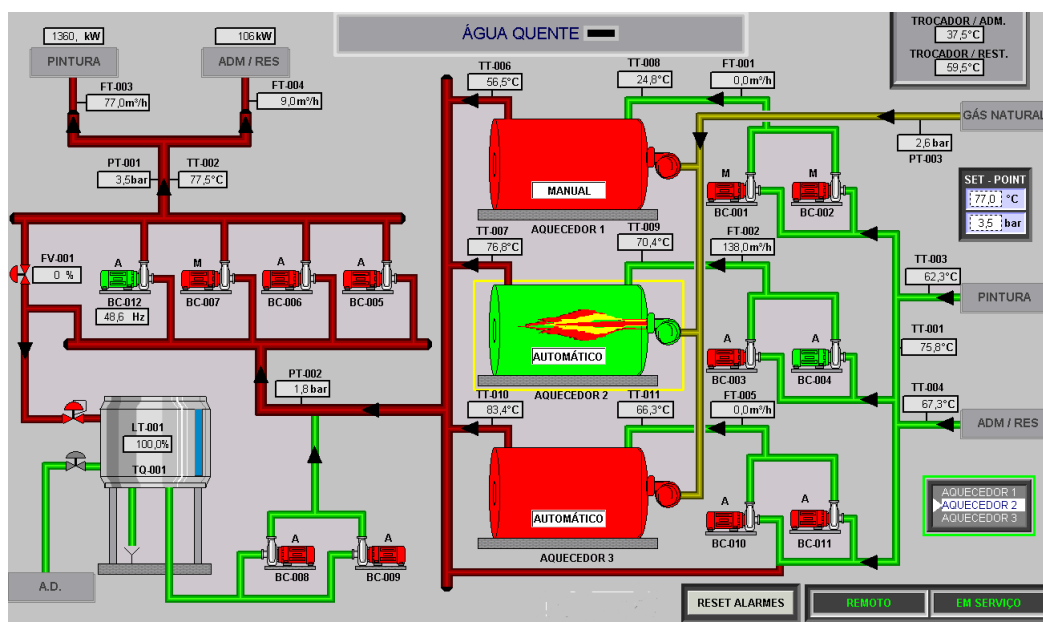


Figura 11 – Supervisor Sistema de Água Quente
Fonte: A empresa (2013)

3.1 Sistema de Água Quente

O sistema de água quente é responsável por manter a temperatura da água em torno de 75°C em modo produtivo. Os queimadores a gás natural entram em funcionamento de acordo com a demanda ou temperatura externa. Os clientes do sistema de água quente são os trocadores de calores de processo e equipamentos condicionadores de ar. O sistema de água quente é composto pelos seguintes equipamentos:

- 03 Geradores de Água Quente
- Marca: TEC
- Modelo: BPHM 2.200
- Fluido Térmico: Água Desmineralizada
- Capacidade: 7.500 litros
- Vazão: 110 m³/h
- $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$
- Capacidade Unitária: 2.200.000 kcal/h
- Queimador: Ecoflam

A figura 12 corresponde a um grupo dos itens supracitados:



Figura 12 – Gerador de água quente
Fonte: Autoria própria (2013)

O sistema de bombeamento primário é composto pelos seguintes equipamentos:

- Quantidade de Moto Bombas: 06 (02 por Gerador de Água Quente)
- Marca Bomba: KSB
- Modelo: Meganorm Bloc
- Tamanho: 80-160
- \varnothing Rotor: 171 / 164 mm
- Motor elétrico: WEG
- Potência: 7,5 cv
- Rotação: 1.760 rpm
- $U = 380V$
- $i = 11,4A$
- $\eta = 88,3\%$
- $\cos \varphi = 0,83$

A figura 13 corresponde a um grupo dos itens supracitados:



Figura 13 – Sistema de bombeamento primário
Fonte: Autoria própria (2013)

O sistema de bombeamento secundário é composto pelos seguintes equipamentos:

- Quantidade de Moto Bombas: 04
- Marca Bomba: KSB
- Modelo: Megabloc
- Tamanho: 80-315
- Vazão de Água: 120 m³/h
- HTM: 45 mca
- Rotação: 1.750 rpm
- Motor elétrico: WEG
- Potência: 30 cv
- Rotação: 1.770 rpm
- U = 380V
- i = 42,3A
- $\eta = 93,0\%$
- $\cos \varphi = 0,85$

A figura 14 corresponde aos itens supracitados:



Figura 14 – Sistema de bombeamento secundário
Fonte: Autoria própria (2013)

O sistema de bombeamento de reposição é composto pelos seguintes equipamentos:

- Quantidade de Moto Bombas: 02
- Marca Bomba: KSB
- Modelo: Hydrobloc P 500T
- Vazão de Água: 5 / 40 L/min
- HTM: 38 / 5 mca
- Motor elétrico: WEG
- Potência: 0,5 cv
- Rotação: 3.450 rpm
- U = 380V
- i = 1,3A

3.2 Desenvolvimento do Sistema de Monitoramento

O mapeamento do endereçamento no programa de CLP é fundamental para início do desenvolvimento do sistema de monitoramento. O endereço no programa é utilizado para definir o *status* de disponibilidade de cada equipamento do sistema de água quente conforme tabela 1. A visualização do *status* permite à equipe de manutenção maior reatividade para a resolução de um eventual problema com cada equipamento monitorado.

EQUIPAMENTO	ENDEREÇAMENTO
BOMBA 01 (BC 001)	B3:1
BOMBA 02 (BC002)	B3:2
BOMBA 03 (BC003)	B3:3
BOMBA 04 (BC004)	B3:4
BOMBA 05 (BC 005)	B3:5
BOMBA 06 (BC 006)	B3:6
BOMBA 07 (BC 007)	B3:7
BOMBA 08 (BC 008)	B3:8
BOMBA 09 (BC 009)	B3:9

BOMBA 10 (BC 010)	B3:10
BOMBA 11 (BC 011)	B3:11
BOMBA 12 (BC 012)	B3:12
AQUECEDOR 01	B3:13
AQUECEDOR 02	B3:14
AQUECEDOR 03	B3:15

Tabela 1 – Endereçamento de CLP dos equipamentos
Fonte: Autoria própria (2013)

A figura 15 representa parte do programa de CLP desenvolvido para acionar os sistemas de bombas e aquecedores, condicionando o modo manual para intervenções em equipamento e consequentemente o registro de disponibilidade na tela gráfica desenvolvida.

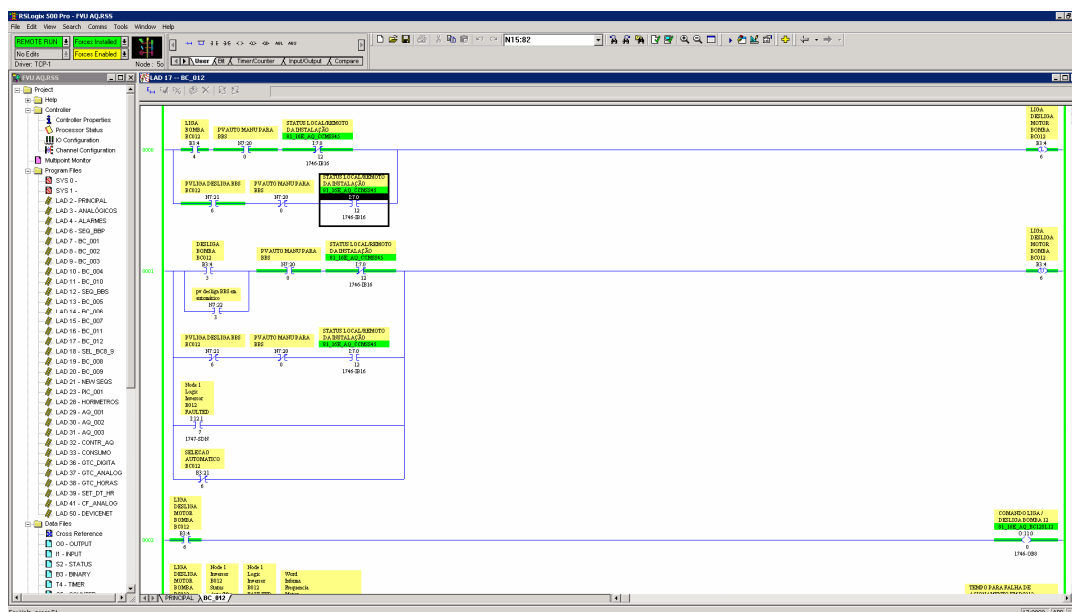


Figura 15 - Programação CLP
Fonte: Autoria própria (2013)

O desenvolvimento do gráfico de monitoramento de disponibilidade inicia-se com a abertura de um projeto novo no ambiente de desenvolvimento do *factory talk view studio* conforme figura 16:

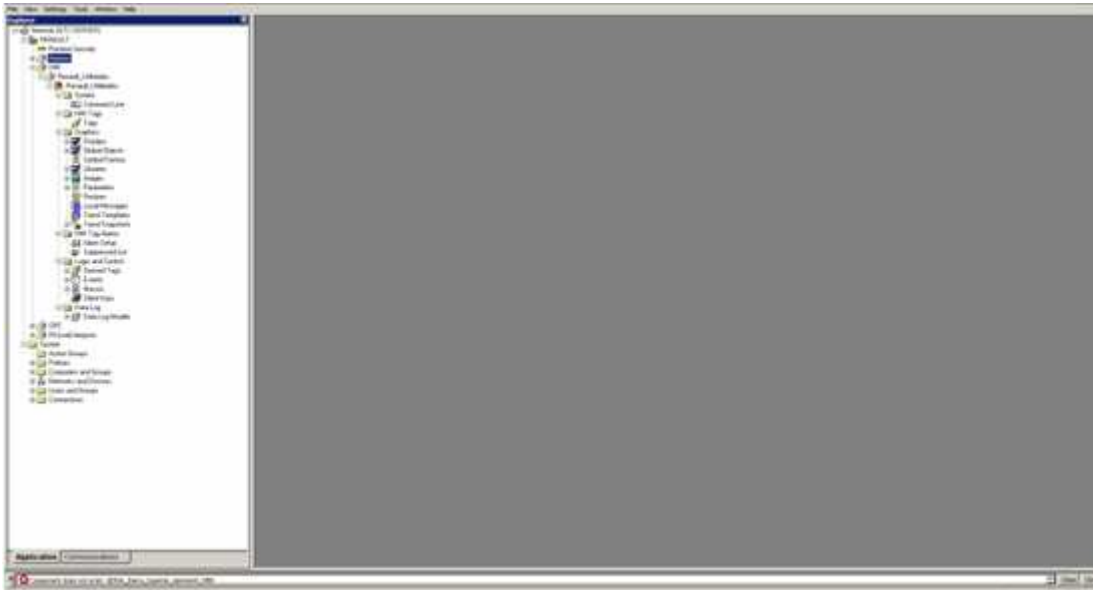


Figura 16 – Ambiente de desenvolvimento de tela
Fonte: Autoria própria (2013)

A próxima etapa é a criação do vínculo de endereçamentos entre o supervisor e o CLP conforme figura 17:

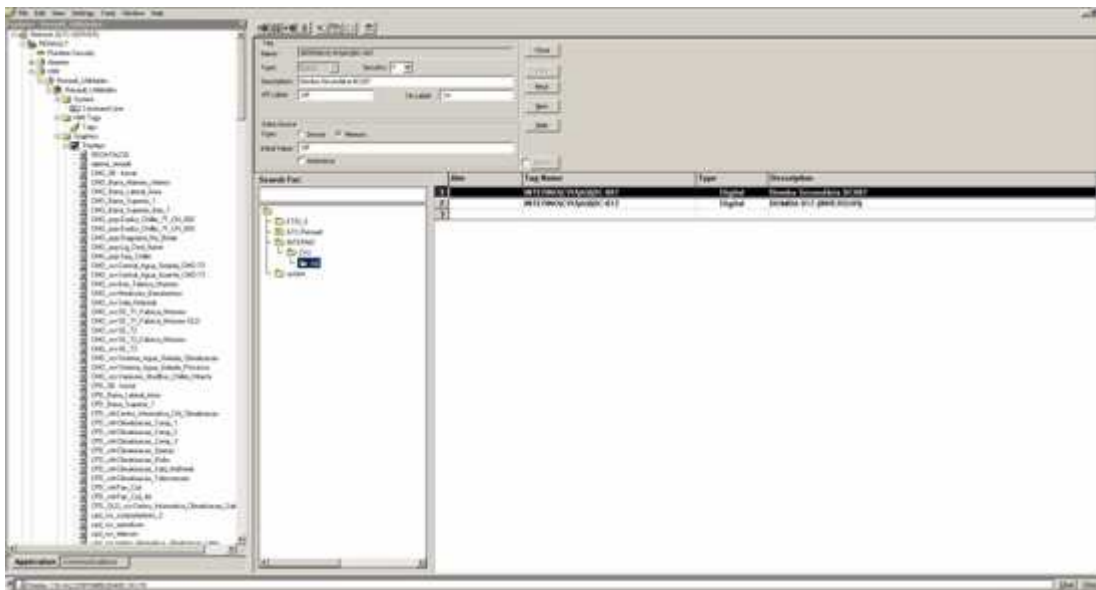


Figura 17 – Criação de vínculos de endereçamento
Fonte: Autoria própria (2013)

O processo de criação de endereçamento no *factory talk studio* se repete (conforme figura 18) até incorporar todos os endereçamentos envolvidos no processo.

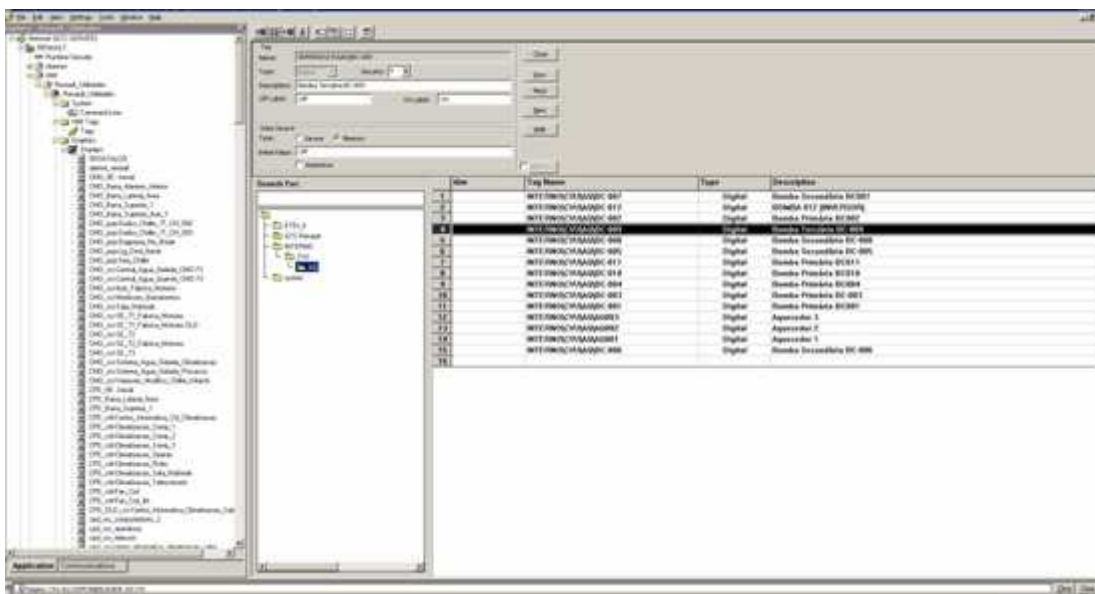


Figura 18 – Criação de vínculos de endereçamento
Fonte: O aluno (2013)

A forma gráfica inicia-se com o desenvolvimento do desenho através de ferramentas disponíveis pelo *factory talk studio* conforme verificado na figura 19:



Figura 19 – Criação gráfica de acompanhamento
Fonte: Autoria própria (2013)

Os gráficos são desenvolvidos através de displays configurados (conforme figura 20) para acompanhamento da disponibilidade.

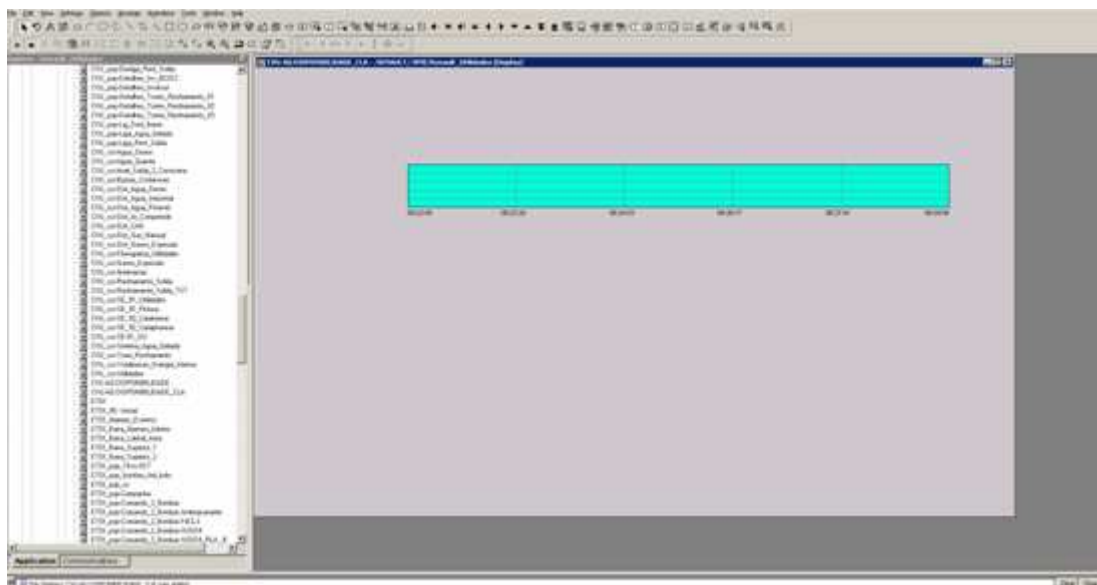


Figura 20 – Criação gráfico de acompanhamento
Fonte: Autoria própria (2013)

A etapa seguinte refere-se à criação de botão indicador com a descrição disponível ou indisponível para cada equipamento considerado no monitoramento conforme figura 21:

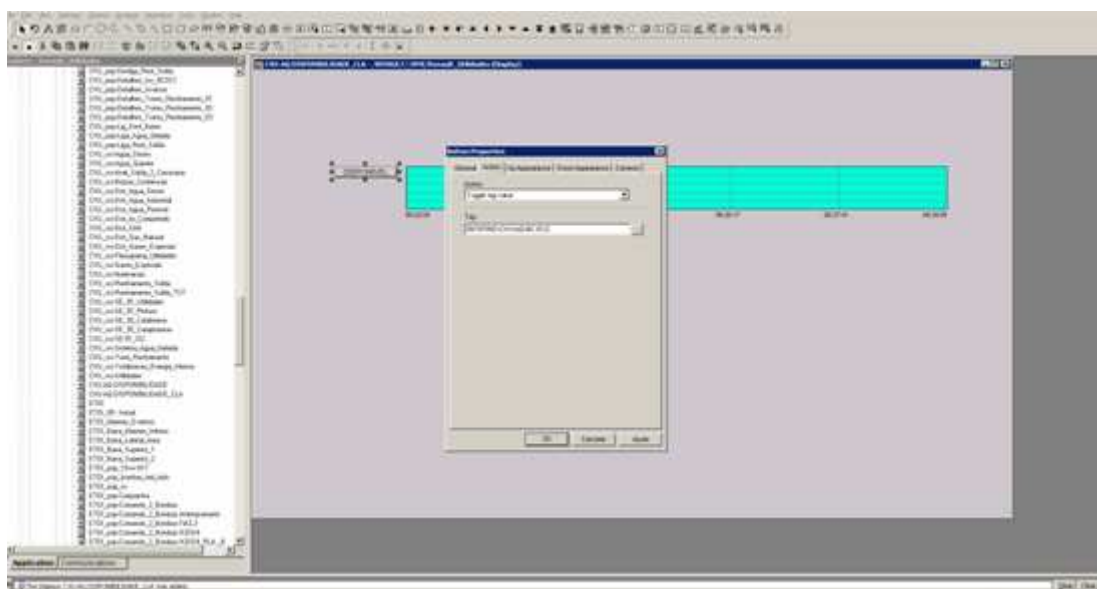


Figura 21 – Criação gráfico de acompanhamento
Fonte: Autoria própria (2013)

A ordem de construção dos gráficos está de acordo com a funcionalidade do equipamento dentro do sistema e o agrupamento permite verificar as situações críticas ao sistema quando, por exemplo, ocorrer de dois

equipamentos do mesmo grupo estiver em status indisponível. A figura 22 representa a arte final da tela gráfica desenvolvida:

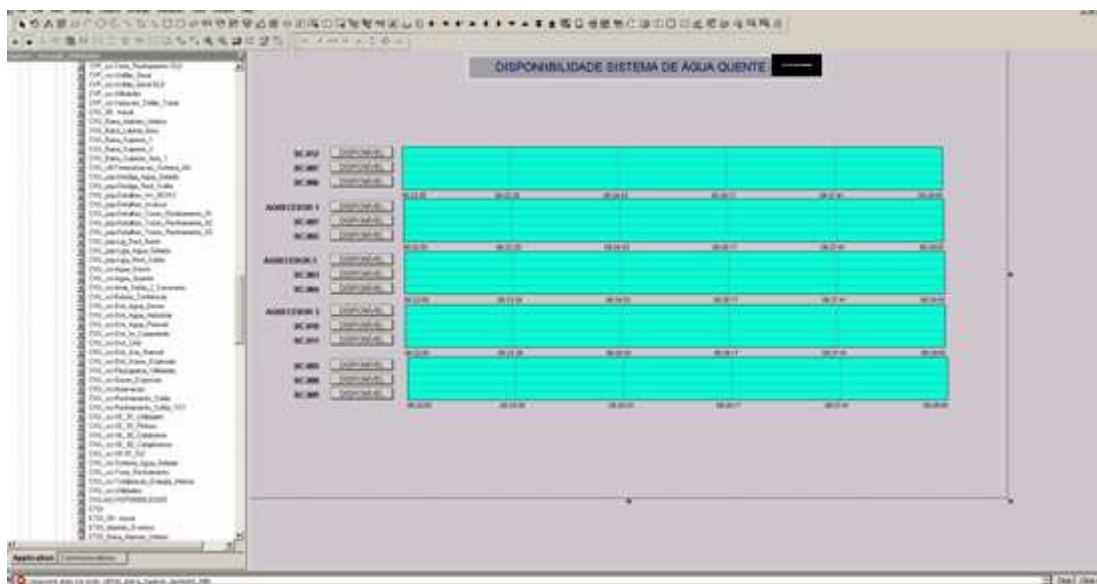


Figura 22 – Criação gráfico de acompanhamento
Fonte: Autoria própria (2013)

Para que a tela desenvolvida se torne operacional, a etapa seguinte vincula os endereçamentos do CLP com os endereçamentos criados no supervisor (conforme figura 23).

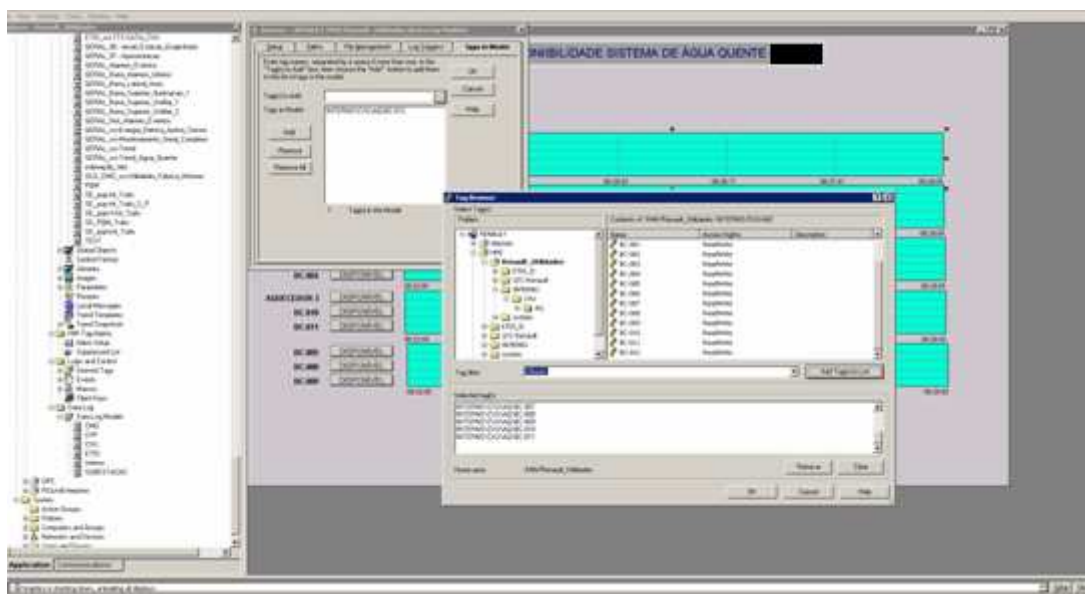


Figura 23 – Criação gráfico de acompanhamento
Fonte: Autoria própria (2013)

Após o desenvolvimento do programa de CLP e o desenvolvimento da tela gráfica (figura 24) a ferramenta torna-se operacional para acompanhamento da disponibilidade de cada equipamento do sistema.

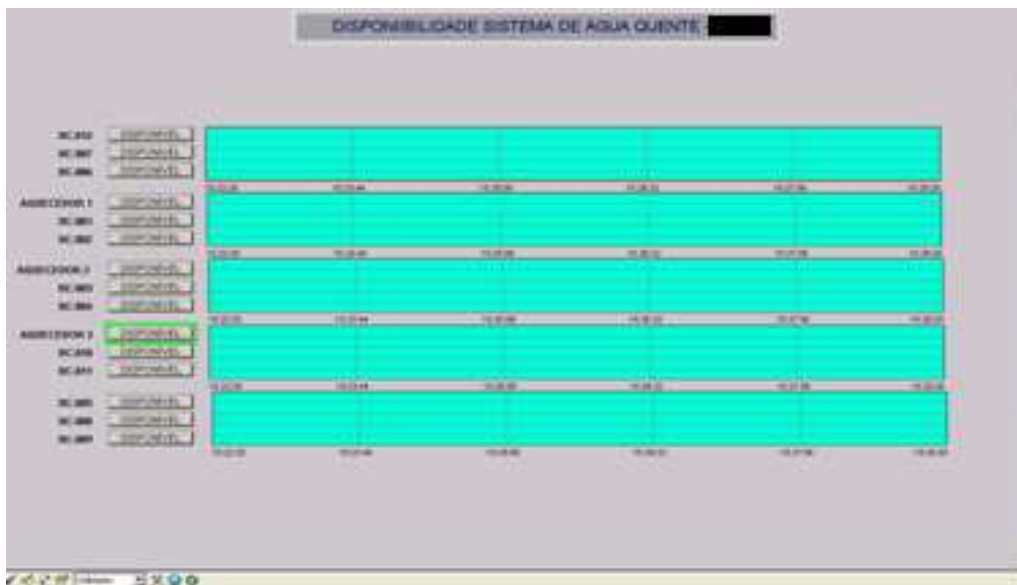


Figura 24 – Gráfico de acompanhamento desenvolvido
Fonte: Autoria própria (2013)

3.3 Teste de Funcionamento

O teste de funcionamento é realizado em período não produtivo e sendo utilizada uma pessoa para acompanhamento no monitoramento do supervisório (figura 25) e uma pessoa em campo para mudar a seleção de status de cada equipamento.

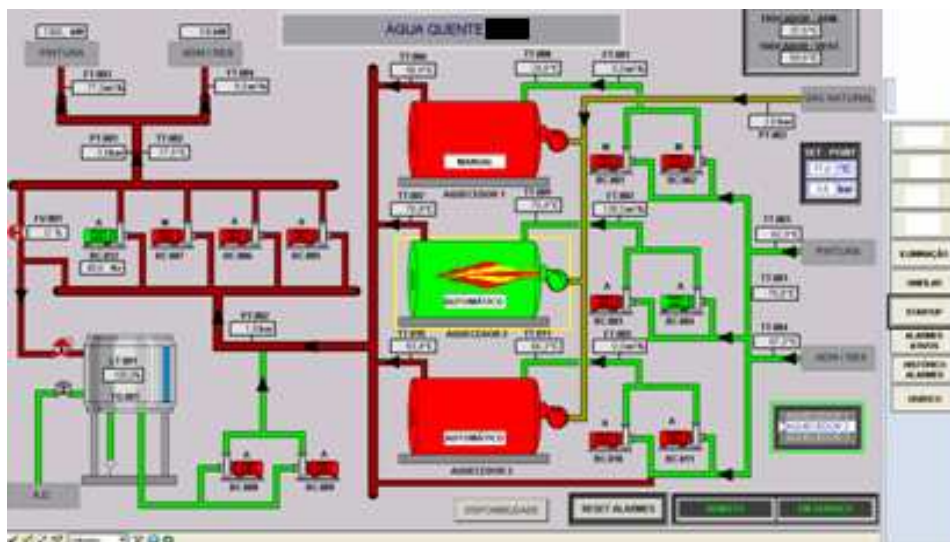


Figura 25 – Supervisório Sistema de Água Quente
Fonte: A empresa (2013)

Através de ramais telefônicos, a comunicação é realizada entre operação e técnico para realização da manobra, cada vez que o técnico muda o status de cada equipamento, a operação visualiza a mudança de status através da tela gráfica desenvolvida conforme figura 26:

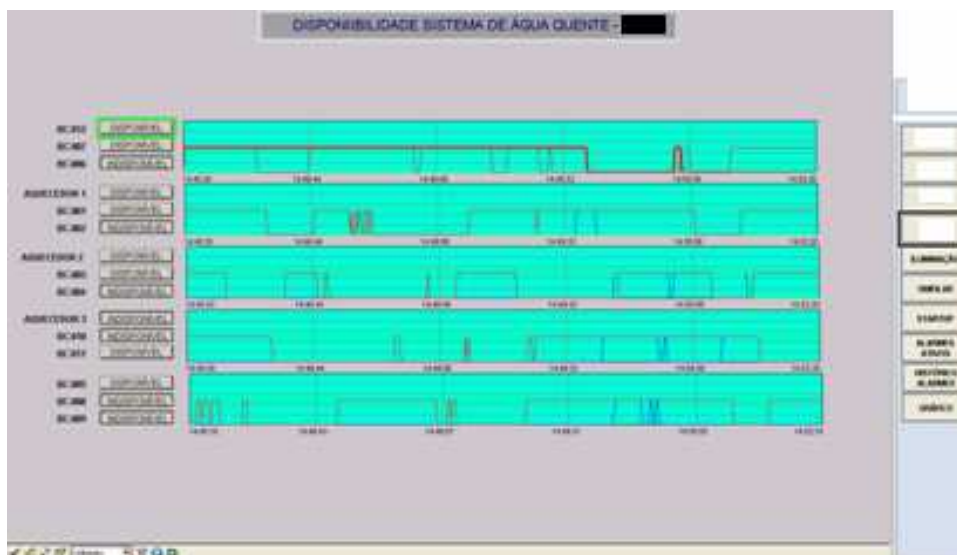


Figura 26 – Teste de status de disponibilidade
Fonte: Autoria própria (2013)

4 RESULTADOS

O monitoramento realizado durante dois meses obteve os registros de disponibilidade por equipamento conforme tabela 2:

Equipamento	Disponibilidade mês 1	Disponibilidade mês 2
Bomba 1	100%	99,48%
Bomba 2	100%	100%
Bomba 3	100%	100%
Bomba 4	100%	100%
Bomba 5	100%	100%
Bomba 6	100%	100%
Bomba 7	0%	85%
Bomba 8	100%	100%
Bomba 9	100%	100%
Bomba 10	100%	100%
Bomba 11	100%	100%
Bomba 12	100%	100%
Aquecedor 1	0%	99,9%
Aquecedor 2	100%	100%
Aquecedor 3	100%	100%

Tabela 2 – Disponibilidade registrada por equipamento
Fonte: Autoria própria (2013)

A bomba 1 obteve o registro de disponibilidade no valor de 100% no primeiro mês de monitoramento, porém no segundo mês de monitoramento ocorreu uma pane de 150 minutos e conseqüentemente fechando o mês com a disponibilidade de 99,48% conforme monitorado na figura 27 e cálculo abaixo:

$$D = \frac{MUT}{MUT + MDT}$$

$$D = \frac{28800}{28800 + 150}$$

$$D = 0,9948 \text{ ou } 99,48\%$$

Sendo que 28800 minutos referem-se aos 20 dias úteis de trabalho.



Figura 27 – Registro de indisponibilidade
 Fonte: Autoria própria (2013)

A bomba 7 teve um desvio registrado em uma análise termográfica, sendo programada uma revisão geral que impactou todo o primeiro mês e três dias no segundo mês registrando uma disponibilidade de 0% e 85% respectivamente, conforme monitorado na figura 28 e cálculo abaixo:

$$D = \frac{MUT}{MUT + MDT}$$

$$D = \frac{28800}{28800 + 4320}$$

$$D = 0,85 \text{ ou } 85\%$$

Sendo que 4320 minutos referem-se aos 3 dias úteis de equipamento indisponível.

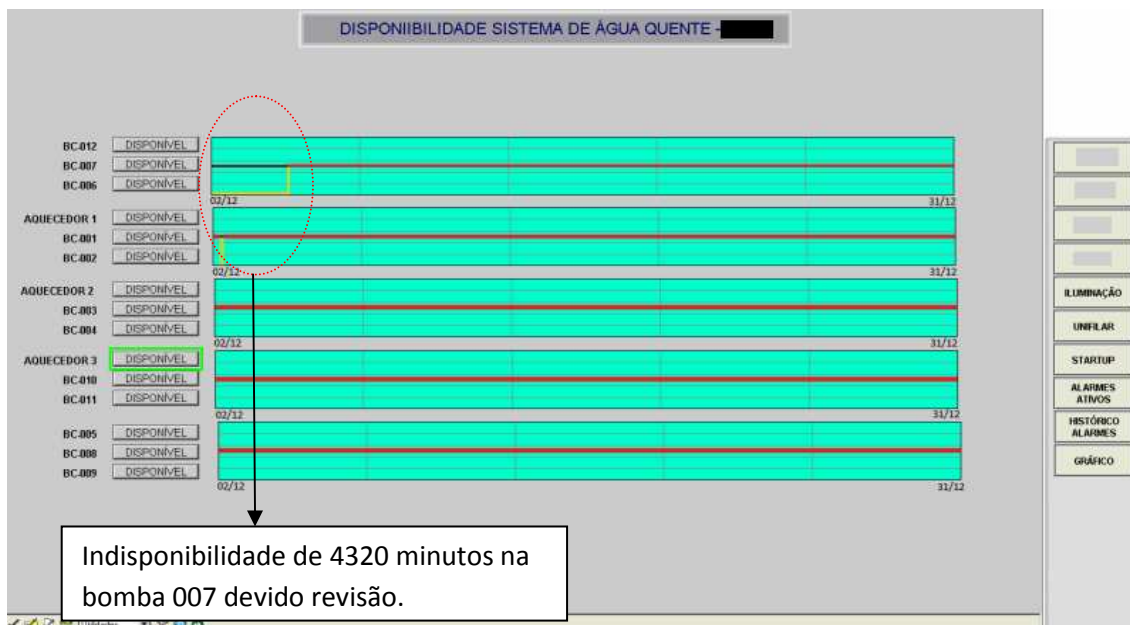


Figura 28 – Registro de indisponibilidade bomba 007
 Fonte: Autoria própria (2013)

O aquecedor 1 apresentava baixa eficiência e teve programação de intervenção no primeiro mês de monitoramento devido temperaturas mais elevadas e sem a necessidade de ligar os três aquecedores. Com intervenção sendo executada no mês todo, a disponibilidade registrada foi de 0% e no segundo mês foi registrado 99,9% devido problema apresentado com o sensor de chama com intervenção registrada de 30 minutos, conforme monitorado na figura 29 e cálculo abaixo:

$$D = \frac{MUT}{MUT + MDT}$$

$$D = \frac{28800}{28800 + 30}$$

$$D = 0,999 \text{ ou } 99,9\%$$

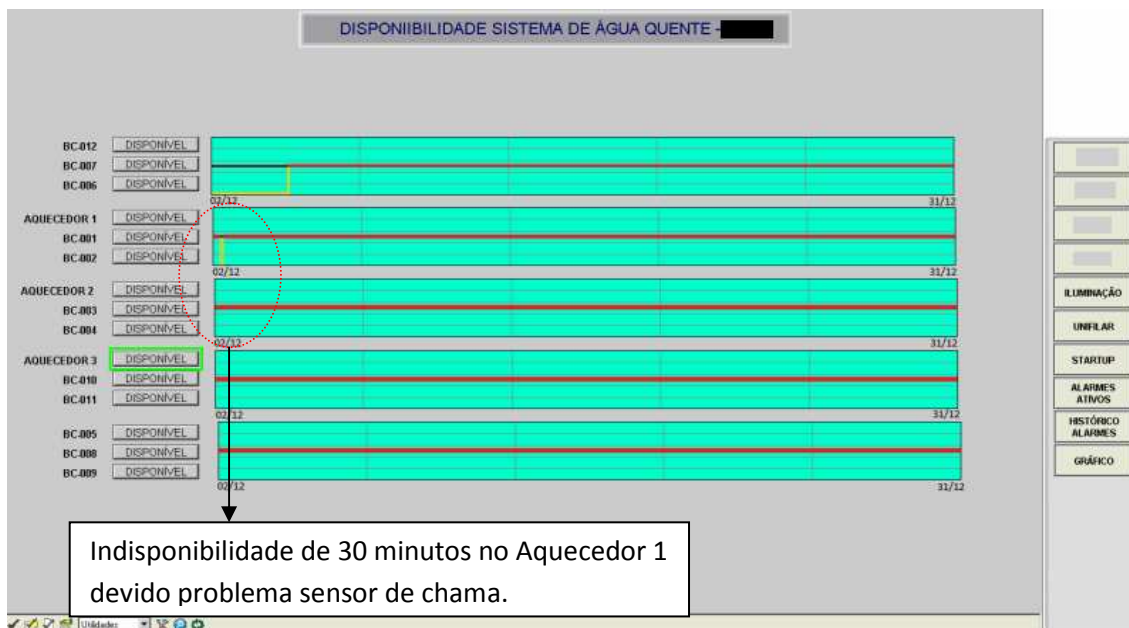


Figura 29 – Registro de indisponibilidade aquecedor 1
 Fonte: Autoria própria (2013)

4.1 Indicador de Disponibilidade

O indicador de disponibilidade é acompanhado mensalmente para o sistema de água quente. Como o sistema possui equipamentos redundantes, principalmente quando a temperatura ambiente fica acima de 18 °C e a demanda não exigem de toda a capacidade do sistema, geralmente o valor realizado no mês é de 100% para uma meta de 99,93%. Apesar disso, para que a manutenção possa trabalhar de forma mais otimizada com foco na confiabilidade, é importante o acompanhamento do estado de cada equipamento, trazendo maior agilidade à manutenção, menor custo e melhor programação de intervenção.

4.2 Plano de Ação

Tendo como base as medições realizadas nos dois meses de testes, houve cinco situações em que a disponibilidade ficou abaixo da meta estabelecida. Diante disso, para tratar os desvios, um plano de ação é montado e seguido para que não haja reincidências nos equipamentos monitorados. A

ferramenta de gestão utilizada para acompanhamento dos desvios é composto de:

- Gráfico do resultado de disponibilidade mensal;
- Gráfico com a classificação do tipo de pane (elétrica, mecânica ou software);
- Gráfico com a classificação da causa (preventiva inadequada, erro de procedimentos, desgaste componente);
- Lista de ações para erradicação da causa contendo prazo, avanço e responsáveis.

4.3 Análise dos Dados

O monitoramento da disponibilidade de cada equipamento via supervisorio, garante uma maior reatividade da equipe de manutenção como, por exemplo, no caso da falha do sensor de chama no aquecedor 1 em que a indisponibilidade foi de apenas trinta minutos. Levando-se em consideração a média de tempo histórica para panes similares, sem o monitoramento do equipamento o tempo previsto de indisponibilidade seria de aproximadamente uma hora, o que resultaria em uma disponibilidade no mês de 99,8%. Esta diferença ocorre devido ao melhor desempenho de diagnóstico com a organização das documentações técnicas e maior velocidade de reparo com os postos avançados de peças críticas.

Outra situação verificada com o monitoramento é com relação à programação de manutenção. Com o agrupamento de equipamentos por circuito, a bomba 1 não pode ter uma intervenção programada no mesmo período que a bomba 2 exceto quando tem uma revisão no aquecedor 1. Além disso, evita-se programação de revisão em períodos de temperaturas mais baixas devido aumento de demanda no sistema.

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.

Constatando uma necessidade da empresa desenvolveu-se um programa num sistema supervisor, que contém o status de disponibilidade de cada equipamento do sistema de água quente, possibilitando acompanhar de forma remota, centralizada e alertar sobre avarias no sistema de água quente da empresa.

As vantagens com esta implantação estão no fato de se obter a informação de forma instantânea, possibilitando a visualização e reação rápida da equipe de manutenção para solucionar o problema ocorrido.

Outra vantagem está no fato de visualizar na tela desenvolvida o comportamento de cada equipamento, verificando de forma rápida possíveis falhas intermitentes. Além disso, medir a disponibilidade e criar indicadores individuais por equipamento para que possa garantir os recursos necessários do sistema ao departamento produtivo.

Diante disso a tendência é que as boas práticas de manutenção se tornem cada vez mais utilizadas e robustas, com a aplicação da metodologia de análise do tipo e efeito de falha e levantamento de peças críticas para desenvolvimento de um estoque avançado.

5.1 Proposta Para Trabalhos Futuros

O desenvolvimento de uma tela gráfica de acompanhamento de disponibilidade, além da criação de indicadores individuais pode ser aplicado para outros sistemas da Central de Utilidades, devido características similares dos equipamentos instalados. Para que se possa trabalhar de forma padrão e devido aos benefícios já citados, a abrangência ocorrerá de acordo com os avanços de implantação.

REFERÊNCIAS

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR 5462 – Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT. NBR 12313 – Sistema de combustão**. Rio de Janeiro, 2000.

BRADLEY, Allen. **Installation and operation manual**. Allen Bradley Company, 2006.

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/ref/CERN/CNL/2000/003/scada/>>. Acesso em: 17/11/2013.

DAYTON, Knight. **SCADA explained**. Disponível em: <http://www.daytonknight.com/Projects/SCADA/scada_explained.htm>. Acesso em 09/11/2013.

ECOFLAM, **Manual técnico de queimador de gás**. Ecoflam Sud America Ltda, São Paulo, 2000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO – IPT. **Manual de Procedimentos para Utilização Racional de Gás Natural em Caldeiras**. São Paulo, 2008.

KARDEC, A., NASCIF J., **Manutenção Função Estratégica**, Rio de Janeiro, Ed. Qualitymark, 2001.

KARDEC, A., NASCIF J. e BARONI T., **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**, Rio de Janeiro, Ed. Qualitymark, 2002.

KRAUS, J. W. **Maintainability and reliability. Handbook of reliability engineering and management**. New York, 1998.

LAFRAIA, J. T. B., **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**, Rio de Janeiro, Ed. Qualitymark, 2001.

MONCHY F. A., **A Função Manutenção: Formação para Gerência da Manutenção Industrial**, São Paulo, Ed. Durban Ltda, 1989.

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.

RELIASOFT. **System analysis reference, reliability, availability and optimization**, 2013. Disponível em <www.weibull.com>. Acesso em 09/01/2014.

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

ROCKWELL AUTOMATION. **Design & configuration. RSLogix and Linx**. Disponível em: <<http://www.rockwellautomation.com>>. Acesso em: 02/11/ 2013.

SALVADOR, Marcelo. **O que são sistemas supervisórios?** São Paulo, dez. 2005. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/49782659/oQueSaoSistemasSupervisorios>> Acesso em: 16/10/2013.

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

SIQUEIRA, I. **Manutenção centrada em confiabilidade**. Rio de Janeiro, Ed: Qualitymark, 2005.

SOUZA, Rodrigo Barbosa de, **Uma arquitetura para Sistemas Supervisórios Industriais e sua Aplicação em Processos de Elevação Artificial de Petróleo**, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, 2005.

VISANI, Millo. **Sistemas de Combustão**. Apostila do curso de atualização em gases combustíveis. São Paulo, 2006.

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/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden.flypage&product_id=658&category_id=39&manufacturer_id=0&option=com_virtuemart&Itemid=26> Acesso em: 10/12/2013.