

**GABRIEL FRANCO DE CAMPOS**

**SISTEMA DE SUPERVISÃO DE  
RESERVATÓRIOS DE ÁGUA E ESGOTO  
DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

São Carlos  
2008

**GABRIEL FRANCO DE CAMPOS**

# **SISTEMA DE SUPERVISÃO DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA E ESGOTO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Escola de Engenharia de São Carlos, da  
Universidade de São Paulo

Curso de Engenharia Elétrica com ênfase em  
Eletrônica

ORIENTADOR: Professor Dr. Dennis Brandão

São Carlos  
2008

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Support Comércio de Equipamentos e Automação Industrial, local de estágio e por consequência do trabalho de conclusão de curso, ao engenheiro especialista em equipamentos *Rockwell Automation* Ronaldo Vieira Rincon, que se dispôs a oferecer ajuda sempre que necessário e realmente o fez, a todos os funcionários e amigos da empresa que de certa forma colaboraram para o êxito desse documento, ao meu orientador Prof. Dennis Brandão que me ajudou e me apoiou sempre que necessitei. E finalmente agradeço a meus pais, José e Ana Cláudia, grandes incentivadores ao longo de toda formação acadêmica.

Dedico este trabalho a todas essas pessoas.

## Sumário

I – Lista de Figuras	5
II- Lista de Tabelas	5
III – Resumo	6
IV – <i>Abstract</i>	7
CAPÍTULO 1 – Introdução	7
CAPÍTULO 2 - Automação Predial	9
CAPÍTULO 3 – CLP – Controlador Lógico Programável	11
3.1 – Características	11
3.2 – Programação do CLP	12
CAPÍTULO 4 – Esquemas Elétricos	20
CAPÍTULO 5 – IHM – Interface Homem-Máquina	26
5.1 – Características	26
5.2 – Confecção das Telas	28
CAPÍTULO 6 – Resultados e Conclusões	32
CAPÍTULO 7 – Referências Bibliográficas	34

## I - Lista de Figuras

Figura 1 – Sistema de Captação de água pluvial	10
Figura 2– Arquitetura do CLP	11
Figura 3 – Entradas e Saídas dos MicroLogix 1200	11
Figura 4 – Detalhes do código de catálogo	11
Figura 5 – CLP Allen Bradley 1762-L24BWA	12
Figura 6 – Esquema de Endereçamento	12
Figura 7 – Pontos de Entrada da Expansão	13
Figura 8 – Subrotina <i>PRINCIPAL</i>	15
Figura 9 - Subrotina <i>H2O_TRATAD</i>	17
Figura 10 – Subrotina <i>ESGOTO</i>	18
Figura 11 – Subrotina <i>H2O_SERVID</i>	19
Figura 12 – Instalação Elétrica do Painel de Supervisão das Bombas	21
Figura 13 – Borneira de Saída do CLP	22
Figura 14 – Borneira de Entrada do CLP	23
Figura 15 – Borneira do Cartão de Expansão	24
Figura 16 - <i>Panel View Plus 600</i>	27
Figura 17 - Tela Inicial	28
Figura 18 – Bombas do Poço Artesiano	29
Figura 19 – Bombas de Esgoto	29
Figura 20 – Liga/Desliga Bombas	30
Figura 21 – Status Grupo Gerador e Central de Água Quente	30
Figura 22 – Bombas de Circulação de água quente	31
Figura 23 – Painel implementado	32
Figura 24 – IHM implementada	32
Figura 25 – Reservatórios do nível Superior	33

## II – Lista de Tabelas

Tabela 1 – Entradas ; Palavra=0	13
Tabela 2 – Entradas ; Palavra=1	14
Tabela 3 – Saídas	14

### III – Resumo

Com a evolução de edifícios e residências inteligentes, e com a diminuição nos custos dos equipamentos eletrônicos, o interesse pela automação de sistemas prediais vem crescendo. O monitoramento de sistemas elétricos, mecânicos e hidráulicos é de extrema importância, e para isto, confiabilidade é primordial.

O Controlador Lógico Programável (CLP) foi criado na década de 70 para automatizar o acionamento sequencial de relés em linhas de manufatura e para o controle e automação de processos do tipo liga/desliga. Eram então equipamentos isolados e dedicados a uma tarefa específica. Os CLP's evoluíram e hoje incorporam recursos de controle analógico em processos contínuos, estão integrados aos outros equipamentos na hierarquia de controle e podem ser facilmente reconfigurados através de programação remota.

Neste trabalho está contido o projeto de um sistema de supervisão do hidráulico de um edifício inteligente, destinado à equipe de manutenção deste prédio, e que foi implementado com sucesso em um hotel na cidade de Campinas – SP. Para isso foi utilizado um CLP, e uma IHM (Interface Homem-Máquina), trazendo maior eficiência ao monitoramento.

O objetivo deste é a aplicação envolvendo CLP's IHM em edificações residenciais, aplicações estas que são vistas com mais frequência na indústria. Portanto, um novo e promissor tipo de consumidor final.

**Palavras Chave:** Automação Predial, Supervisão, Interface Homem-Máquina (IHM), Controlador Lógico Programável (CLP).

#### **IV – Abstract**

*With the development of intelligent buildings and residences, and with the decrease in the cost of electronic equipment, the interest in automation systems is growing.*

*The monitoring of electrical systems, mechanical and hydraulic systems is of extreme importance, and for this, reliability is paramount.*

*The Programmable Logical Controller was introduced in the 70's to replace the relay logic in manufacturing lines in on/off control. They were devices isolated and dedicated to one specific task. The PLC's evolution introduced analog control capabilities for continuous processes and integrated them with other devices in the control hierarchy, which can be remotely reconfigured through programming.*

*This work is in the design of a supervisory system of hydraulic an intelligent building, for the team to retain this building, which was implemented successfully in a hotel in the city of Campinas - SP. For this we used a PLC and an HMI (Human-Machine Interface), bringing greater efficiency to the monitoring.*

*The purpose of this work is the application involving PLC's and HIM in residential buildings, these applications that are seen most frequently in the industry. Therefore, a process of technology transfer from industry to another type of consumer.*

**Keywords:** *Building Automation, Supervisory, Human Machine Interface (HMI), Programmable Logic Controller (PLC).*

## 1- Introdução

Em instalações prediais, seja para uso comercial ou residencial, tem-se a necessidade de controle de bombas para atender os vários usos da água nestas edificações. Estas bombas geralmente são utilizadas para o suprimento de água (bomba de poço artesiano, quando houver, e bomba de recalque) e esgotamento sanitário. Além destas bombas, consideradas essenciais ao perfeito funcionamento da edificação, podem existir outros equipamentos que garantem praticidade, economia de energia e conforto, tais como central de água quente e grupo gerador à diesel.

Normalmente estes controles são realizados de maneira independente, nos quadros de comando de cada equipamento, e utiliza-se da teoria do controle lógico para o intertravamento e seqüenciamento do funcionamento. O controle lógico realiza-se por meios de circuitos (elétricos, hidráulicos, pneumáticos, etc.) em que as variáveis são binárias; esses circuitos são chamados de redes lógicas.

Com a evolução da eletrônica e com a redução de seus custos, possibilitou-se o uso de equipamentos com essa tecnologia incorporada, de maneira a facilitar o desenvolvimento de projetos de controle e o incremento de recursos técnicos.

Um dos equipamentos mais conhecidos e utilizados em escala industrial na atualidade para o desenvolvimento de controles lógicos é o Controlador Lógico Programável (CLP). O CLP é um dispositivo eletrônico que controla máquinas e processos. Utiliza uma memória programável para armazenar instruções e executar funções específicas que incluem controle de energização/desenergização, temporização, contagem, seqüenciamento, operações matemáticas e manipulação de dados.

Este estudo tem o objetivo de demonstrar o uso do CLP em instalações prediais, controlando os equipamentos da área de utilidades e discutir as vantagens desta aplicação, bem como seus impactos técnicos e econômicos sobre o projeto da edificação.

No projeto foi utilizado basicamente um CLP de pequeno porte, denominado comercialmente por Micro-CLP, e uma Interface Homem-Máquina (IHM), para permitir a monitoração de status e funcionamento do sistema. Como a quantidade de pontos para receber sinais de campo (entradas) e pontos para atuar em equipamentos de campo (saídas) do Micro-CLP escolhido era menor que o necessário, utilizou também uma expansão apropriada pra este Micro-CLP.

Em primeiro lugar, foram determinadas as funções que o sistema (CLP + IHM) realizou. Neste projeto, o CLP atua na monitoração dos reservatórios de água, recebendo comandos externos da IHM e acionando um alarme quando necessário.



Foram também montados os diagramas de interligação dos painéis existentes com o sistema de automação, para determinar a instalação elétrica e a quantidade de pontos do CLP. Após essas etapas iniciais, vem o desenvolvimento do programa do CLP e do programa da IHM. E por último, a montagem do painel, testes e *start-up*.

Foi desenvolvido um programa para o CLP, que juntamente com a IHM monitora dois reservatórios de água potável, um inferior e um superior. Uma bomba de sucção traz água proveniente da distribuidora para o reservatório inferior, e outras duas bombas levam deste ao superior, para serem distribuídas aos apartamentos. A equipe de manutenção pode ligar/desligar estas bombas via IHM. Para um segundo reservatório, o de esgoto, existem duas bombas que o operador pode ligar/desligar também, de acordo com o nível, que é monitorado via IHM. Além destes acionamentos, o usuário também terá disponível o estado ligado/desligado do gerador, da central de água quente e das bombas de circulação de água quente. Assim, informações são centralizadas para a equipe técnica.

Neste trabalho, encontra-se no capítulo 2, um breve histórico da automação predial, tendo como exemplo um edifício inteligente. No capítulo 3, características do CLP escolhido, mapeamento de entradas e saídas e programação *Ladder*. No capítulo 4, a instalação elétrica, montagem do painel e os desenhos em AutoCAD. No capítulo 5, encontram-se informações sobre a IHM *PanelView 600*, e a confecção das telas em ambiente *RSView Studio*. No capítulo 6 são mostrados os resultados do projeto implementado e conclusões. E por fim, no capítulo 7, referências bibliográficas.

## Capítulo 2 - Automação Predial

A designação Edifício Inteligente surgiu na década de 80 e hoje possui uma boa aceitação no mundo. Antes, foi precedida por diversas denominações tais como edifício esperto (*smart building*); edifício tecnologicamente avançado (*high tech building*); edifício automatizado e também edifício integrado.

Na década de 90 o termo edifício inteligente consolidou sua dimensão, agregando conceitos de engenharia no que se refere ao projeto, construção e operação de edifícios. Bolzani (2004) comenta que “Cada nova tecnologia traz acoplado um novo vocabulário. Quando o assunto é residência inteligente, não é diferente: casa automática, casa inteligente, automação residencial, retrofitting, domótica, etc.- mas tudo pode ser resumida em uma só palavra: conforto.” Para o autor as características fundamentais num sistema inteligente são: capacidade para integrar todos os sistemas; atuação em condições variadas; memória; noção temporal; fácil relação com o usuário; facilidade de programação e auto-correlação.

Todas as definições para Edifícios Inteligentes têm como objetivo comum a criação de um ambiente eficiente e produtivo, através de custos mínimos. Assim, os Edifícios Inteligentes têm evoluído como resposta às demandas do mundo atual (eficiência, produtividade e segurança); à globalização; à diversificação e evolução dos serviços oferecidos e disponibilizados num edifício; à difusão e popularização das tecnologias mecatrônicas e da informação e à necessidade de maior flexibilidade e versatilidade dos recursos, convertendo-se assim em um novo paradigma para a concepção e o projeto de edifícios.

A automação é também um método de controle. Controlar é atuar sobre diversas grandezas de modo que o sistema possua um comportamento adequado, de acordo com as especificações fornecidas a priori. Nesse contexto, automatizar é dotar os sistemas de mecanismos ou dispositivos que, com um mínimo de intervenção humana, permitam que sejam alcançadas as especificações de segurança, produtividade, qualidade, conforto e outras.

Neste trabalho daremos ênfase no sistema de fluídos num ambiente de um Edifício Inteligente. Os sistemas de fluídos correspondem à distribuição de água (quente e fria) e automatização de atuadores e bombas que possibilitam o controle de vazão destes fluidos em tempo real.

Em relação à conservação de energia e água, há vários sistemas desenvolvidos tais como coletores solares para aquecimento de água; reuso das águas cinzas (originadas da lavanderia e pias) para a manutenção do prédio; conta de água individualizada em condomínios; captação e aproveitamento da água pluvial. Na figura 1 pode ser observada a captação e aproveitamento da água pluvial.

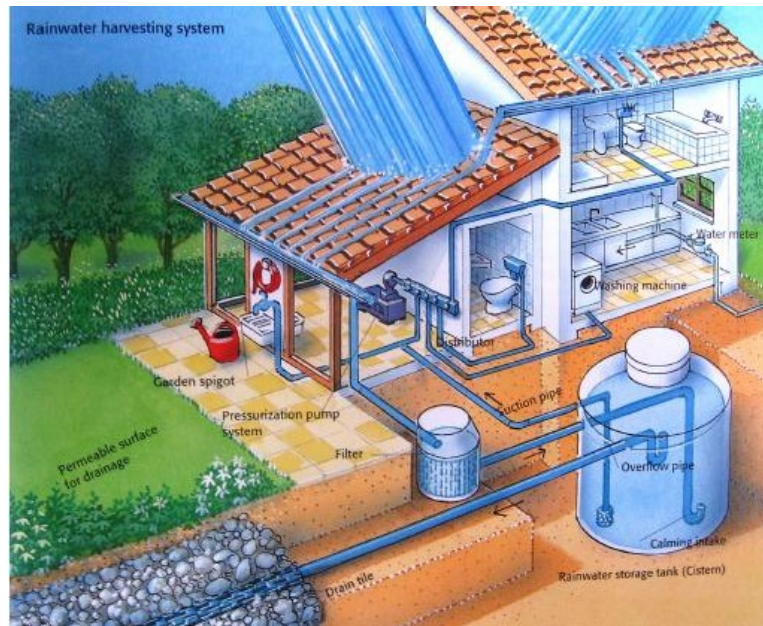


Figura 1 – Sistema de Captação de água pluvial. (SCHMITZ-GUNTER, 1999)

Num edifício inteligente diversos sistemas são automatizados que trazem mais confiabilidade, eficiência e conforto aos usuários, tais como:

- Geração e controle da energia elétrica;
- Segurança e vigilância;
- Sistema de proteção contra incêndios;
- Iluminação;
- Entretenimento e Sonorização;
- Serviço de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (AVAC);
- Dispositivos para portadores de necessidades especiais;
- Central de aspiração à vácuo;
- Sistema de fluídos, que é o enfoque deste projeto.

## Capítulo 3 - CLP (Controlador Lógico Programável)

### 3.1 - CLP - Características

Controlador Lógico Programável Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais. Segundo a NEMA (National Electrical Manufacturers Association), é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, seqüenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.

Os componentes básicos de um CLP são três: fonte de alimentação, processador e dispositivos de entrada e saída.

A UCP (Unidade Central de Processamento) é composta por memórias RAM, ROM e EPROM. A figura 2 é um esquema da arquitetura do CLP.



Figura 2– Arquitetura do CLP

Para a escolha do CLP, deve-se sempre levar em conta o número de entradas e saídas necessárias para a aplicação. Neste caso, necessita-se 17 entradas e 7 saídas.

Família do Controlador		Entradas		Saídas	
		Quantidade	Tipo	Quantidade	Tipo
Controladores MicroLogix 1200	1762-L24BWA	14	24 Vcc	10	relé
	1762-L24AWA	14	120 Vca	10	relé

Figura 3 – Entradas e Saídas dos MicroLogix 1200

Os CLP's Allen-Bradley são catalogados de acordo com um padrão, de modo que sabe-se algumas características do dispositivo à primeira vista, como exemplificada na figura 4 a seguir:

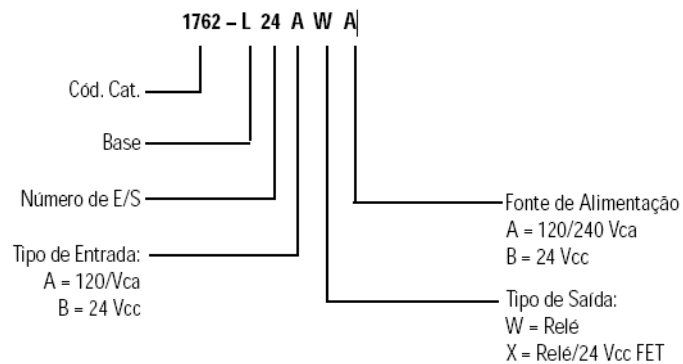


Figura 4 – Detalhes do código de catálogo

O código de catálogo varia de acordo com o dispositivo, assim como o número de base; Depois vem o numero de entradas e saídas, o tipo de entrada, o tipo de saída e a alimentação do dispositivo.

Neste projeto, o CLP utilizado tem o código 1762-L24BWA, e foi uma escolha do cliente, devido ao número de entradas e saídas, é o dispositivo economicamente mais vantajoso.



Figura 5 – CLP Allen Bradley 1762-L24BWA

### 3.2 – Programação do CLP

A linguagem ladder, diagrama ladder ou diagrama de escada é um auxílio gráfico para programação de CLPs no qual as funções lógicas são representadas através de contatos e bobinas, de modo análogo a um esquema elétrico com os contatos dos transdutores e atuadores. A linguagem ladder está entre as cinco linguagens de programação dde CLPs definidas pela IEC 61131-3 : FBD (Function block diagram), LD (Ladder diagram), ST (Structured text), IL (Instruction list) e SFC (Sequential function chart). O nome (*ladder*, escada em inglês) provem do fato que a

disposição dos contatos e bobinas é realizada, de maneira geral, na horizontal, que lembra o formato de uma escada.

O esquema de endereçamento de E/S padrão Rockwell Automation é mostrado na figura 6 abaixo:



Figura 6 – Esquema de Endereçamento padrão Rockwell Automation

Como Tipo de Arquivo (X), temos “I” para entrada e “O” para saída, por exemplo; O Número do Arquivo de Dados (d) é opcional, e tem-se 0 para saídas e 1 para entradas. Número da ranhura (s) é 0 para E/S incorporadas no CLP e de 1 a 6 para expansões. A palavra (w) é exigida se o número do bit for maior que 15. Número do bit (b) vai de 0 a 15. Os tipos de dados são mostrados na Figura 7. Foram criados mais 2 tipos, B9 e B10 do tipo binário, para uma melhor organização do programa, associando bits referentes à IHM ao tipo B9 e bits referentes à alarmes ao tipo B10.

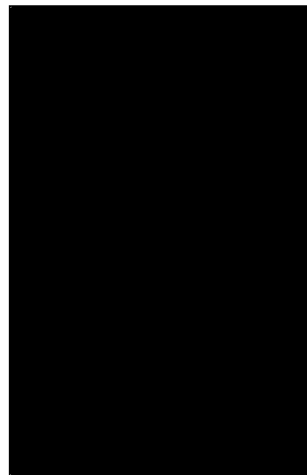


Figura 7 – Tipos de dados

Como as entradas do CLP não eram suficientes para a nossa aplicação, foi utilizado um módulo de expansão de entradas 1762\_IQ8. Com essa expansão, podemos contar com mais 8 entradas, como na figura 7 abaixo:

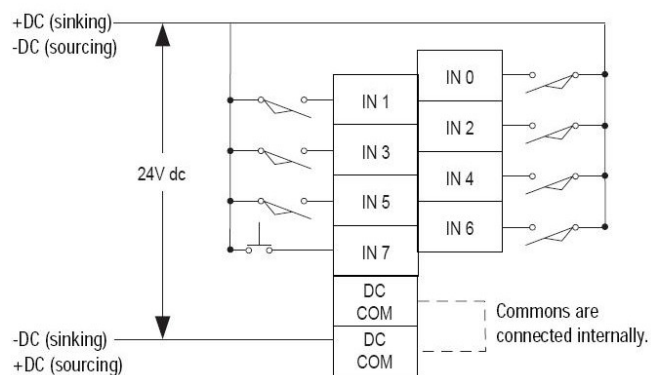


Figura 7 – Pontos de Entrada da Expansão

O endereçamento para as entradas da expansão é feito de modo análogo ao endereçamento das entradas do CLP, com número de ranhura igual a 1.

Abaixo segue o mapeamento das Entradas e Saídas adotadas para a programação.

Na tabela 1 estão contidas as entradas do CLP e suas respectivas descrições, usadas para facilitar a identificação dos bits correspondentes nos diagramas ladder. Para isso, as descrições tem um limite de caracteres e estão abreviadas. Na terceira coluna, as descrições propriamente ditas.

Tabela 1 – Entradas; Palavra=0

I/O	DESCRIÇÃO ABREVIADA	DESCRIÇÃO
I:0/0	NIVEL_RESERV_SUPER	Sinal de Nível do Reservatório Superior
I:0/1	NIVEL_RESERV_INFER	Sinal de Nível do Reservatório Inferior
I:0/2	NIVEL_ESGOTO	Sinal de Nível do Reservatório de Esgoto
I:0/3	NIVEL_AGUA_SERVIDA	Sinal de Nível do Reservatório de Água Tratada
I:0/4	RETORNO_BOMBA_POCO	Sinal de Retorno do estado da Bomba do Poço
I:0/5	RET_B1_H2O_RESER_INF	Sinal de Retorno da Bomba 1 do reservatório Inferior
I:0/6	RET_B2_H2O_RESER_INF	Sinal de Retorno da Bomba 2 do reservatório Inferior
I:0/7	RETORNO_B1_ESGOTO	Sinal de Retorno da Bomba 1 do reservatório de Esgoto
I:0/8	RETORNO_B2_ESGOTO	Sinal de Retorno da Bomba 2 do reservatório de Esgoto
I:0/9	RETOR_B1_H2O_SERVIDA	Sinal de Retorno da Bomba 1 do reservatório de Água Tratada
I:0/10	RETOR_B2_H2O_SERVIDA	Sinal de Retorno da Bomba 2 do reservatório de Água Tratada
I:0/11	SINAL_GRUPO_GERADOR	Sinal de Retorno do estado do Grupo Gerador
I:0/12	STATUS_CENT_H2O_QUEN	Sinal de Retorno do estado da Central de Água Quente
I:0/13	SINAL_B1_H2O_KENTINF	Sinal de Retorno do estado da Bomba 1 da Água Quente Inferior

Como as entradas do CLP não foram suficientes para esta aplicação, foi necessário uma expansão de entradas. Nesta há 8 entradas, porém usaremos 3 delas, e as outras ficam disponíveis para eventuais expansões no sistema, no futuro. Na tabela 2 a seguir as entradas da expansão, ou seja, palavra=1, com o mesmo descritivo da tabela anterior.

Tabela 2 – Entradas; Palavra=1

I/O	DESCRIÇÃO ABREVIADA	DESCRIÇÃO
I:1/0	SINAL_B2_H2O_KENTINF	Sinal de Retorno do estado da Bomba 2 da Água Quente Inferior
I:1/1	SINAL_B1_H2O_KENTSUP	Sinal de Retorno do estado da Bomba 1 da Água Quente Superior
I:1/2	SINAL_B2_H2O_KENTSUP	Sinal de Retorno do estado da Bomba 2 da Água Quente Superior

Nas saídas ligamos as bobinas dos contadores para, caso tenha necessidade, ligar ou desligar as bombas pela IHM, como endereçadas na tabela abaixo:

Tabela 3 – Saídas

I/O	DESCRIÇÃO ABREVIADA	DESCRIÇÃO
O:0/0	BOMBA_POCO	Sinal de comando liga/desliga da Bomba do Poço
O:0/1	B1_AGUA_RESERV_INFER	Sinal de comando liga/desliga da Bomba 1 do reservatório Inferior
O:0/2	B2_AGUA_RESERV_INFER	Sinal de comando liga/desliga da Bomba 2 do reservatório Inferior
O:0/3	BOMBA_1_ESGOTO	Sinal de comando liga/desliga da Bomba 1 do reservatório Esgoto
O:0/4	BOMBA_2_ESGOTO	Sinal de comando liga/desliga da Bomba 2 do reservatório Esgoto
O:0/5	BOMBA_1_AGUA_SERVIDA	Sinal de comando liga/desliga da Bomba 1 do reservatório
O:0/6	BOMBA_2_AGUA_SERVIDA	Sinal de comando liga/desliga da Bomba 1 do reservatório

A programação do CLP é feita através de um equipamento de programação utilizando o software RSLogix 500. O programa é desenvolvido baseado na lógica a relé, chamada programação a contato, que contem todas as instruções para comandar diretamente a aplicação.

Para uma melhor estruturação, o programa esta dividido em quatro sub-rotinas e o diagrama completo está em anexo neste texto.

Na primeira sub-rotina, chamada *PRINCIPAL*, é realizada toda a parte de leitura dos estado de todos os sistemas a serem monitorados. Para isto utilizamos uma linha para cada sistema. Nestas linhas, uma instrução de contato aberto ou fechado, dependendo da necessidade, associada ao endereço físico que o sistema está conectado, aciona um bit de status da memória do controlador. É nesta subrotina também que são feitas as chamadas das demais, que dão acesso ao restante do programa.



Figura – Associar entrada à endereço de memória do CLP



Na segunda subrotina, chamada *H2O\_TRATAD*, é realizado o processamento dos status referentes ao sistema de água tratada. Os status das bóias, que indicam os níveis dos reservatórios, são comparados com os status das bombas, ligadas ou desligadas, para gerenciar os alarmes. Quando o Reservatório Inferior está com Nível Mínimo e a Bomba 1 está desligada, o alarme é gerado, ou quando Reservatório Superior está em Nível Máximo e Bombas 2 ou 3 estão ligadas, o alarme também é gerado.

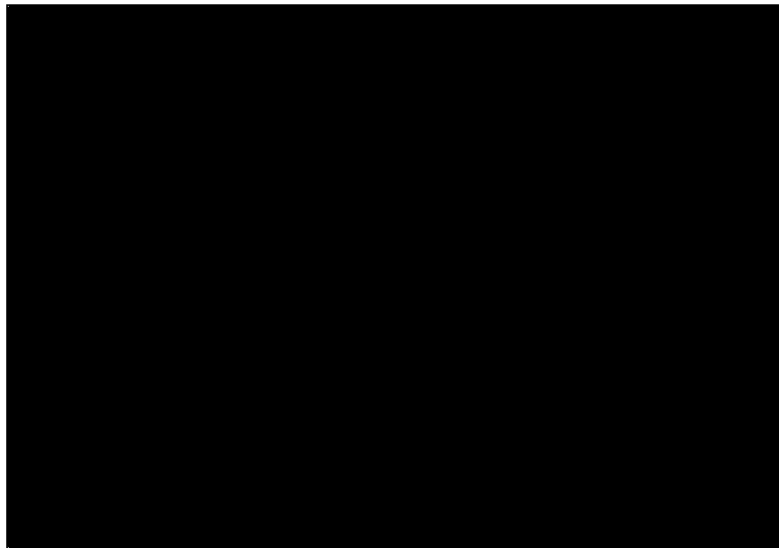


Figura – Subrotina para água tratada

Na terceira subrotina, chamada *ESGOTO*, é realizado o processamento dos status referentes ao sistema de esgoto. Da mesma maneira que a segunda subrotina, os sinais dos níveis dos reservatórios são comparados aos status das bombas para gerenciar os alarmes. Porém, o sistema trabalha para esvaziar o reservatório, como esquematizado na figura abaixo.

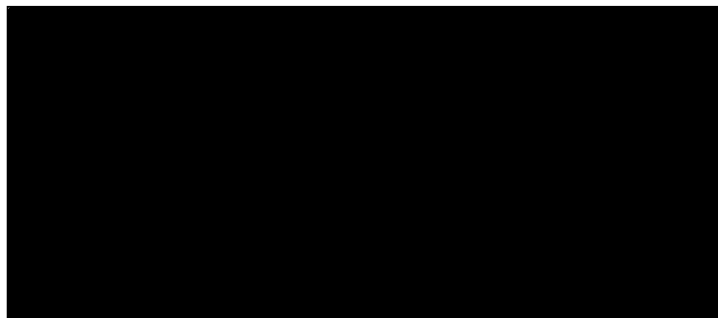


Figura 10 – Sub-rotina *ESGOTO*

Os alarmes só serão resetados via intervenção do operador. Todos os alarmes são publicados em uma IHM que também terá a função de reconhecimento destes alarmes.

## Capítulo 4

### Esquemas Elétricos

Os esquemas elétricos foram desenhados para a montagem do painel, de acordo com os manuais de instalação do CLP e da IHM, e foram desenhados em AutoCAD 2006.

Os fios indicados no primeiro desenho são as ligações entre o CLP e os painéis de controle das bombas. Nas entradas do CLP foram ligados os sinais dos contatores dos motores que indicam se as bombas estão ligadas ou não, além das bóias que dão os níveis dos reservatórios. Nas saídas ligamos as bobinas dos contatores para, caso tenha necessidade, ligar ou desligar as bombas pela IHM.

As entradas físicas do CLP, portanto, terão sinais de retorno do estado de níveis dos reservatórios, provenientes das bóias, sinais de estado ligado/desligado das bombas, além de sinais de estado ligado/desligado do gerador e da central de água quente.

As saídas serão sinais de comando vindos da IHM, que atuarão no campo.

Portanto, na folha intitulada “Instalação Elétrica do Painel de Supervisão das Bombas”, encontra-se o dimensionamento dos conduítes, dos sinais de fase, sinais de retorno e sinais de comando do operador:

F – Sinais de Fase de comando das respectivas bombas.

R – Sinais de Retorno dos Status das bombas ou bóias.

B – Comandos do operador.

No segundo desenho, na folha intitulada “Borneira de Saída do CLP” estão representados os esquemas de saídas, bem como alimentação e aterramento

No terceiro e quarto desenho, folhas intituladas “Borneira de Entrada do CLP” e “Borneira do Cartão de Expansão” estão representados os esquemas de entradas, alimentação e aterramento novamente.

Estes esquemas são importantes para a montagem do painel, que é feito por empresa especializada, para a correta ligação dos fios às respectivas entradas e saídas do CLP, bem como a alimentação dos dispositivos.

## Capítulo 5 - Interface Homem – Máquina (IHM)

### 5.1 Características

Quando se trabalha com sistemas automatizados complexos, surge a necessidade de se criar uma interface de maneira a facilitar o trabalho da equipe encarregada da operação do sistema. Nos trabalhos de implantação e testes é muito difícil avaliar o que está acontecendo pela análise do funcionamento da planta, diretamente pelo programa do CLP. Assim surgiu a necessidade da criação de uma interface amigável, que o mercado tem designado por Sistema Supervisório. Seu objetivo é permitir a supervisão e muitas vezes o comando de determinados pontos da planta automatizada.

A IHM somente recebe sinais vindos do CLP e do operador e somente envia sinais para o CLP atuar nos equipamentos instalados na planta.

Na maior parte das vezes o sistema supervisório opera em dois modos distintos:

a – Modo de Desenvolvimento – é o ambiente onde se criam as telas gráficas, isto é, onde se elabora um desenho que será animado em outro modo operacional.

b – Modo Run Time – é o ambiente onde se mostra a janela animada criada no Modo de desenvolvimento e no qual se dará a operação integrada com o CLP, durante a automação da planta em tempo real.

A regra geral para o funcionamento de um sistema de supervisão parte dos processos de comunicação com os equipamentos de campo, cujas informações são enviadas para o núcleo principal do software. O núcleo responsável por distribuir e coordenar o fluxo dessas informações para os demais módulos, até chegarem na forma esperada para o operador do sistema, na interface gráfica ou console de operação com o processo, geralmente acompanhadas de gráficos, animações, relatórios, etc., de modo a exibir a evolução do estado dos dispositivos e do processo controlado, permitindo informar anomalias, sugerir medidas a serem tomadas ou reagir automaticamente.

Como o sistema de automação desenvolvido para o edifício tem como principal objetivo a monitoração dos sistemas que compõem a área de utilidades da edificação, a utilização de uma Interface Homem-Máquina (IHM) é imprescindível. É através deste equipamento que o operador visualiza todas as informações de funcionamento do sistema.

Existem várias maneiras de se implementar uma IHM. Desde a utilização de lâmpadas de sinalização, uso de quadros sinóticos, computadores ou uso de equipamentos eletrônicos dedicados a esta finalidade. Com o avanço da eletrônica e a conseqüente redução de seus

custos, o uso de equipamentos eletrônicos torna-se uma opção bastante atraente, tendo em vista que sua versatilidade torna o sistema de automação mais flexível com relação às alterações.

A programação destas IHM's é realizada através de software com linguagem gráfica. Neste software, desenvolvem-se as telas com as informações pertinentes a cada equipamento monitorado e associam-se estas informações aos endereços da memória do CLP referente às ligações elétricas dos equipamentos. Desta maneira conseguimos visualizar os status dos equipamentos incluindo, se necessário, animações que fazem com que o modelo seja o mais fiel possível ao sistema físico real.

O equipamento escolhido para uso neste projeto é uma IHM do fabricante Rockwell Automation, modelo Panel View Plus, com comunicação serial RS-232 (protocolo DF-1), tela de display LCD de quatro polegadas, entrada de dados via teclado incorporado no próprio equipamento e alimentação 110/220 Vac. Sua programação é feita através do software Factory Talk View Studio Machine Edition, do mesmo fabricante.

O PanelView Plus é ideal para aplicações que precisam exibir informações graficamente e registrar dados para que os operadores possam compreender rapidamente o status de seu equipamento ou processo.

É configurado com o RSView Studio e apresenta funcionalidade RSView Machine Edition, que permite a expansibilidade de aplicações em diversas plataformas: interfaces de operação, sistemas Windows autônomos e servidores distribuídos.

Os projetos de aplicação podem ser desenvolvidos e testados no RSView Studio antes do download para o PanelView Plus, reduzindo tempo de desenvolvimento.

Uma vantagem dessa linha de telas é a possibilidade de comunicação por várias portas, entre elas, ControlNet não programada, DH+, DH-485, EtherNet/IP, além de opções EtherNet e seriais de outras marcas.

Outra vantagem é a navegação direta dos endereços da família Logix elimina a necessidade de criar ou importar tags.

O Panel View utilizado no projeto foi esta ilustrada abaixo, e a comunicação foi feita em RS232, como mostrado nos esquemáticos do capítulo 3.



Figura 16 - Panel View Plus 600

## 5.2 – Confeção das telas

Em ambiente Factory Talk View Studio, foram criadas as telas da IHM. É um software muito simples e usual, de fácil compreensão.

Organizar cuidadosamente as partes constituintes das telas ajuda os usuários e aumenta a eficiência do sistema supervisor. Para isso, devem-se levar em conta alguns princípios:

### **Consistência**

- Ser consistente no uso de símbolos e cores;
- Ser consistente nos nomes dos botões.

Quando for feito o chaveamento entre telas, devem ser colocados os mesmos tipos de botões nas mesmas posições. Se tiver um botão “Start” em certa posição no display, não se deve colocar um botão “Stop” na mesma posição no próximo display.

### **Clareza de Entendimento**

Devem ser usados símbolos que possam facilmente ser reconhecidos ; por exemplo, usar símbolos da ISA já convencionais, para tanques e válvulas. Na confecção de uma tela, é interessante não a sobrecarregar com muitas informações, procurar adotar um padrão com terminologia clara, evitando abreviações de difícil entendimento para o usuário, e usar cores com significados conhecidos, como por exemplo o vermelho e o verde, que tradicionalmente significam parada e partida.

Na tela inicial foi feito um menu interativo. O usuário tem 4 opções para começar a navegar pelas telas. A cada uma dessas opções foi associada uma tecla (F1, F2, F3 e F4) da IHM para o início da navegação pelo usuário.

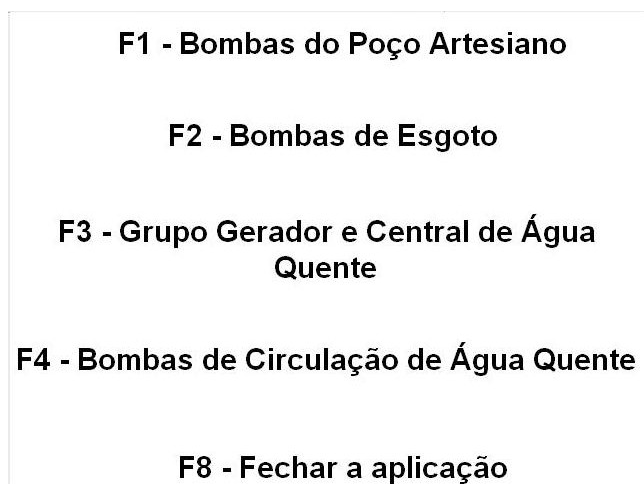


Figura 17 - Tela Inicial

Na tela inicial, o usuário selecionando a tecla F1, a tela mostrada abaixo será visualizada. Nesta tela, será possível a detecção de nível máximo ou mínimo dos reservatórios Superior e

Inferior. Para o nivelamento desejado dos reservatórios, o operador pode ligar ou desligar 3 bombas disponíveis, apertando F1, F2 e F3 como esquematizado; Para voltar ao menu inicial, aperta-se a tecla F8.

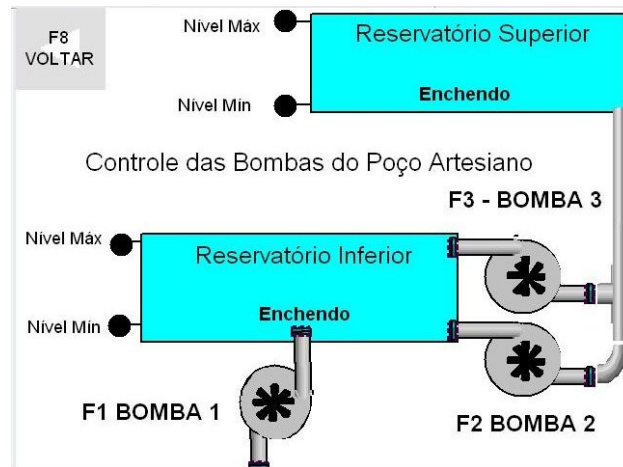


Figura 18 – Bombas do Poço Artesiano

Selecionando F2 da tela inicial, o usuário irá deparar-se com a tela de controle das Bombas de Esgoto. Nesta tela pode-se observar o status do Poço de Sucção; em caso de nível alto, poderá ligar uma das bombas, ou as duas, para o esvaziamento desse poço. F1 para Bomba 1, e F2 para Bomba 2; F8 para voltar à tela inicial.

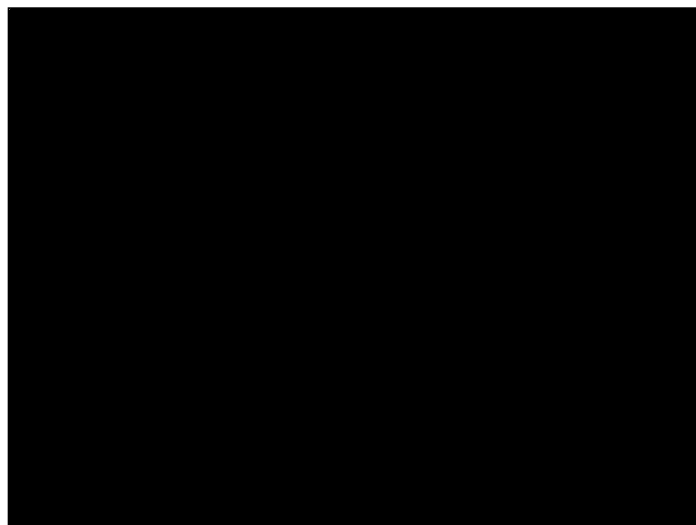


Figura 19 – Bombas de Esgoto

A tela mostrada abaixo é a tela que o usuário irá deparar-se para ligar ou desligar as bombas mostradas nas duas telas anteriores, quando selecionada alguma bomba.

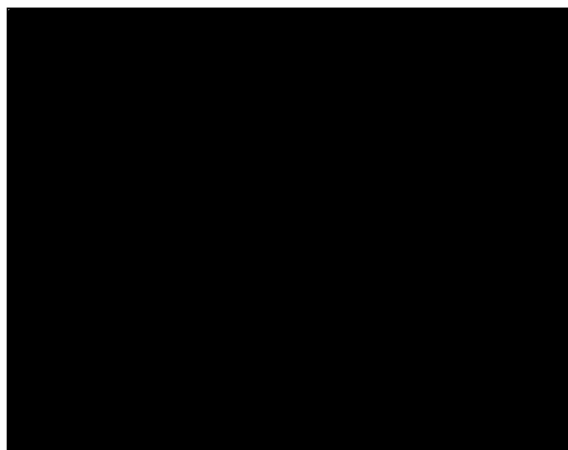


Figura 20 – Liga/Desliga Bombas

Apertando a tecla F3 a partir do Menu Inicial, encontram-se os status do Grupo Gerador à Diesel e da Central de Água Quente. O operador saberá se estão ligados ou desligados.

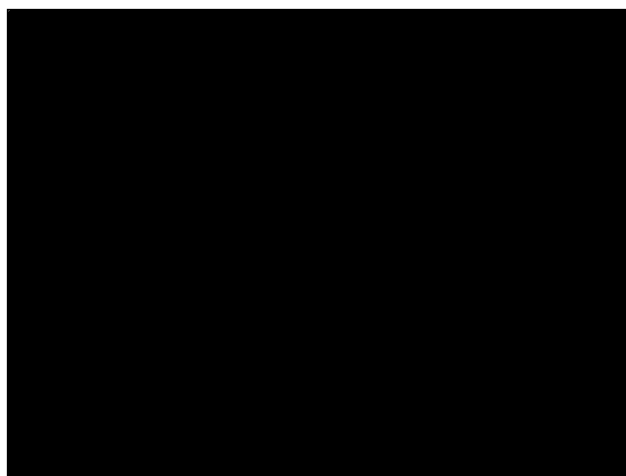


Figura 21 – Status Grupo Gerador e Central de Água Quente

E finalmente, apertando a tecla F4 a partir da Tela Inicial, o usuário encontrará a tela abaixo, mostrando o status das bombas superiores e inferiores de circulação de água quente.

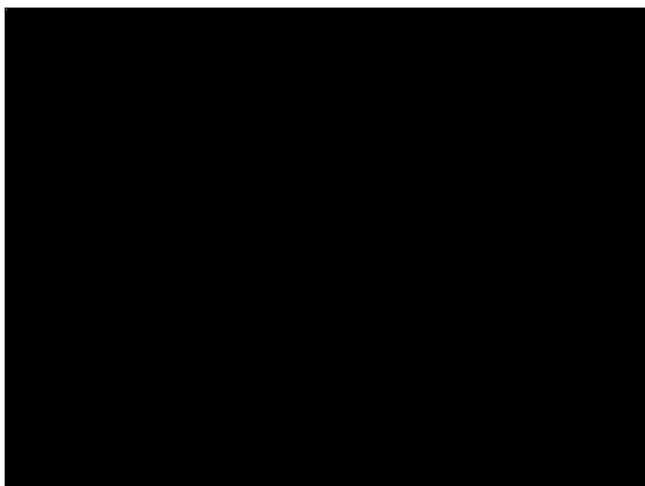


Figura 22 – Bombas de Circulação de água quente

Os endereços de memória do CLP são facilmente associados aos botões criados através do menu ***add shortcut***. Então, digitamos a string ***::{[Atalho\_para\_CLP]Endereço\_do\_CLP}*** . Por exemplo, se você criar um botão para ligar a saída 0 através do atalho chamado CLP teremos o comando ***::{[CLP]O:0/0}***. Todos os botões criados e vistos anteriormente foram associados aos respectivos endereços de memória dessa maneira.



## 6 – Resultados e Conclusões

O projeto foi implementado no Edifício com sucesso. A IHM situa-se numa sala de comandos e o operador, ou técnico de manutenção não precisa sair do seu local de trabalho para fazer verificações e acionar o ligamento/desligamento das bombas.

Sugere-se para um próximo projeto, a implementação de um controle automático, para que o próprio CLP faça a função de controlar os níveis dos reservatórios, sem intervenção humana.

Abaixo fotos do Painei após o *start-up*, localizado na sala de comandos do edifício, com o CLP e a IHM vista de trás, e na segunda foto, a IHM vista de frente. Na terceira foto, os reservatórios de água localizados no ultimo andar do edifício.



Figura 23 – Painei implementado



Figura 24 – IHM implementada

Os reservatórios do nível superior são de difícil acesso, e agora tem seu nível controlado pelos operadores diretamente da sala de comandos, localizada no térreo, facilitando o trabalho dos envolvidos no sistema.



Figura 25 – Reservatórios do nível Superior

O foco do trabalho foi o projeto de um sistema de supervisão. Para isso, foi desenvolvido um programa para o CLP que monitora o status de alguns reservatórios de água e comanda bombas d'água. A partir disso, começou a confecção das telas da IHM.

Para chegar neste objetivo final, foi realizado um grande estudo sobre sistemas de monitoramento usando CLP's e IHM's, edifícios inteligentes, automação predial e sobre Rockwell Software, em ambientes RSLogix 500 e RSView Studio.

Foram estudados os impactos da automação em ambientes que normalmente ainda não são automatizados, como exemplificados num sistema hidráulico de um edifício.

O sistema de supervisão torna mais simples o monitoramento do sistema hidráulico do edifício, facilitando a detecção e a solução de problemas. Como consequência disso, tem-se um aumento da eficácia e da confiabilidade de serviços de manutenção do edifício inteligente.

## **7 – Referências Bibliográficas**

BOLZANI, C. A. M. *Residências inteligentes*. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

### **7.1 – Bibliografia Consultada**

BOLZANI, C. A. M. *Residências inteligentes*. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

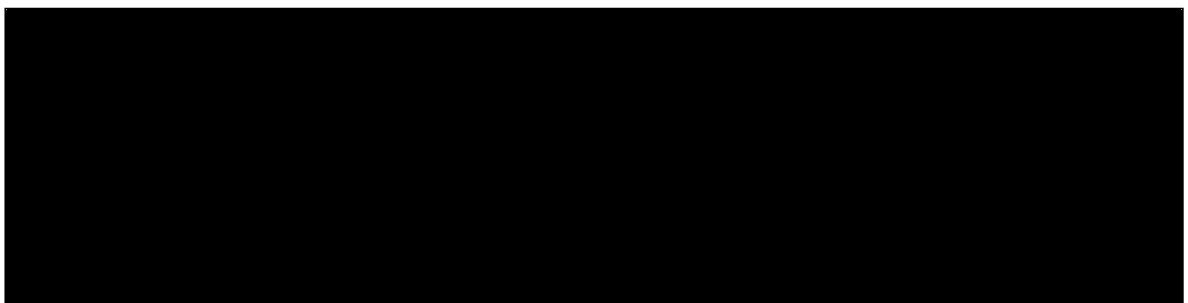
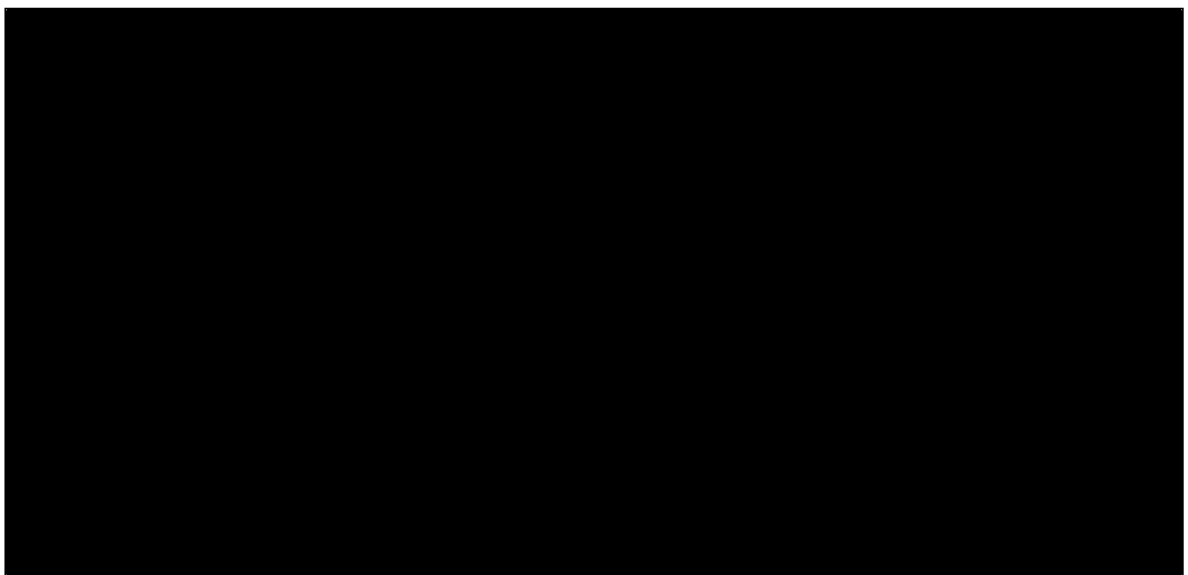
CASTRUCCI, P. L.; MORAES, C. C. *Engenharia de Automação Industrial*, São Paulo: LTC, 2001.

MATTAR, D. G. ; *Processo de projeto para edifícios residenciais inteligentes e o integrador de sistemas residenciais*. 2007. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2007

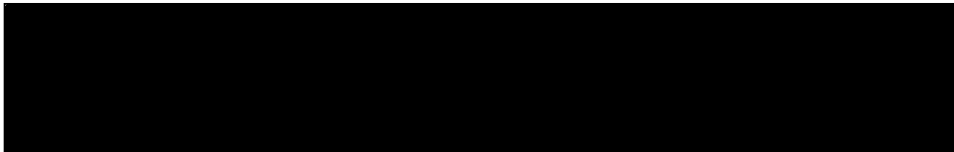
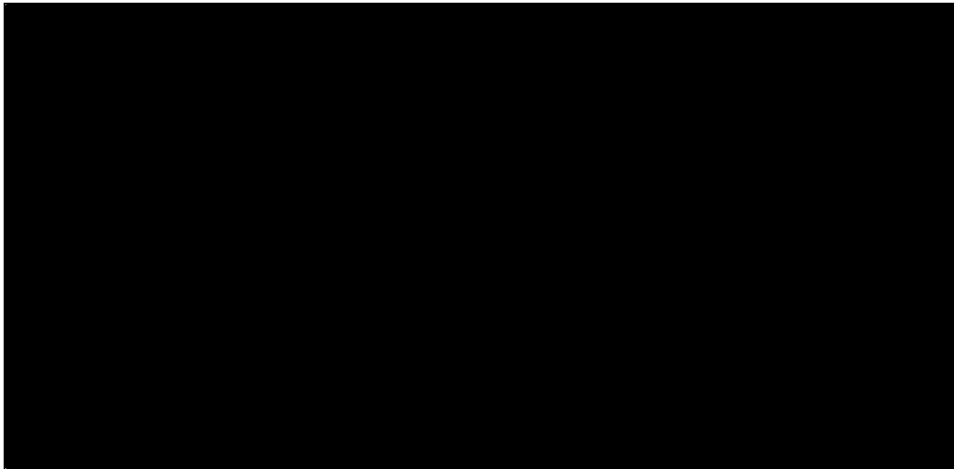
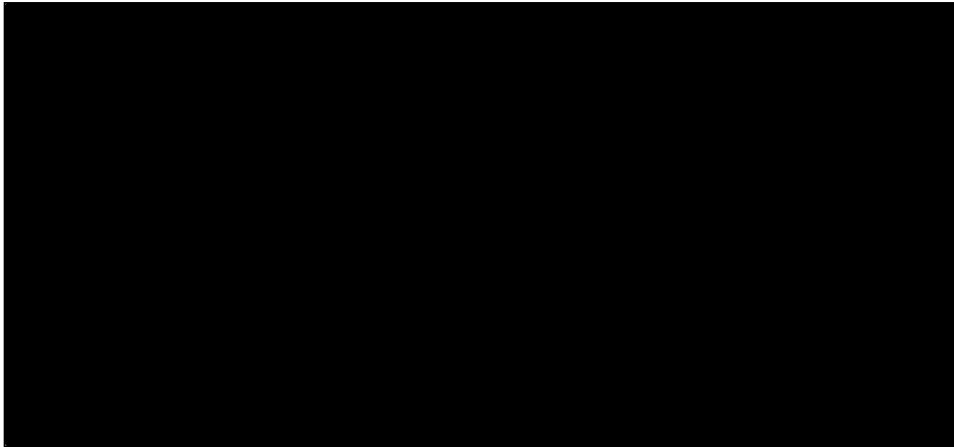
ROCKWELL AUTOMATION, *Micromentor*, Allen Bradley Company, Inc, 1996.

## Anexos

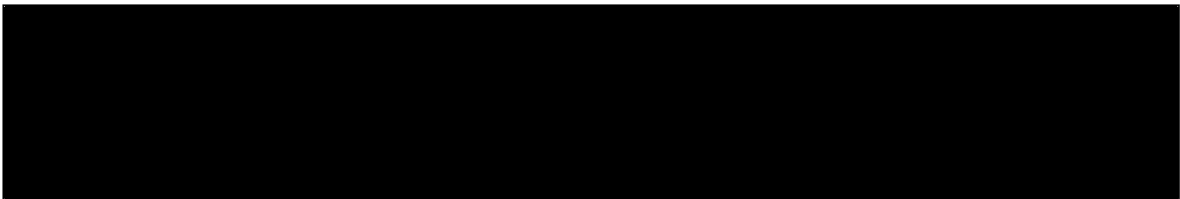
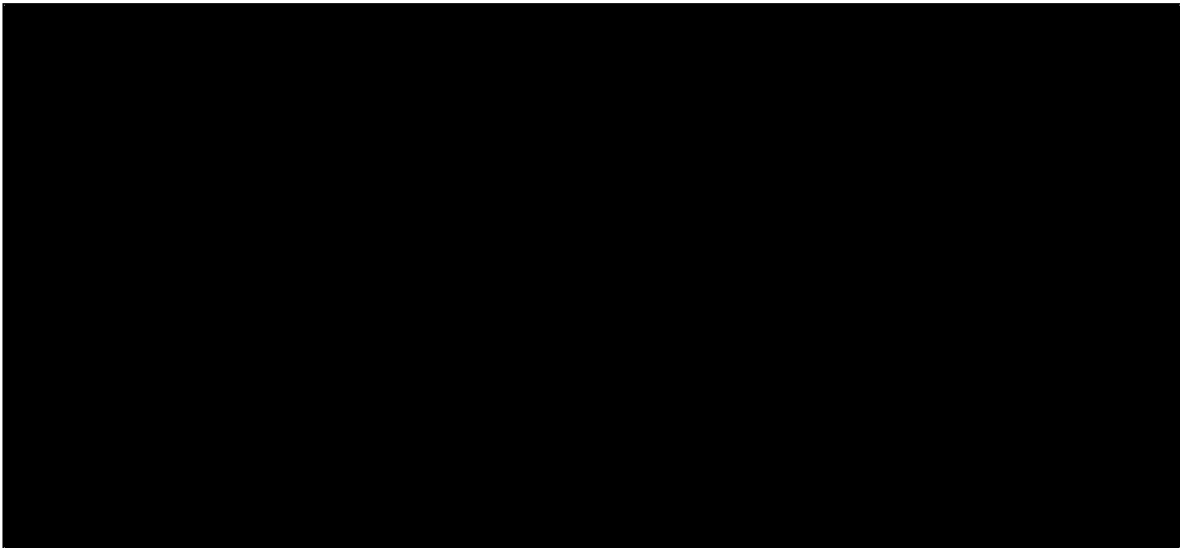
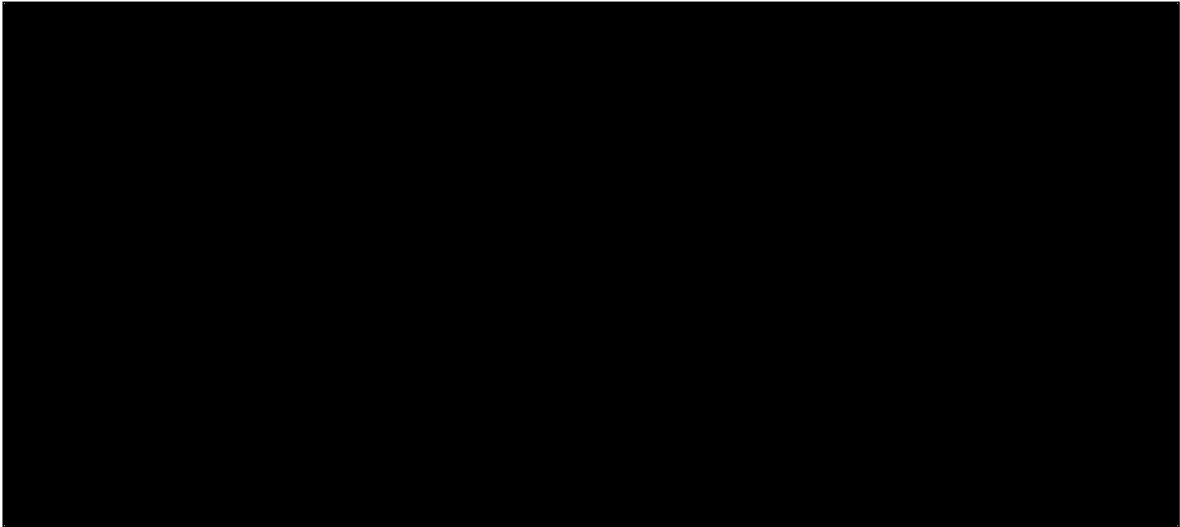
### Anexo A: Diagramas Ladder



Sub-rotina *PRINCIPAL*

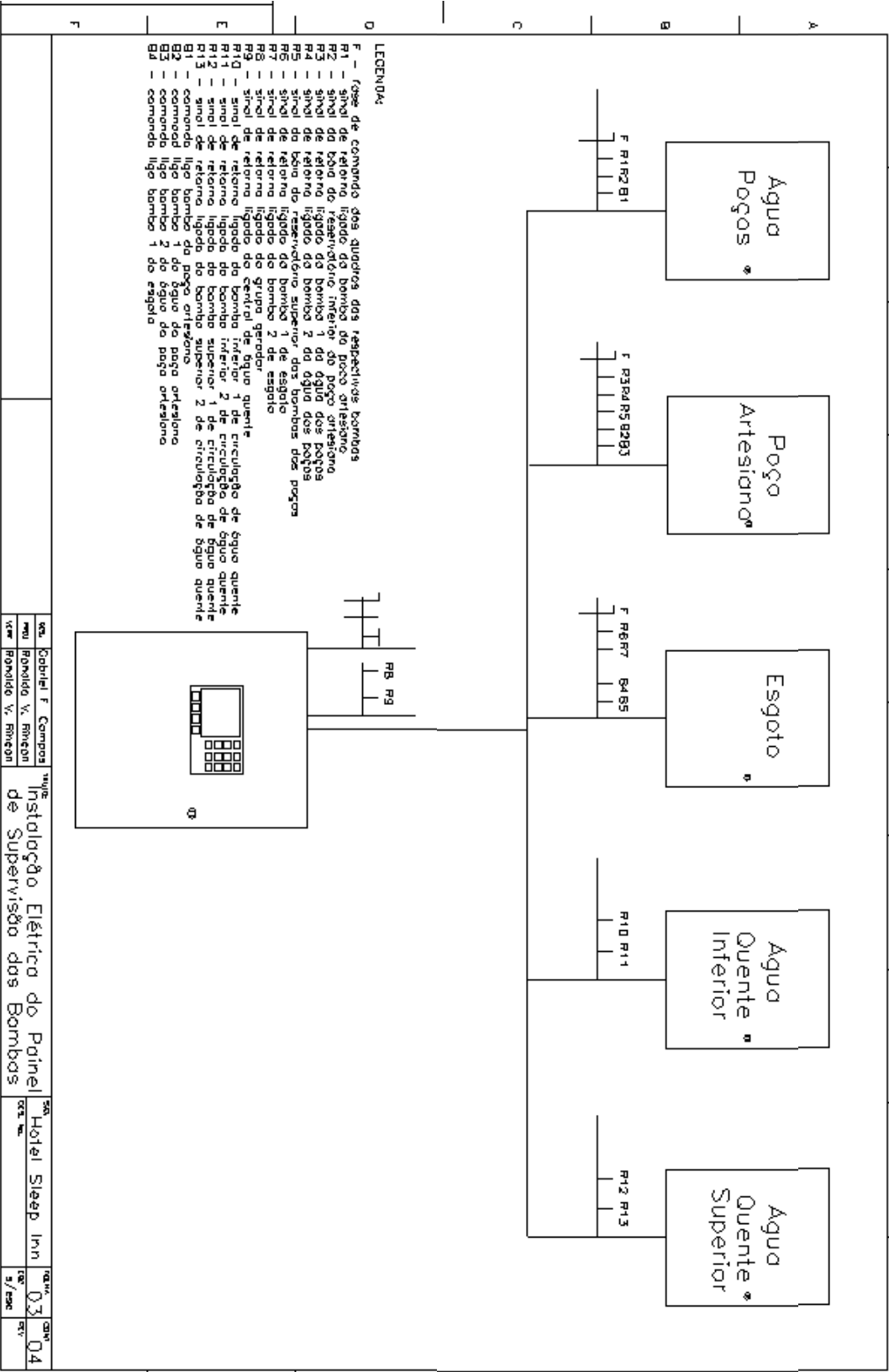


Sub-rotina *H20\_TRATAD*



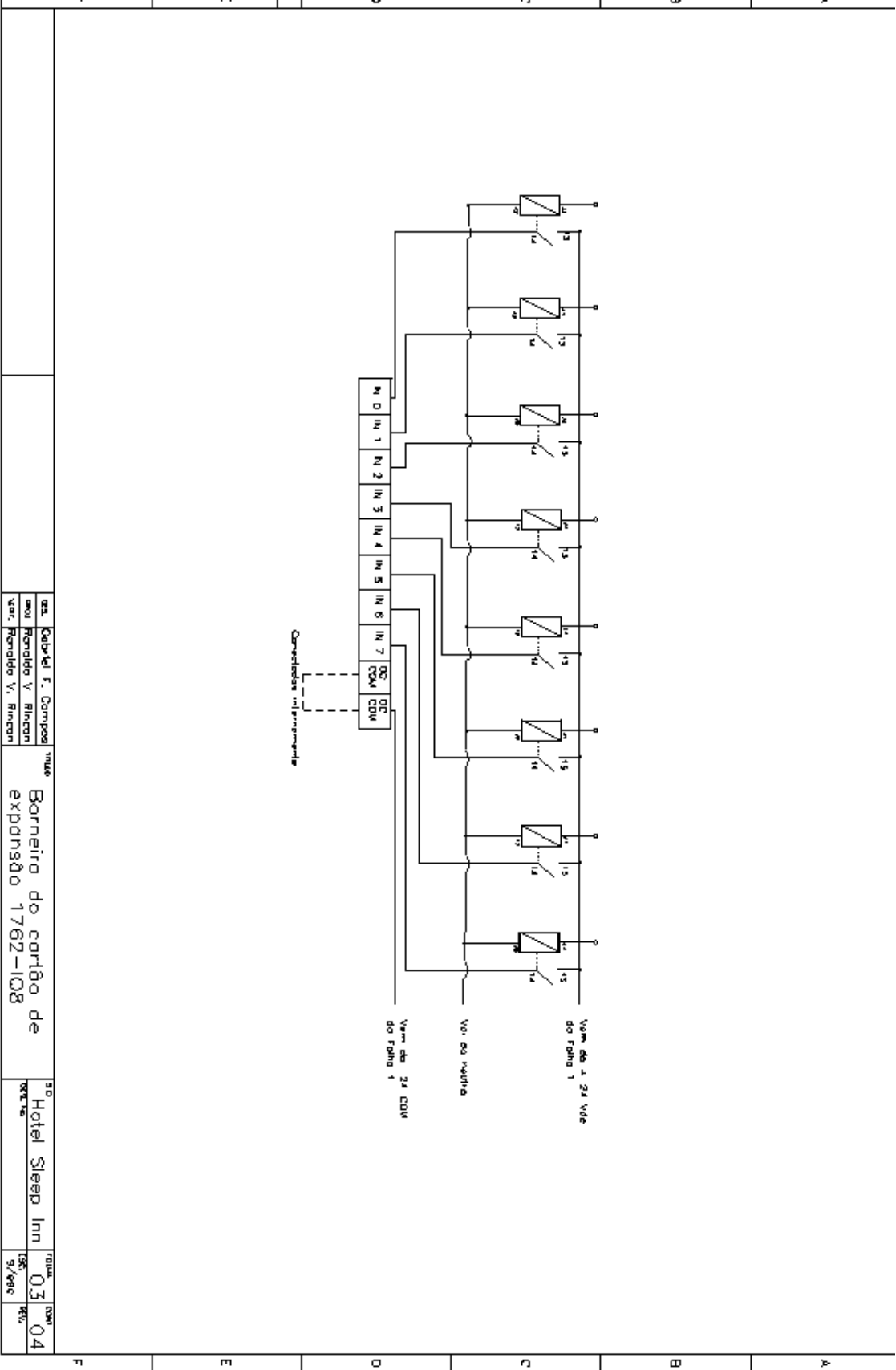
Sub-rotina *ESGOTO*

Anexo B – Esquemas Elétricos









This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.