

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

HÉLITON GOMES DE CARVALHO JÚNIOR

**DESENVOLVIMENTO DO CONTROLE E SUPERVISÃO DE UMA
PLANTA DIDÁTICA DE CONTROLE DE NÍVEL VIA CLP**

Cornélio Procópio

2015

Héilton Gomes de Carvalho Junior

**DESENVOLVIMENTO DO CONTROLE E SUPERVISÃO DE UMA
PLANTA DIDÁTICA DE CONTROLE DE NÍVEL VIA CLP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Cornélio Procópio.

Orientador: Prof. Me. Clovis Ronaldo da Costa Bento

Cornélio Procópio

2015

Héilton Gomes de Carvalho Junior

**DESENVOLVIMENTO DO CONTROLE E SUPERVISÃO DE UMA PLANTA
DIDÁTICA DE CONTROLE DE NÍVEL VIA CLP**

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 18:00 h do dia 03 de julho de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Me. Clóvis Ronaldo da Costa Bento
Professor Orientador
UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

Prof. Dr. Luiz Marcelo Chiesse da Silva
Professor Convidado
UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

Prof. Me. Angelo Feracin Neto
Professor Convidado
UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, pois sem ele com certeza não aguentaria tantos anos de luta.

Agradeço ao meu orientador Clóvis Ronaldo Bento da Costa, pela disponibilidade, paciência, e auxílio durante o desenvolvimento do projeto.

Deixo também registrado meu reconhecimento à minha família, principalmente à minha mãe pelos momentos de ajuda espiritual; agradeço também a minha noiva Tatiani pelas palavras de conforto nos momentos difíceis e pelos conselhos nos momentos certos.

Agradeço a todos que por algum motivo me ajudaram nestes anos de graduação.

RESUMO

CARVALHO JUNIOR. Héilton Gomes de. **Desenvolvimento do controle e supervisão de uma aplicação industrial via bancada didática com CLP**. 2015. 73 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Tecnologia em Automação Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2015.

O presente trabalho apresenta uma implementação que utiliza um controlador lógico programável (CLP) para controlar uma planta didática controladora de níveis com o objetivo principal de descrever uma prática didática laboratorial, para que os alunos dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação possam ter um auxílio prático para as disciplinas teóricas de instrumentação, automação e CLPs. No desenvolvimento do projeto foram pesquisadas funcionalidades do CLP, bem como metodologias e linguagens para a programação, tais como Grafcet e Ladder. Para realizar a supervisão foi configurado um supervísório com o sistema SCADA.

Em anexo ao trabalho, há dois roteiros práticos, tanto para professores, quanto para alunos, descrevendo passo a passo como programar o CLP com o software específico, e como configurar o supervísório para o controle do usuário.

Palavras-chave: Automação. Planta didática. Controlador de níveis.

ABSTRACT

CARVALHO JÚNIOR. Héilton Gomes. **Development of the control and supervision of an industrial application via didactic bench with CLP**. 2015. 73 p. Completion of Course Assignment - Diploma in Technology in Industrial Automation, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2015.

This paper presents an implementation that uses a programmable logic controller (PLC) to control a didactic plant of levels with the objective of describing a laboratory teaching practice in order to aid students of Electrical Engineering courses and Control and Automation Engineering, in a practical for theoretical contents of instrumentation, automation and PLCs. In the project development, were surveyed the features of PLP, as well as methodologies and languages for programming, such as Grafcet and Ladder. To carry out supervision was set up a supervisor with the SCADA system.

Attached to work, there are two practical routes for both teachers and students, describing step by step how to program the PLC with the specific software, and how to set up the supervisory for the user control.

Keywords: Automation. Didactic plant. Controller of levels.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pirâmide da Automação Industrial.....	16
Figura 2: Sinal de tempo contínuo.....	17
Figura 3: Sinal de relé discreto.....	17
Figura 4: Painel de relé.....	18
Figura 5: Controlador Lógico Programável.....	18
Figura 6: Diagrama de blocos de um PLC.....	20
Figura 7: Ciclo de varredura de um CLP.....	21
Figura 8: Lista de instruções.....	21
Figura 9: Diagrama de blocos da lógica Booleana.....	22
Figura 10: Elementos de um GRAFCET.....	22
Figura 11: Representações de ações.....	23
Figura 12: Exemplo de ação.....	24
Figura 13: Exemplo de receptividade.....	24
Figura 14: Exemplo de diagrama em LADDER.....	25
Figura 15: Sinal 4 a 20 mA em um intervalo de temperatura.....	29
Figura 16: Topologia básica do projeto.....	31
Figura 17: CLP ATOS.....	31
Figura 18: Planta controladora de nível.....	32
Figura 19: Diagrama de instrumentação referente à planta didática.....	33
Figura 20: Conexão da planta aos seus bornes.....	34
Figura 21: Bornes das plantas conectados aos bornes do CLP.....	35
Figura 22: Diagrama elétrico representando a planta com o CLP.....	36
Figura 23: Método Transição, Etapa e Ação.....	37
Figura 24: GRAFCET do processo.....	38
Figura 25: Diagrama LADDER referente às Transições.....	40
Figura 26: Diagrama LADDER referente às Etapas.....	40
Figura 27: Diagrama LADDER referente às Ações.....	41
Figura 28: Interface visual da aplicação via Elipse SCADA.....	41
Figura 29: Planta desligada.....	43
Figura 30: Planta ligada, sensor nível médio ativado.....	43
Figura 31: Sensor nível alto ativado, bomba desligada e válvula acionada para descarga.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Esquema conexões bornes_CLP (fio vermelho)	36
Tabela 2: Esquema conexões bornes_CLP (fio preto)	36
Tabela 3: Definição das entradas do CLP.....	38
Tabela 4: Etapas e memória interna do CLP.....	39
Tabela 5: Transições e memória interna do CLP.....	39
Tabela 6: Ações e saídas do CLP.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
2.1	OBJETIVO GERAL	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3.	MÉTODO DE PESQUISA	12
3.1	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	12
3.2	PESQUISA APLICADA	12
3.3	PESQUISA EXPERIMENTAL.....	12
3.4	ELABORAÇÃO DE ROTEIROS	13
4.	JUSTIFICATIVA	14
5.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
5.1	AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	15
5.2	PROCESSOS INDUSTRIAIS	16
5.3	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL	17
4.3.2	Aplicações	19
5.3.3	Constituição de um CLP / Arquitetura	19
5.3.4	Princípio de funcionamento	20
5.3.5	Linguagens de Programação	21
5.3.6	Controlador Utilizado	25
5.4	SISTEMAS SUPERVISÓRIOS	26
5.4.1	IHM / HMI	26
5.4.2	SCADA	27
5.4.3	Aplicações	27
5.4.4	Componentes físicos	28
5.4.5	Componentes Lógicos	28
5.5	TRANSMISSORES.....	29
6.	MATERIAIS E MÉTODOS	30
6.1	DESCRIÇÃO GERAL DO PROJETO	30
6.1.2	Esquema de ligações	33
6.2	METODOLOGIA DE PROGRAMAÇÃO	37
6.3	SUPERVISÓRIO.....	41
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
8.2	TRABALHOS FUTUROS	42
8.3	RESULTADOS.....	42
	REFERÊNCIAS	45
	ANEXOS	46
	ANEXO A	46
	ANEXO B.....	59

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as indústrias utilizam o Controlador Lógico Programável (CLP) para controlar seus processos no chamado “chão de fábrica”, pois com a facilidade de programação e manutenção, a alta confiabilidade, as dimensões menores que os painéis de relés, tornam-se indispensáveis em todo e qualquer ramo industrial. Além de um controlador, faz-se necessário a supervisão do processo, para que um usuário tenha acesso às principais informações e parâmetros, podendo então manipulá-las através de uma interface visual.

O trabalho descrito ao longo deste documento descreverá uma prática didática laboratorial, para que os alunos dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação, possam ter um acompanhamento prático mediante às disciplinas teóricas de instrumentação e controladores lógicos programáveis. No que tange a aprendizagem do aluno, torna-se indispensável atividades laboratoriais, pois serão experimentados processos industriais, com instrumentos e equipamentos muito utilizados na indústria. Para isso, serão elaborados roteiros práticos para auxiliar tanto alunos quanto professores, realizando experimentos, tanto com o CLP quanto com o supervisório.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um roteiro prático para automação de uma planta didática de controle de nível e temperatura utilizando uma bancada didática com CLP, enfatizando o uso de entradas e saídas digitais e analógicas com suas funcionalidades de comunicação em rede e com operação e monitoramento através do supervisor SCADA.

2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um roteiro prático para uma bancada com CLP;
- Configuração do CLP;
- Pesquisar as funcionalidade de comunicação Profibus e Ethernet;
- Instalação de sensores/transmissores 4-20mA;
- Ativação das saídas digitais e analógicas;
- Configuração do supervisor SCADA;
- Montagem de conectores e cabos Profibus e Modbus.

3. MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa foi realizado de acordo com os tópicos elencados abaixo:

- **Pesquisa bibliográfica:** utilização de textos e referências;
- **Pesquisa aplicada:** utiliza o conhecimento de alguma teoria específica para resolver problemas concretos;
- **Pesquisa experimental:** descoberta de novos métodos, materiais, para obter novas tecnologias;
- **Elaboração de roteiros:** roteiro ficará anexado à monografia.

3.1 Pesquisa Bibliográfica

Primeiramente, foi necessário o levantamento de referências bibliográficas para embasamento da proposta, ou seja, é feito uma coleta de dados em livros, catálogos, manuais. Por exemplo: foi necessário ler alguns catálogos disponibilizados pela ATOS para obter informações a respeito dos módulos referentes ao CLP. Importante ressaltar que a pesquisa bibliográfica atenta também aos conceitos do estado da arte: linguagens do CLP, conceitos de redes industriais e etc.

3.2 Pesquisa Aplicada

Para a concepção deste projeto, foi coletado, em diversas fontes bibliográficas, teorias relacionadas a controladores lógicos programáveis com suas diversas aplicações na indústria. Com este conhecimento foi elaborado o projeto da “bancada didática com CLP e uma planta controladora de nível com supervisor e operação em rede”, que é um trabalho técnico, com aplicação laboratorial.

3.3 Pesquisa Experimental

Diz como o fenômeno é produzido, ou seja, será por meio de experimentos e testes em laboratórios que se chegou ao resultado esperado. Este projeto, por ser na área técnica (controle e automação), é indispensável à pesquisa experimental, uma vez que são por meio de

experimentos que se podem comprovar assuntos abordados teoricamente em sala de aula. Durante o curso de automação industrial, foram estudadas disciplinas de CLP, Redes de Comunicação Industrial, Instrumentação, ou seja, as áreas de estudo do presente projeto.

3.4 Elaboração de roteiros

Pesquisa em roteiros já desenvolvidos (monografias, trabalhos técnicos), pesquisa em artigos. O roteiro estará anexado junto com a monografia, ou seja, fará parte desta. A monografia é conclusão do trabalho.

4. JUSTIFICATIVA

Elaborou-se este projeto para satisfazer vários objetivos: o primeiro deles é a importância de se ter um roteiro pré-elaborado, assim alunos se familiarizarão com as tecnologias e equipamentos presentes neste trabalho, bem como as técnicas de estudo referentes. Mediante isso, haverá certa facilidade para os alunos, bem como para os professores, pois já terão disponível um tutorial pronto para aulas práticas, facilitando assim o aprendizado, experimentando e analisando em atividades laboratoriais os conceitos estudados em aulas presenciais teóricas. Com este roteiro, o professor economizará tempo, os alunos melhorarão o aprendizado, e ambos aproveitarão ao máximo os recursos disponíveis.

Outro aspecto a se considerar é que, em caso de ausência do professor durante uma possível aula, tanto prática quanto teórica, um professor substituto poderá facilmente ministrá-la com auxílio do roteiro.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 Automação Industrial

Com o desenvolvimento da eletrônica durante a década de 50, tornou-se possível o advento da automação, permitindo que a informática surgisse, revelando assim inúmeras possibilidades para inovações no ramo industrial.

Automação, do latim *Automatus* que significa mover-se por si. Trazendo para a atualidade automação industrial é automatizar através de computadores algum sistema, ou seja, utilizar alguma tecnologia, tornando automático determinado processo.

Eis alguns objetivos de se automatizar processos industriais:

- Menor custo;
- Maior quantidade;
- Menor tempo;
- Maior qualidade.

Segundo Moraes e Castrucci automação é “qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitui o trabalho humano, em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, rapidez da produção ou da redução de custos, assim aperfeiçoando os complexos objetivos das indústrias, dos serviços ou bem estar” (Moraes e Castrucci, 2001).

“Um sistema pode ser definido como automatizado quando é capaz de cumprir uma ou mais tarefas por meio de decisões tomadas em função de sinais de várias naturezas que provém do mesmo sistema a ser controlado. Em poucas palavras o sistema age sem intervenção humana”. (PRUDENTE, 2011)

A figura 1 ilustra os níveis da automação industrial, trazendo como representação gráfica a pirâmide da automação.

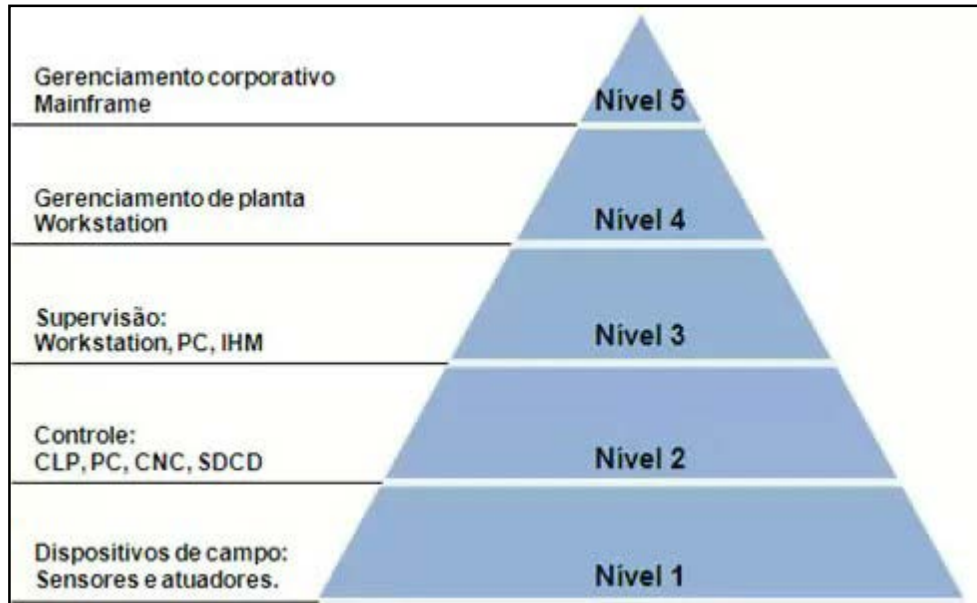


Figura 1: Pirâmide da Automação Industrial

- Nível 1: nível das máquinas, motores, inversores, comandos (chão de fábrica);
- Nível 2: nível dos controlares digitais. Aqui fica também algum tipo de supervisor, ou seja, as interfaces Homem-Máquina;
- Nível 3: Controle de processo produtivo – diversas informações acerca da produção, relatórios, índices e etc;
- Nível 4: planejamento da produção, controle e logística;
- Nível 5: administração dos recursos da empresa – gestão de vendas e financeira.

É necessário ressaltar que em todos os níveis, do 1 ao 5, as informações fluem entre eles. Isso é importantíssimo para as indústrias.

5.2 Processos Industriais

“Processo industrial constitui-se na aplicação do trabalho e do capital para transformar a matéria-prima em bens de produção e consumo, por meio e técnicas de controle, obtendo valor agregado ao produto, atingindo o objetivo do negócio” (SILVEIRA, SANTOS, 1998, p.17).

Há, basicamente, dois tipos de Controle/Processo Industrial: Controle Dinâmico e, Controle Lógico ou Controle de Eventos.

- Controle Dinâmico: determina o comportamento estático e dinâmico de sistemas físicos. Trabalha com sinais analógicos que variam continuamente no tempo, chamado tempo

contínuo. Um sinal de tempo contínuo marca infinitos valores dentro de um intervalo. Ex: velocímetro de automóvel, controle de temperatura de um aquário e etc. Segue figura 2 mostrando sinal de tempo contínuo:

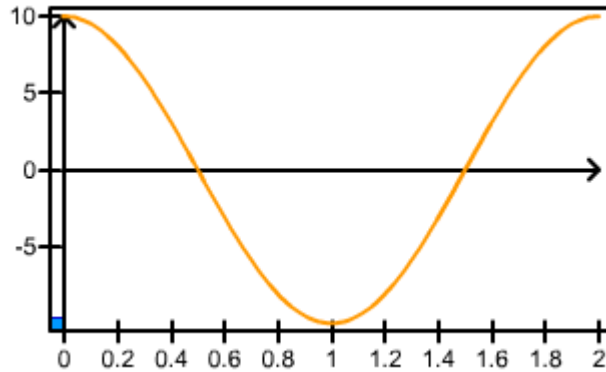


Figura 2: Sinal de tempo Contínuo

- Controle Lógico ou Controle de Eventos: é voltado aos processos digitais, trabalha com sinais discretos, ou seja, estabelece uma quantidade finita de valores dentro de um intervalo. Ex: calculadora eletrônica, relógio digital com saída display e etc. A figura 3 ilustra um sinal de tempo discreto.

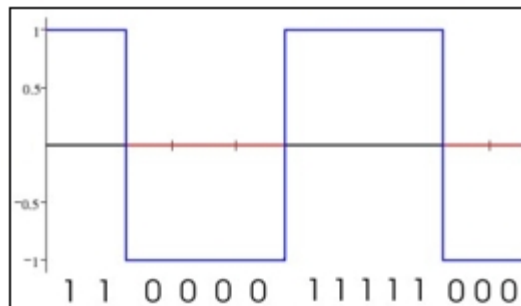


Figura 3: Sinal de tempo discreto

5.3 Controlador Lógico Programável

Um CLP, segundo a NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*), é um “Aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenamento interno de instruções para implementações específicas, como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos”.

O controlador lógico programável foi criado em 1968 pelo engenheiro Dick Morley, com a intenção de substituir os painéis de relés. Para ilustrar segue abaixo figuras 4 e 5, que são respectivamente um painel de relé, e um CLP.



Figura 4: Painel de relé



Figura 5: Controlador lógico programável.
Fonte: (SCHNEIDER Electric, 2007).

5.3.1 Características

Segue abaixo tópico com as principais características de um controlador, segundo Moraes e Castrucci (2001):

Linguagens de programação de alto nível, caracterizando um sistema bastante amigável com relação ao operador...;
Simplificação nos quadros e painéis elétricos. Toda a fiação do comando fica resumida a um conjunto de entradas e saídas. Como consequência, qualquer alteração necessária torna-se mais rápida e barata...;
Confiabilidade operacional. Uma vez que as alterações podem ser realizadas através do programa aplicativo, necessitando de muito pouco ou de nenhuma alteração da fiação elétrica, a possibilidade de haver erro é minimizada,

garantindo sucesso nos desenvolvimentos ou melhorias a serem implementadas;

Funções avançadas. Os controladores podem realizar uma grande variedade de tarefas de controle através de funções matemáticas, controle de qualidade e informações para relatórios. Sistemas de gerenciamento de produção são bastante beneficiados com a utilização dos controladores;

Comunicação em rede. Através de interfaces de operação, controladores e computadores em rede permitem coleta de dados e um enorme intercâmbio de troca de dados em relação aos níveis da pirâmide de automação.

4.3.2 Aplicações

Um controlador automatiza processos industriais, é usado em automação de manufatura e de processos contínuos. Segue abaixo algumas aplicações:

- Máquinas industriais;
- Equipamentos para controle de energia;
- Controle de processos com realização de sinalização, intertravamento e controle PID;
- Bancadas de teste automático de componentes industriais;
- Controle de processos e malha de controle (vazão, nível, pressão, temperatura);
- Motores elétricos e bombas;
- Controle de linhas de montagem e fabricação;
- Comandos e acionamentos elétricos.

Os CLP's podem ser usados em toda e qualquer indústria. Pode ser usado também na automação residencial e predial, para controle de bombas d'água, iluminação, controle de incêndio, segurança e etc.

5.3.3 Constituição de um CLP / Arquitetura

Um CLP é constituído por módulos de entrada e saída, fonte de alimentação e uma CPU e suas funções são programadas numa memória interna (software), através de uma linguagem de programação. A figura 6 ilustra um diagrama de blocos de um CLP genérico.

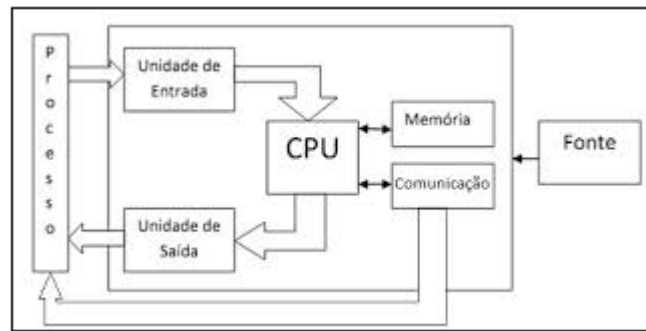


Figura 6: Diagrama de blocos de um PLC

Segundo Moraes e Castrucci (2001, p. 24), um CLP é constituído basicamente de:

- Fonte de alimentação;
- Unidade Central de Processamento (UCP);
- Memórias dos tipos fixo e volátil;
- Dispositivos de entrada e saída;
- Terminal de programação.

5.3.4 Princípio de funcionamento

Segue abaixo alguns conceitos para melhor entendimento do funcionamento de um CLP. Conforme Silveira (1998):

Variáveis de entrada: são sinais externos recebidos pelo CLP, os quais podem ser oriundos de fontes pertencentes ao processo controlado ou de comandos gerados pelo operador. Tais sinais são gerados por dispositivos como sensores diversos, chaves ou botoeiras, dentre outros.

Variáveis de saída: são os dispositivos controlados por cada ponto de saída do CLP. Tais pontos podem servir para intervenção direta no processo controlado por acionamento próprio, ou também para sinalização de estado em painel sinótico. Podem ser citados como exemplos de variáveis de saída os contactores, válvulas, lâmpadas, displays, dentre outros.

Programa: sequência específica de instruções selecionadas de um conjunto de operações oferecidas pelo CLP em uso e, que irão efetuar ações de controle desejadas, ativando ou não as memórias internas e os pontos de saída do CLP a partir da monitoração do estado das mesmas memórias internas e/ou dos pontos de entrada do CLP.

Ainda segundo Silveira (SILVEIRA, 1998, p.82) “o princípio fundamental de funcionamento de CLP é a execução por parte da CPU de um programa, conhecido como “executivo” e de responsabilidade do fabricante, que realiza ciclicamente as ações de leitura das entradas, execução do programa de controle do usuário e atualização das saídas...”.

Na figura 5, tem-se o princípio de funcionamento.

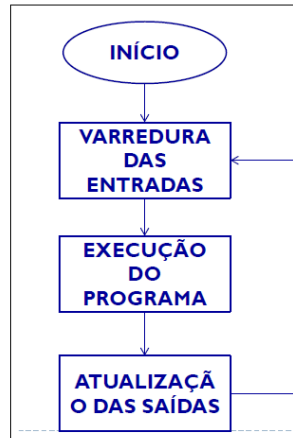


Figura 7: Ciclo de varredura de um CLP
Fonte: Própria autoria

5.3.5 Linguagens de Programação

Diversas são as linguagens de programação existentes para um CLP, entretanto, algumas são mais utilizadas que outras:

- Linguagem de lista de instruções: “Esse modo de programação é praticamente a linguagem máquina muito parecida com linguagem Assembly, ou seja, uma linguagem que usa diretamente as instruções do microcomputador.” (PRUDENTE, 2007, p.37) Segue figura 8 abaixo um exemplo da linguagem ‘lista de instruções’.

Operador	Modificador	Operando	Descrição/ significado
LD	N		Carrega o operando para o acumulador
ST	N		Armazena o conteúdo do acumulador no local especificado pelo operando
S		BOOL	Faz com que o valor do operando seja 1

Figura 8: Lista de instruções
Fonte: Própria autoria

- Linguagem de Diagrama de Blocos de Função (DBF): é uma linguagem que utiliza blocos da lógica booleana, com comandos padronizados. Para ilustrar, tem-se a figura 9.

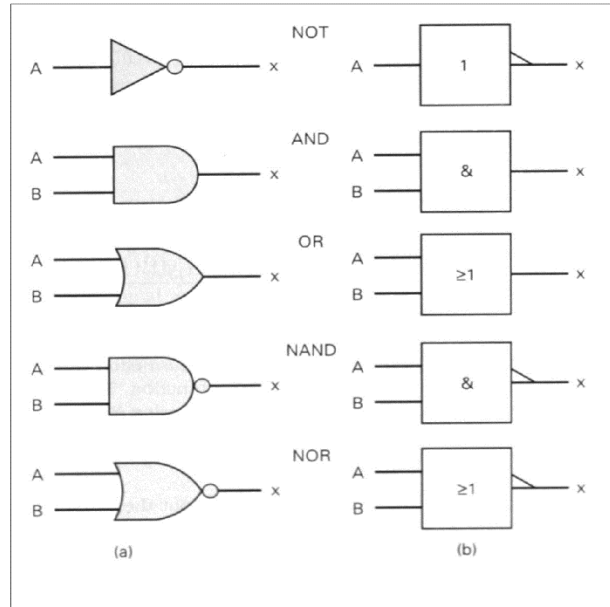


Figura 9: Diagrama de blocos da lógica Booleana
Fonte: Própria autoria

- Sequenciamento Gráfico de Funções (SGF): É uma linguagem desenvolvida na França com o nome de linguagem GRAFCET. Representa o funcionamento por passos de um processo automático de modo muito similar aos diagramas de blocos; a única diferença é que cada bloco representa um estado do processo de trabalho da máquina automática. (PRUDENTE, 2007, p.37)

Segue figura 10 representando os elementos de um GRAFCET.

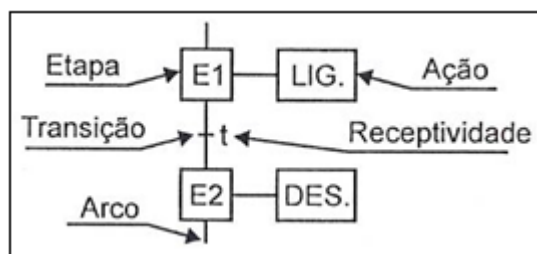


Figura 10: Elementos de um GRAFCET
(Fonte: SILVEIRA, 1998).

Etapas

“Uma etapa significa um estado no qual o comportamento do circuito de comando não

se altera frente a suas entradas e saídas. As etapas são representadas graficamente por um quadrilátero, e devem ser identificadas com números, seguidos ou não por abreviaturas.

Em um determinado instante, uma etapa pode estar ativa ou inativa.” (SILVEIRA, 1998, p.119)

Transição

“É representada por um traço perpendicular aos arcos orientados e significa a possibilidade de evolução do Grafcet de uma situação para outra. Uma transição pode, em um dado instante, encontrar-se válida ou não, sendo que ela é dita válida quando todas as etapas imediatamente precedentes e ligadas a ela estiverem ativas. A passagem de uma situação à seguinte, portanto, só é possível com a validade de uma transição, momento este em que se diz que ocorre a transição.” (SILVEIRA, 1998, p.119)

Arcos orientados

“Indicam a sequencialização do Grafcet pela interligação de uma etapa a uma transição e desta a outra etapa sucessivamente. A interpretação de sentido normal é de cima para baixo, sendo que em casos diferentes deste, é recomendável a indicação com flechas para orientação de sentido.” (SILVEIRA, 1998, p.120)

Ação

“As ações representam os efeitos que devem ser obtidos sobre o mecanismo controlado em uma determinada situação, ou seja, "o que deve ser feito". Em outros casos, pode também representar uma ordem de comando que especifica o "como deve ser feito".” Segue como exemplos figuras 11 e 12. (SILVEIRA, 1998, p.120)

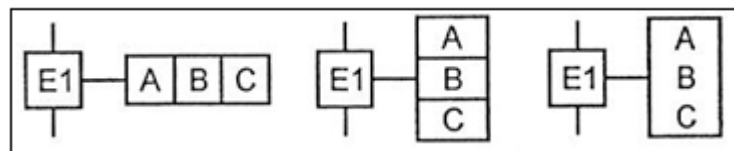


Figura 11: Representações de ações
(Fonte: SILVEIRA, 1998).



Figura 12: Exemplo de ação
(Fonte: SILVEIRA, 1998).

Receptividade

“Receptividade é a função lógica combinacional associada a cada transição. Quando em estado lógico verdadeiro, uma receptividade vai ocasionar a ocorrência de uma transição válida. Uma receptividade pode então ser encarada como o elo existente entre a lógica combinacional e a lógica sequencial.

Uma receptividade, na prática, pode representar variáveis lógicas, tais como: oriundas de sinais de entrada do sistema, variáveis internas de controle, resultado de comparações com contadores/temporizadores, informação sobre o estado de uma etapa (ativa ou inativa), ou ainda condicionada a uma determinada situação do Grafcet.” (SILVEIRA, 1998, p.124)

Como exemplo, tem a figura 13, que é uma receptividade associado ao Grafcet.

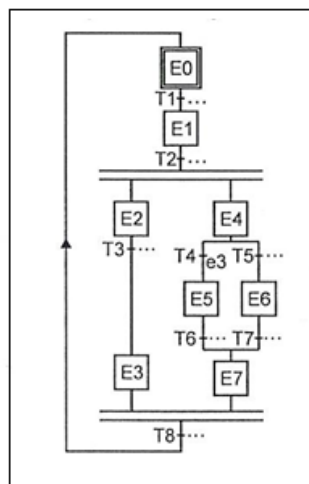


Figura 13: Exemplo de receptividade
(Fonte: SILVEIRA, 1998).

- Linguagem de Diagrama de Contatos (*Ladder Diagram*): “Esta é a linguagem de programação mais utilizada, semelhante a um esquema elétrico funcional. LADDER significa literalmente “escada”, dado que visualmente o esquema lembra uma escada, Cada degrau é chamado *rung*.” (PRUDENTE, 2007, p.37).

Os esquemas LADDER são compostos estruturalmente de duas linhas verticais e de linhas horizontais (escada), sob as quais são desenhados os elementos constituintes do sistema a controlar. (PRUDENTE, 2007, p.40)

Segundo Prudente (2007, p.40), o esquema LADDER é composto:

- Da barra de alimentação (linha vertical esquerda), que comanda todos os elementos de input;
- Do retorno comum ou massa (linha vertical direita), que conecta todas as variáveis de saída (output);
- Da zona de teste (zona de input). Nesta parte do esquema são desenhados os vários inputs em série e em paralelo e abertura, segundo a lógica de evolução do processo;
- Da zona de ação (a zona de output), destinada a variável de saída.

Na figura 14 é mostrado um exemplo de diagrama em LADDER:

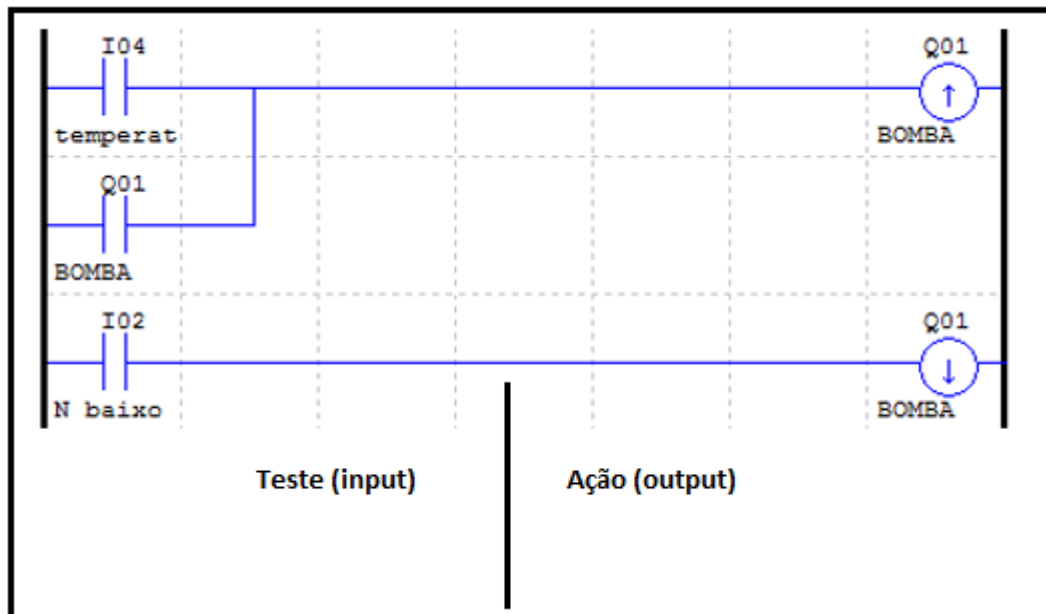


Figura 14: Exemplo de diagrama em LADDER

Fonte: Própria autoria

5.3.6 Controlador Utilizado

As informações contidas abaixo foram retiradas de catálogos e manuais técnicos da ATOS.

MPC4004 é uma série de microcontroladores programáveis incorporando, além das tradicionais funções de relés, temporizadores e contadores, um avançado conjunto de instruções tais como operações aritméticas (+, -, x, ~), comparações, transferência de dados, transferências

de blocos de dados, conversões BCD para binário, binário para BCD, calendário, impressão de dados, *Jump*, *Call*, etc.

Os módulos de processamento incorporam dois canais seriais de comunicação, sendo um no padrão RS232 e o outro no padrão RS485, tanto para comunicação local para troca de dados como para programação de usuário.

Partindo de um módulo básico (CPU) que possui 8 entradas e 8 saídas digitais, controlador de teclado e display de cristal líquido das Interfaces Homem-Máquina, dois canais de comunicação serial (RS232 e RS485), memória *FLASH* para programa de usuário, memórias RAM ou NVRAM com relógio de tempo real, o MPC4004 pode atingir a capacidade máxima de 496 entradas e saídas digitais, 120 entradas e saídas analógicas (tensão ou corrente), 64 canais de temperatura (termopar J, K e RTD Pt100) e 2 contadores de 100 kHz com entrada para *encoder*.

5.4 Sistemas Supervisórios

“Sistemas supervisórios são sistemas digitais de monitoração e operação em plantas que gerenciam variáveis de processo. Estas são atualizadas continuamente e podem ser guardadas em bancos de dados locais ou remotos para fins de registro histórico”. (MORAES, CASTRUCCI, 2001, p.117).

Há dois grandes grupos conhecidos atualmente:

- IHM / HMI (INTERFACE HOMEM-MÁQUINA / *HUMAN MACHINE INTERFACE*);
- SCADA (*SUPERVISORY CONTROL AND DATA ACQUISITION* – Aquisição de Dados e Controle do Supervisório).

5.4.1 IHM / HMI

Segundo Moraes e Castrucci (2001, p.118) são sistemas normalmente utilizados em automação no chão-de-fábrica, geralmente caracterizado por um ambiente agressivo. Possuem construção extremamente robusta, resistente a jato de água direto, umidade, temperatura e poeira de acordo com o IP (grau de proteção) necessário.

“O IHM é um hardware industrial composto normalmente por uma tela de cristal líquido e um conjunto de teclas para navegação ou inserção de dados que utiliza um software proprietário para sua programação” (MORAES, CASTRUCCI, 2001, p.119).

Segue abaixo algumas aplicações para IHM:

- Visualização de informações de campo: dados de motores, dados de processos de máquinas, alarmes;
- Alteração de parâmetros do processo;
- Operação de componentes de máquina.

O CNC (comando numérico computadorizado) é uma técnica que utiliza IHM para automatizar máquinas operatrizes. Podem-se automatizar tornos, fresadoras, centros de usinagem e etc.

5.4.2 SCADA

Segundo Bento (2014) é característico do sistema SCADA:

- Os sistemas SCADA são os sistemas de supervisão de processos industriais que coletam dados do processo através de remotas industriais, principalmente de CLP, formatam estes dados, e os apresenta ao operador em uma interface amigável.
- O objetivo principal dos sistemas SCADA é propiciar uma interface de alto nível do operador com o processo informando-o "em tempo real" de todos os eventos de importância da planta.
- Estes sistemas são configuráveis e permitem supervisão e controle de quantidades elevadas de variáveis de entrada e saída digitais e analógicas distribuídas.

“Os sistemas de supervisão e controle comumente chamados de sistemas SCADA são sistemas configuráveis, destinados à supervisão, ao controle e à aquisição de dados de plantas industriais, apresentando custo menor que os SDCD (Sistemas Digitais de Controle Distribuído) e, por essa razão, sendo muito populares nas indústrias” (MORAES, CASTRUCCI, 2001, p.121).

Neste trabalho, será utilizado um sistema SCADA para controle e supervísório da planta didática para o CLP modular Atos 4004 da Schneider Electric Brasil. Para o supervísório será o Elipse SCADA.

5.4.3 Aplicações

Abaixo segue algumas aplicações:

- Oleodutos;
- Distribuição de tratamento de água;
- Sistemas de esgotos;
- Linhas de processamento de minérios;
- Sistemas de transporte – ferrovias, metrô, trânsitos em cidades...

5.4.4 Componentes físicos

Podem ser resumidos da seguinte maneira os componentes físicos de um sistema de supervisão, (APOSTILA PRINCÍPIO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, 2007):

Sensores e atuadores: Os sensores são dispositivos conectados aos equipamentos controlados e monitorados pelos sistemas SCADA, que convertem parâmetros físicos tais como velocidade, nível de água e temperatura, para sinais analógicos e digitais legíveis pela estação remota. Os atuadores são utilizados para atuar sobre o sistema, ligando e desligando determinados equipamentos.

Estações remotas: O processo de controle e aquisição de dados se inicia nas estações remotas, PLCs (*Programmable Logic Controllers*) e RTUs (*Remote Terminal Units*), com a leitura dos valores atuais dos dispositivos que a ele estão associados e seu respectivo controle. Os PLCs e RTUs são unidades computacionais específicas, utilizadas nas instalações fabris (ou qualquer outro tipo de instalação que se deseje monitorar) para a funcionalidade de ler entradas, realizar cálculos ou controles, e atualizar saídas.

Rede de comunicação: é a plataforma por onde as informações fluem dos PLCs/RTUs para o sistema SCADA e, levando em consideração os requisitos do sistema e a distância a cobrir, pode ser implementada através de cabos Ethernet, fibras ópticas, linhas dial-up, linhas dedicadas, rádio modems, etc.

Estações de monitoração central: são as unidades principais dos sistemas SCADA, sendo responsáveis por recolher a informação gerada pelas estações remotas e agir em conformidade com os eventos detectados, podendo ser centralizadas num único computador ou distribuídas por uma rede de computadores, de modo a permitir o compartilhamento das informações coletadas.

5.4.5 Componentes Lógicos

“Internamente, os sistemas SCADA geralmente dividem suas principais tarefas em blocos ou módulos, que vão permitir maior ou menor flexibilidade e robustez, de acordo com a solução desejada. Em linhas gerais, podemos dividir essas tarefas em: núcleo de processamento, comunicação com PLCs/RTUs, gerenciamento de alarmes, históricos e Banco de Dados, lógicas de programação interna (Scripts) ou controle, interface gráfica, relatórios, comunicação com outras estações SCADA, comunicação com sistemas externos / corporativos, outros.” (APOSTILA PRINCÍPIO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, 2007)

5.5 Transmissores

Antes de se falar em transmissores, é necessário conhecer a definição de sensor, transdutor e condicionador de sinal. Um sensor é um elemento que está diretamente em contato com a variável; o transdutor converte o valor da variável em um sinal elétrico; condicionador de sinal muda a forma ou o valor do sinal.

Transmissores são instrumentos destinados a traduzir o valor de uma variável num sinal padrão. Como exemplo há o sinal amplamente usado nas indústrias – 4 a 20 mA.

A figura 15 ilustra um gráfico de temperatura com o sinal padronizado de 4 a 20 mA, onde 4 mA a temperatura é de 0° C, e 20 mA corresponde à 100° C.

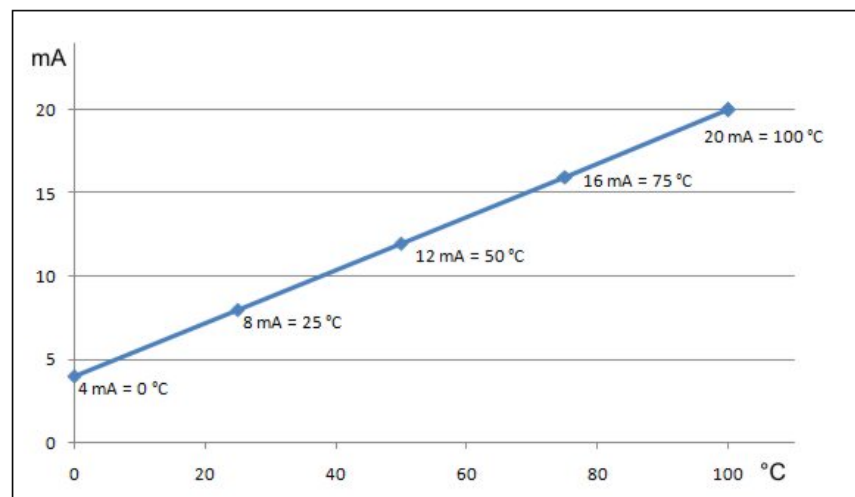


Figura 15: Sinal 4 a 20 mA em um intervalo de temperatura
Fonte: Própria autoria

6. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho propõe a utilização de uma bancada didática com um CLP para o desenvolvimento de uma aplicação prática para controle de uma planta controladora de nível com supervisor. O trabalho envolveu também o desenvolvimento de roteiros práticos para a aplicação em questão e servirá de apoio didático para as aulas das disciplinas de automação, instrumentação e redes industriais.

Devido à importância dos temas de automação para os cursos da área técnica, sejam eles engenharia elétrica, engenharia de controle e automação, tecnologia em automação industrial, entre outros, cabe à instituição o provimento de recursos didáticos utilizáveis para as atividades práticas dos alunos. Mediante isso, foi proposto este projeto envolvendo a bancada didática com o CLP, e posteriormente, pode ser aplicado também a qualquer outro controlador, cuja aplicação é controle de nível de um reservatório de água e para a supervisão da planta será usado o software Elipse SCADA, gerando assim uma interface gráfica ao usuário.

O projeto foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR – Campus Cornélio Procópio), mais precisamente no Laboratório G105, de Controle e Automação.

O interesse em se utilizar esta bancada deve-se às funcionalidades fornecidas pelo dispositivo, cujas aplicações são recomendadas para empresas de pequeno e médio portes (SCHNEIDER Electric, 2007).

6.1 Descrição Geral do Projeto

No desenvolvimento deste trabalho, foram vistas as formas de configuração da lógica do CLP através do programa Winsup 2, com a linguagem Ladder, e todo o processo foi documentado em forma de roteiros práticos para posterior consulta.

Basicamente, a topologia utilizada no trabalho está representada na figura 16.

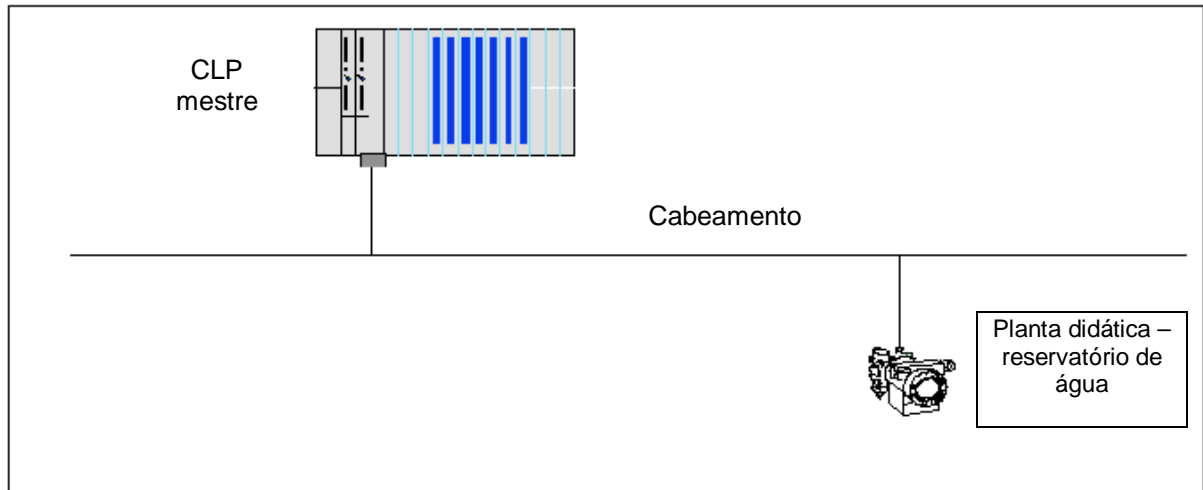


Figura 16: Topologia básica do projeto
Fonte: Própria autoria

A figura 17 ilustra o CLP, especificando seus módulos, que controlará o processo (planta controladora de nível, otimizada por Luiz Francisco Batista Sampaio, figura 18).

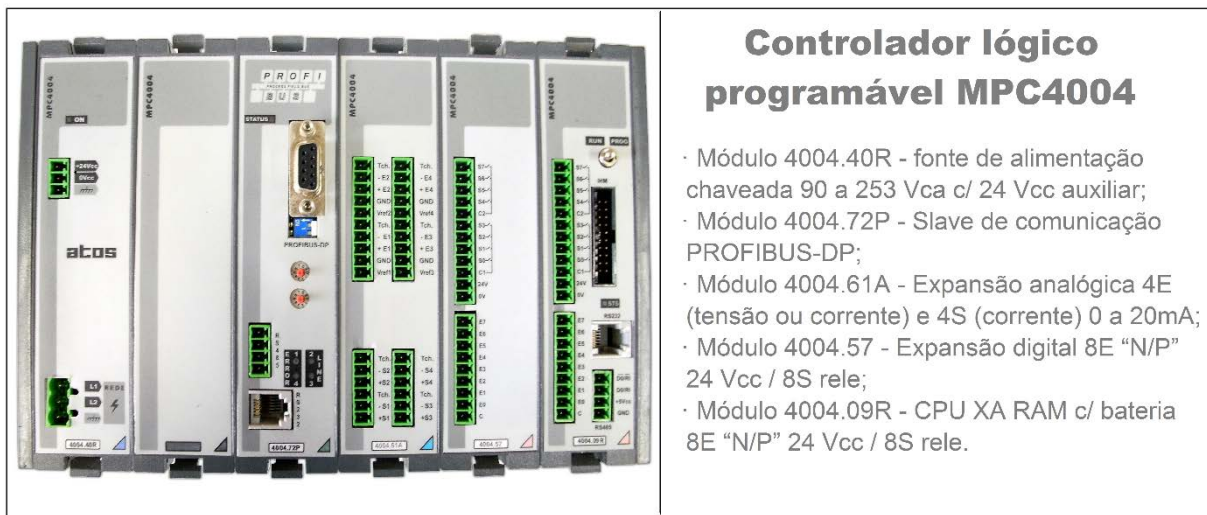


Figura 17: CLP ATOS
Fonte: Própria autoria

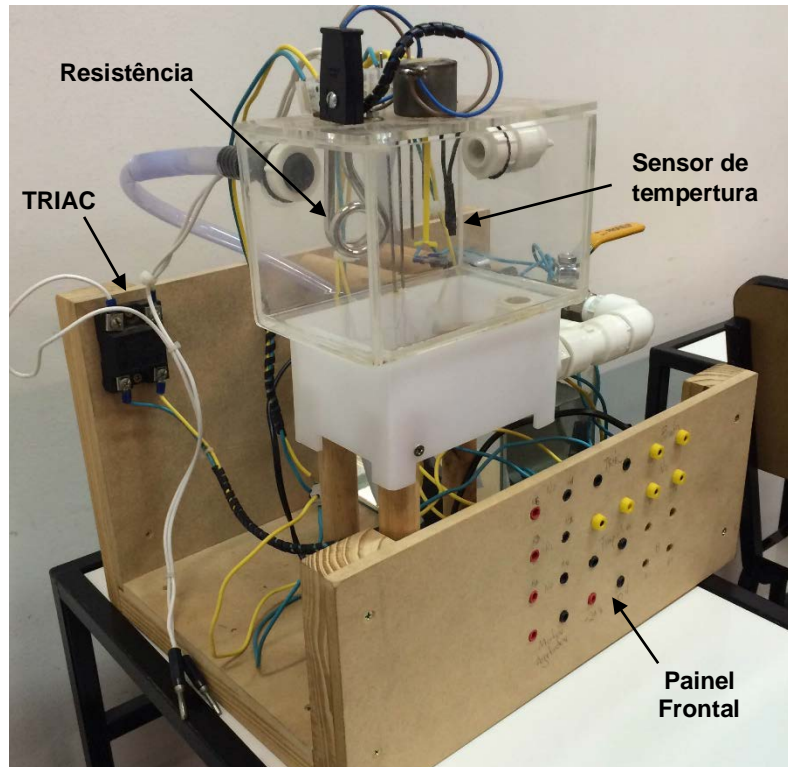


Figura 18: Planta controladora de nível
Fonte: Própria autoria

Elencado abaixo estão algumas características dos componentes da planta controladora de nível, segundo SOARES (2014):

- Sensor de temperatura: composto por um resistor NTC (*negative temperature coefficient*);
- Bomba d'água: consiste em uma bomba de aquário com a capacidade de mover 90 litros/hora;
- Tanques confeccionados em acrílico transparente;
- O agitador consiste em um motor modelo RF-520TB-081450, com tensão de 12 Vcc;
- TRIAC modelo KDSD10AC8, tensão 250 VAC.
- Sensores de níveis constituídos por eletrodos de inox;
- Resistência: aquecedor de água elétrico (“rabo quente”) potência de 500 W e tensão de 220 V.

A figura 19 remete a um diagrama de instrumentação referente a planta didática de medição de temperatura e nível.

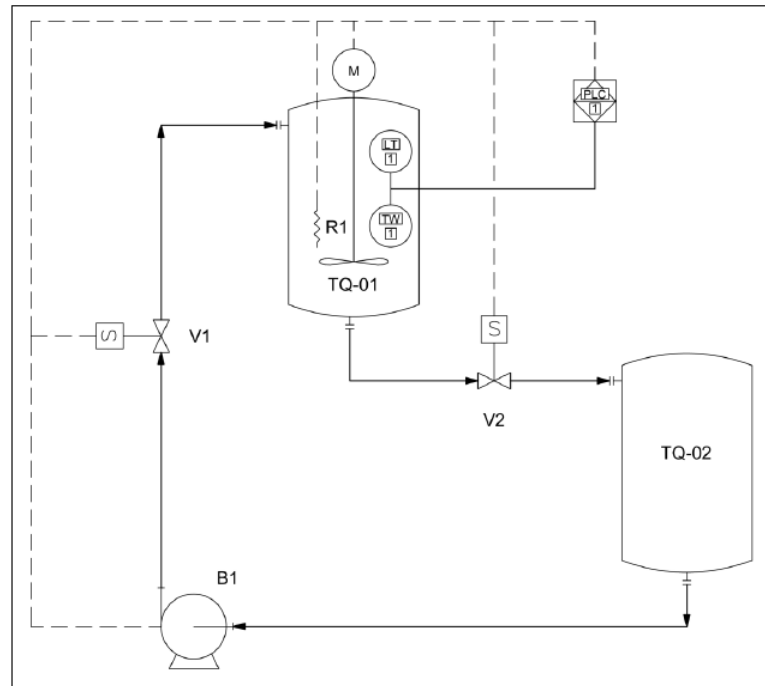


Figura 19: Diagrama de instrumentação referente à planta didática.
Fonte: SAMPAIO, Luiz Francisco Batista, p31.

6.1.2 Esquema de ligações

Para uma melhor compreensão de como é conectada a planta aos bornes do CLP, bem como os componentes da planta didática aos bornes, tem-se a figura 20 como esquema de conexão dos componentes da planta (sensores, bomba, válvula) aos bornes.

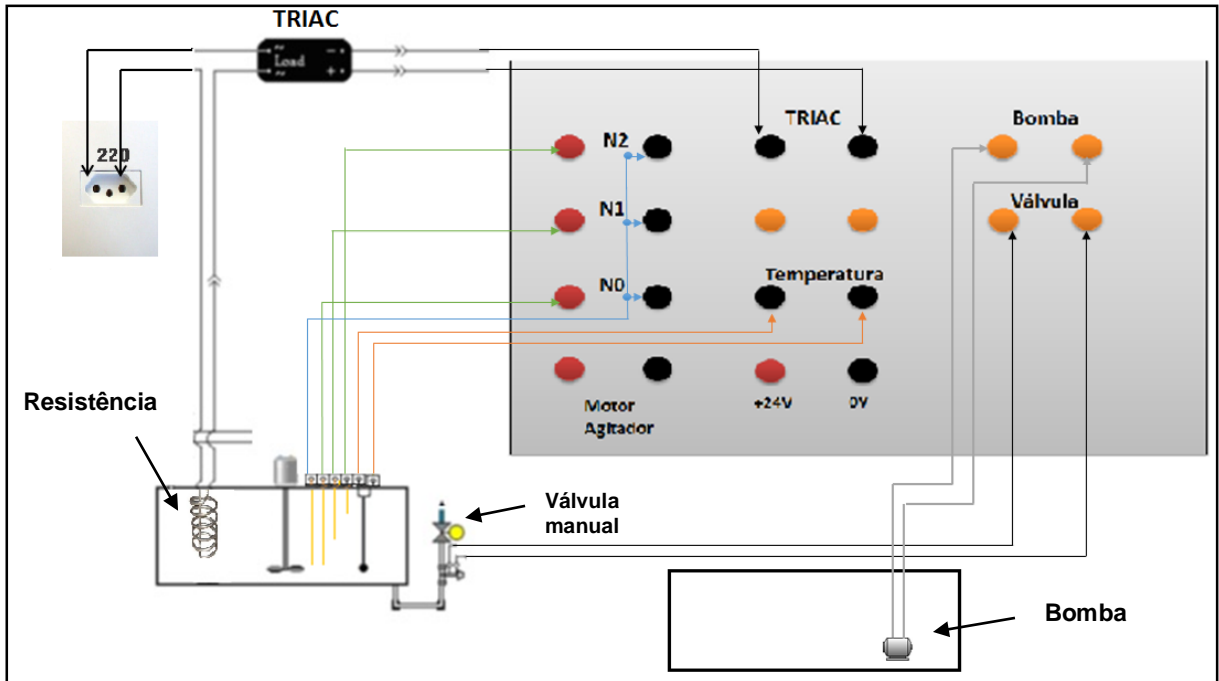


Figura 20: Conexão da planta aos seus bornes
Fonte: Própria autoria

A figura 21 ilustra os bornes das plantas conectados aos terminais do CLP.

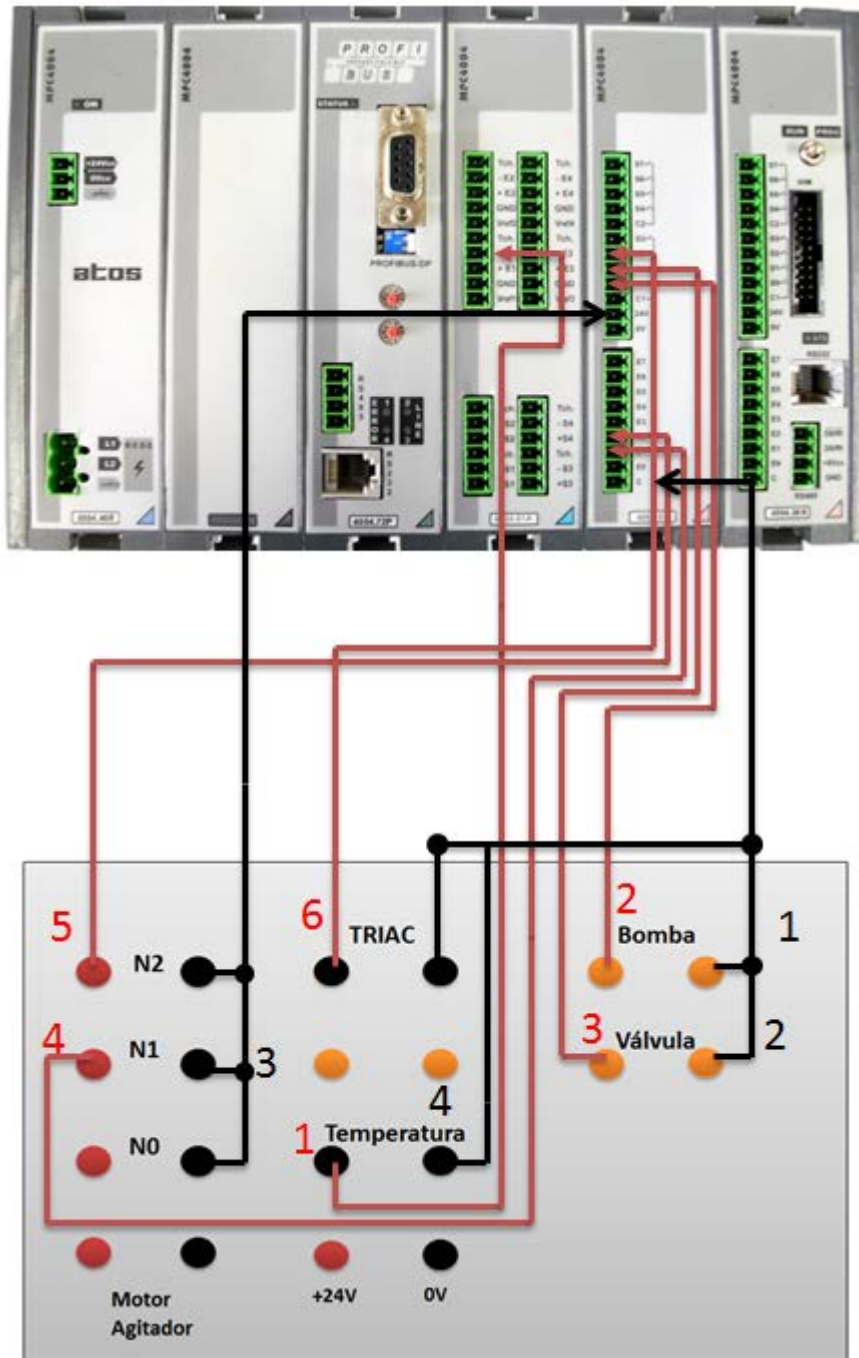


Figura 21: Bornes da planta conectados aos terminais do CLP
Fonte: Própria autoria

Para uma melhor compreensão das conexões utilizadas pela figura 20, seguem-se as tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Esquema das conexões dos bornes ao CLP (em vermelho)

Ligações	Origem (bornes CLP)	Destino (CLP)	Tipo de porta	Módulo CLP
1	Sensor de Temperatura	+E1, -E1	Análogica	4004.61A
2	Bomba	S0	Digital	4004.57
3	Válvula	S1	Digital	4004.57
4	Nível 1	E1	Digital	4004.57
5	Nível 2	E2	Digital	4004.57
6	TRIAC	S2	Digital	4004.57

Tabela 2: Esquema conexões bornes_CLP (em preto)

Ligações	Origem (bornes CLP)	Destino (CLP)	Tipo de porta
1	Bomba	C	Digital
2	Válvula	C	Digital
3	Níveis	+ 24V	Digital
4	Temperatura	+ 24V	Digital

Como analogia da figura tem-se o diagrama elétrico ilustrando o CLP e os respectivos componentes da planta controladora de nível. A figura 22 segue como ilustração.

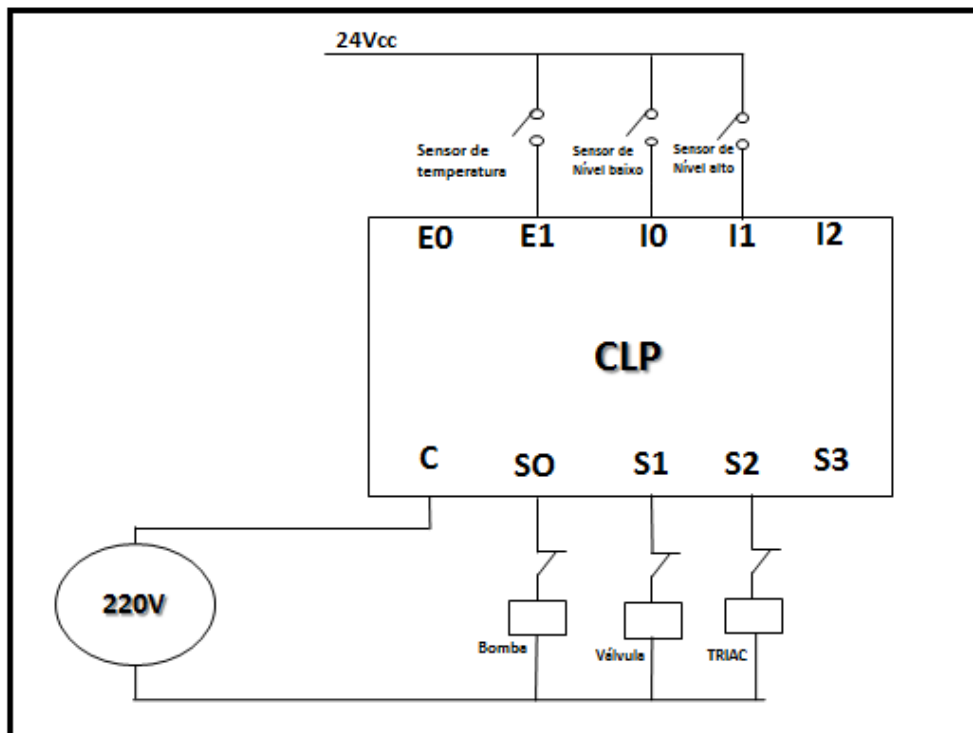


Figura 22: Diagrama elétrico representando a planta com o CLP
 Fonte: Própria autoria

6.2 Metodologia de Programação

O GRAFCET possui 5 elementos, são eles: etapa, ação, transição, receptividade e arco. Dentre esses elementos, três são ativos: transição, etapa e ação.

O método transição, etapa e ação é usado para implementar a linguagem LADDER, tomando como princípio algum GRAFCET disponível. Segundo SILVEIRA pode ser definido como um processo que “é responsável pela implementação das transições, ou seja, a lógica que permite o fluxo entre as etapas. O segundo processo é responsável pela sequencialização das etapas. Por último, um processo responsável por realizar as ações das etapas” (SILVEIRA, 1998, p.).

A figura 23 ilustra como é o esquema deste método.

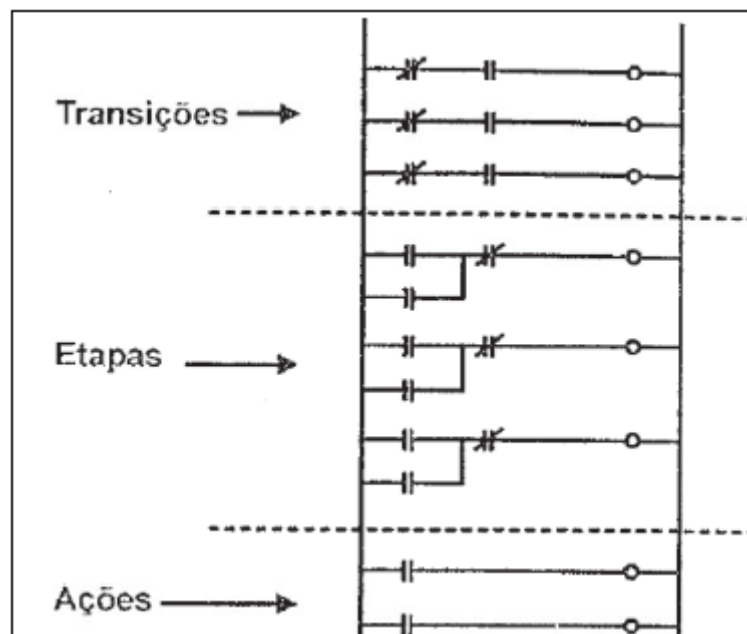


Figura 23: Método Transição, Etapa e Ação

O processo de funcionamento obedecerá a seguinte lógica:

1. A planta é ligada;
2. Se o nível estiver baixo a planta é ligada;
3. Quando atingir o nível alto, aciona o gatilho do TRIAC
4. O TRIAC acionado energizará a resistência, aquecendo assim a temperatura da água;
5. Quando a água atingir uma temperatura especificada, a válvula de descarga será ativada;

6. Ao atingir o nível baixo, a válvula será desligada.
7. Inicia novamente no item 2.

A figura 24 ilustra a lógica do processo via GRAFCET.

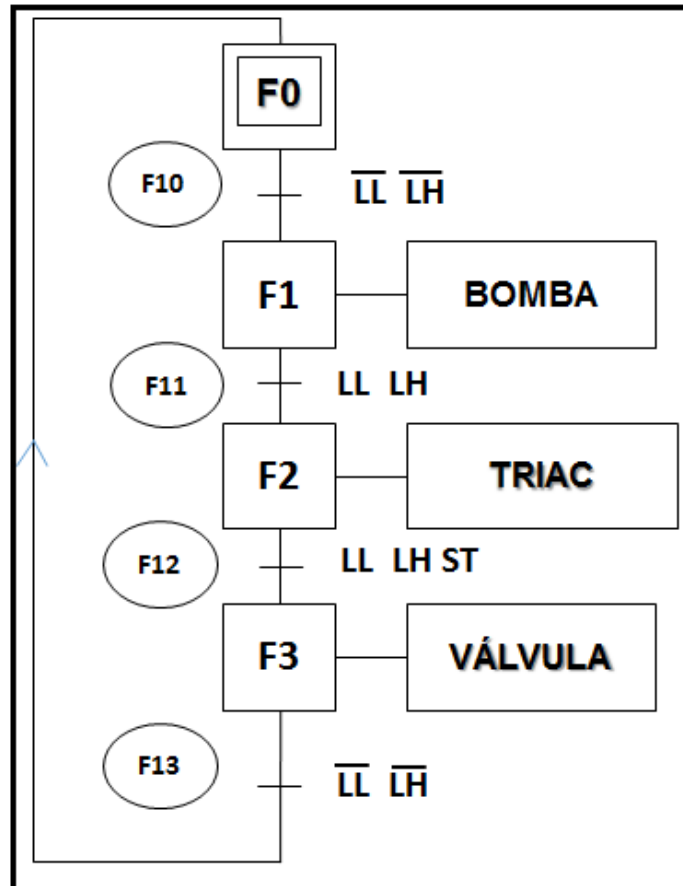


Figura 24: GRAFCET do processo.
Fonte: Própria autoria.

As tabelas 3, 4, 5 e 6 remetem às transições, etapas e ações da modelagem segundo o GRAFCET representado pela figura 24.

Tabela 3: Definição das entradas do CLP

SENSIBILIDADE	ENTRADA CLP
Botão liga	I1
Sensor Nível Baixo (LL)	I2
Sensor Nível Alto (LH)	I3
Sensor de Temperatura	I4

Tabela 4: Etapas e memória interna do CLP

ETAPAS	MEMÓRIA CLP
Etapa 0	F0
Etapa 1	F1
Etapa 2	F2
Etapa 3	F3

Tabela 5: Transições e memória interna do CLP

TRANSIÇÕES	MEMÓRIA CLP
Entre etapas 0 e 1	F10
Entre etapas 1 e 2	F11
Entre etapas 2 e 3	F12
Entre etapas 3 e 0	F13

Tabela 6: Ações e saídas do CLP

AÇÕES	SAÍDA CLP
Liga a Bomba	Q1
Aciona a Válvula	Q2
Dispara o TRIAC	Q3

De acordo com o GRAFCET projetado, em conjunto com as entradas e saídas dispostas pelas tabelas 3, 4, 5 e 6, tem-se a seguinte programação em LADDER ilustrado pelas figuras 25, 26 e 27.

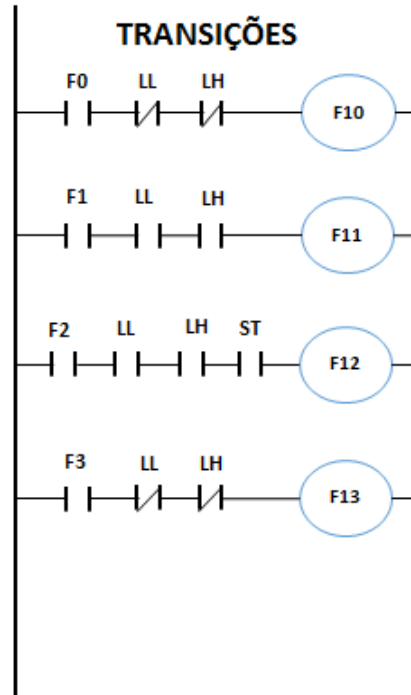


Figura 25: Diagrama LADDER referente às Transições
Fonte: Própria autoria.

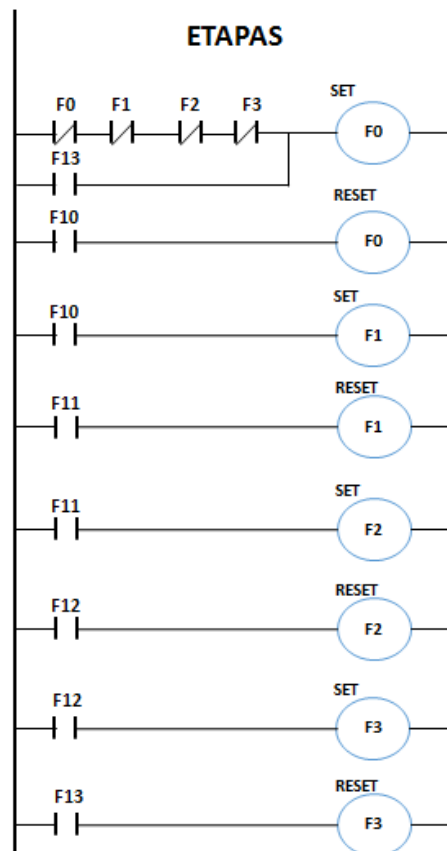


Figura 26: Diagrama LADDER referente às Etapas
Fonte: Própria autoria

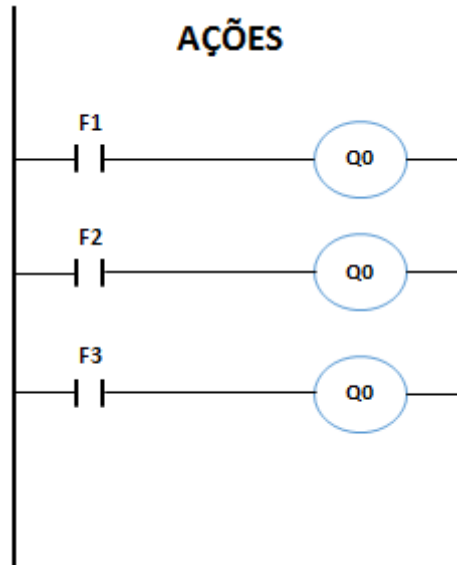


Figura 27: Diagrama LADDER referente às Ações
Fonte: Própria autoria

No ANEXO A, ao final do documento, encontra-se informações a respeito da configuração da programação em LADDER, realizada no software Winsup 2.

6.3 Supervisório

Para o operador/usuário supervisionar o processo, será utilizado o software Elipse SCADA. A imagem da figura 28 ilustra como ficará a interface visual da aplicação.

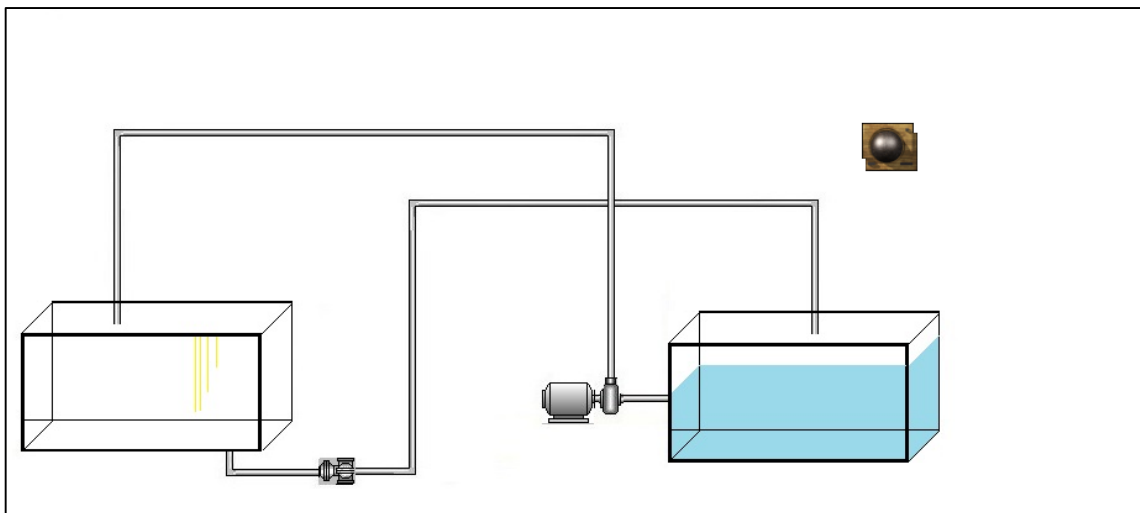


Figura 28: Interface visual da aplicação via Elipse SCADA
Fonte: Própria autoria

Informações a respeito da configuração do supervisório encontram-se no ANEXO B, ao final deste trabalho.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tomando como base os objetivos do trabalho, tornou-se possível a concepção de roteiros práticos para configuração do CLP, com seus módulos e afins, enfatizando a configuração tanto de entradas analógicas quanto de digitais e a configuração e supervisão através de uma interface SCADA. Para as atividades laboratoriais será um excelente ganho, pois os anexos A e B disponíveis ao final deste documento são tutoriais, explicitando passo a passo como configurar tanto o CLP, através do software, quando o supervisor SCADA.

Conforme Sampaio (2014), essa nova planta didática geraria outros trabalhos de conclusão de curso, em vista de sua facilidade de manuseio e transporte, pois ela não está fixada em nenhum lugar específico.

As vantagens em se utilizar essa planta são inúmeras. Podemos citar a mobilidade, pois ela não está fixa em nenhum lugar específico, podendo assim ser transportada para qualquer local apropriado; ela pode ser implementada com outro controlador; não há perda de água, pois esta fica armazenada em um reservatório inferior conforme foi visto na figura 18. A antiga planta está fixada em uma bancada, para ser transportada precisa levar a bancada toda; o controlador já está conectado a planta, tornando exclusivo o seu uso; quando há a descarga da água pela válvula, ela simplesmente sai pela rede de encanamento, desperdiçando-a.

8.2 Trabalhos Futuros

Para futuros trabalhos, uma ideia seria agregar dispositivos analógicos e digitais remotos conectados em uma rede de comunicação utilizando protocolos atuais como Profibus, Profinet e *Foundation Fieldbus*.

8.3 Resultados

A implementação da planta foi realizada com sucesso, entretanto, pela indisponibilidade de recursos, não foi realizada a configuração do transmissor de temperatura. Ou seja, a planta realizou a lógica de controle apenas com os componentes relativos aos níveis.

Foi implementada uma lógica mais simples, com o funcionamento parcial, apenas com os sensores de níveis atuando. Para melhor compreensão seguem figuras 29, 30 e 31 da interface via SCADA.

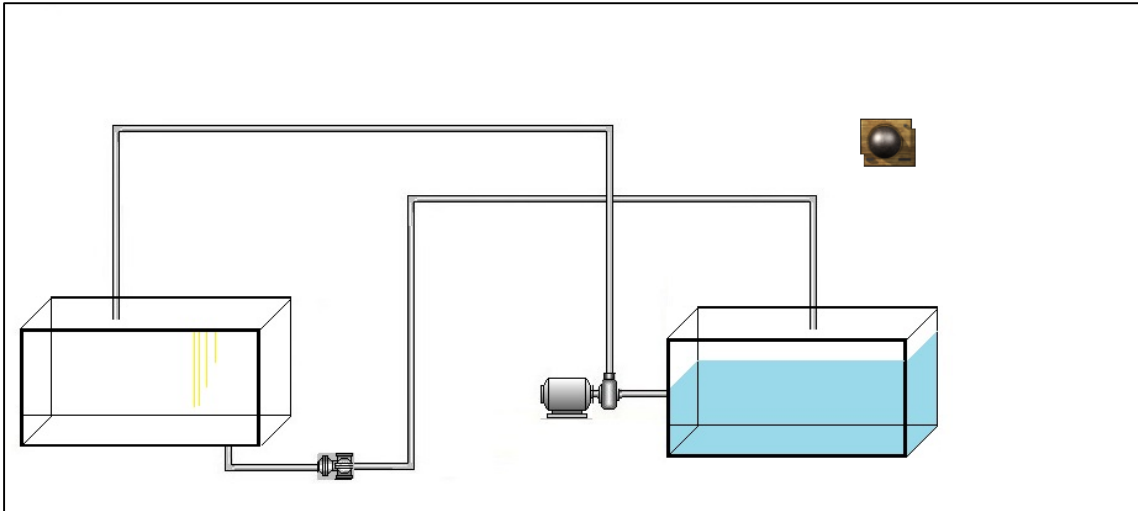


Figura 29: Planta desligada
Fonte: Própria autoria

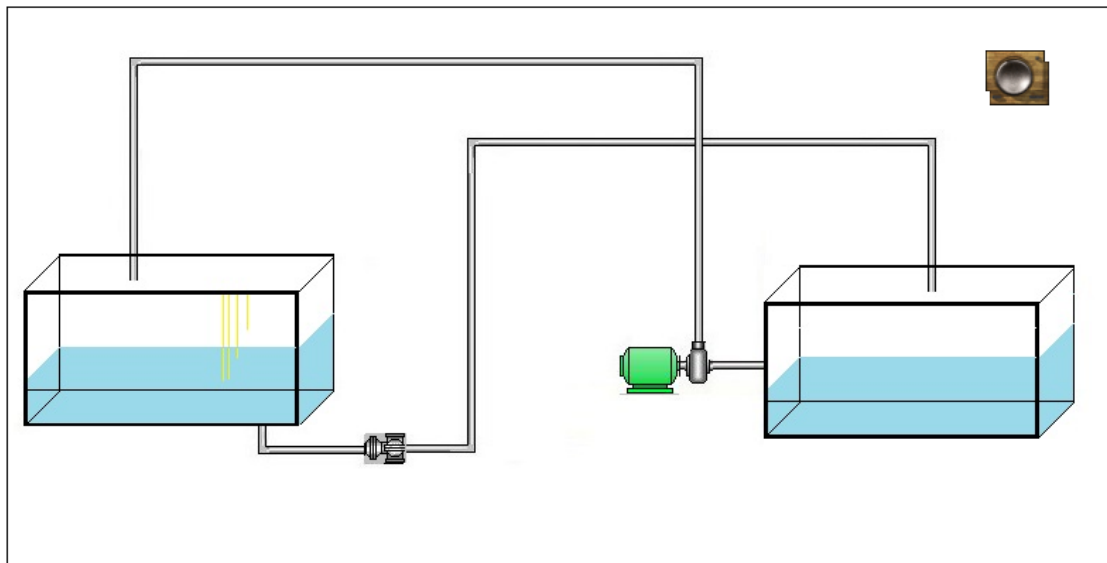


Figura 30: Planta ligada, sensor nível médio ativado
Fonte: Própria autoria

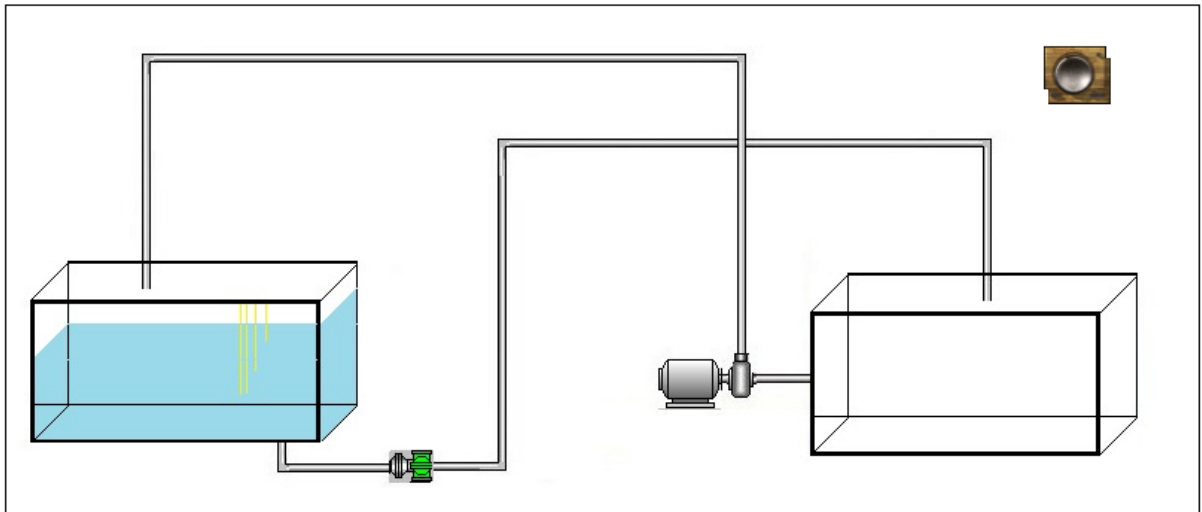


Figura 31: Sensor nível alto ativado, bomba desligada e válvula acionada para descarga.
Fonte: Própria autoria

REFERÊNCIAS

SILVEIRA, Paulo R.; SANTOS, Winderson E. **Automação e Controle Discreto**. 6ª ed. São Paulo: Érica, 1998.

UNIVERSIDADE Federal de Santa Maria. **Apostila: Princípios de Automação Industrial, 2007**. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/desp/geomar/automacao/Apostila_032012.pdf>. Acesso em: 25/09/2014.

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de automação industrial**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

SCHNEIDER Electric. **Redes de Comunicação Industrial**. Documento Técnico nº 2. 2007. Disponível em: < http://www.schneiderelectric.pt/documents/product-services/training/doctecnico_redes.pdf >. Acesso em: 01/10/2014.

SAMPAIO, Luiz Francisco Batista. **Laboratório de Automação e Controle: Módulo Didático para Controle de Temperatura e Nível em Líquidos**. 2014. p.68. Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia em Eletrotécnica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2014.

ATOS. Controlador Programável. Manual. Disponível em <http://download.schneider-electric.com/files?p_File_Id=2465974&p_File_Name=m400421dp.pdf> Acesso em 10/06/2015

ATOS. Controlador Lógico Programável. Manual. Disponível em: <[http://www.global-download.schneider-electric.com/mainRepository/EDMS_CTRY2.nsf/69f5d72c7a0cf811c12573d800389503/7be0448a168fc42b85257786003b1856/\\$FILE/M400423w2p.pdf](http://www.global-download.schneider-electric.com/mainRepository/EDMS_CTRY2.nsf/69f5d72c7a0cf811c12573d800389503/7be0448a168fc42b85257786003b1856/$FILE/M400423w2p.pdf)> Acesso em 11/06/2015

ANEXOS

ANEXO A

TUTORIAL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL SOFTWARE WINSUP 2

Tabela A.1: Memórias do CLP ATOS

MEMÓRIAS	DESCRIÇÃO
0100 a 15F	Entradas Digitais
0180 a 01EF	Saídas Digitais
0380 a 03CF	80 estados internos com retenção
00F7	Sempre Ligado
00F6	Sempre Desligado
00F5	Ligado apenas na primeira varredura

Passo 1 – Novo Projeto

Para a configuração do CLP ATOS, utiliza-se o software *Winsup2*. Para dar início a configuração abrir o programa e clicar em *arquivo* e, em *Novo Projeto...* Aparecerá a seguinte tela, ilustrado pela figura A.1.

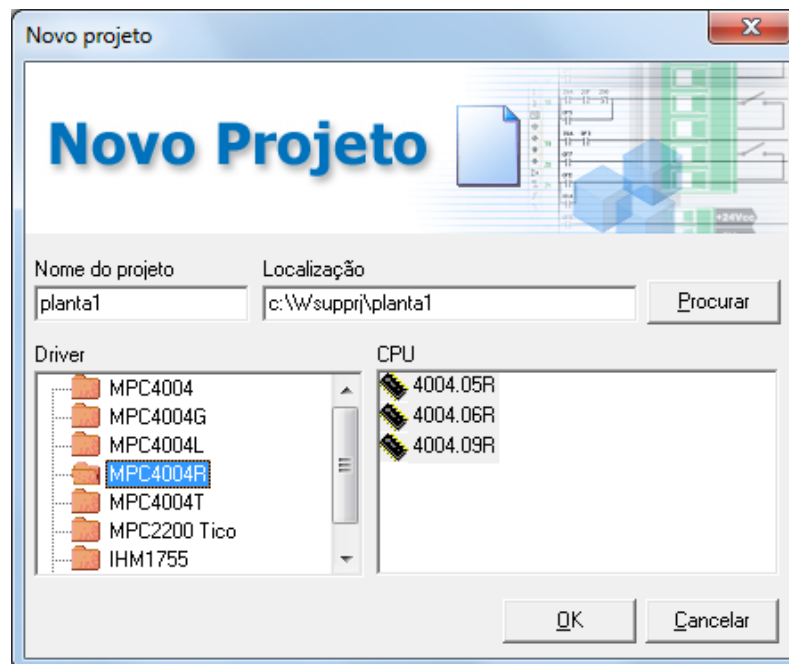


Figura A.1: Criando novo projeto

Fonte: Própria autoria

No “nome” colocar “planta1”, e selecionar o CLP **MPC4004R**, clicar em OK. (obs: em localização salvar o programa em um lugar conhecido).

Passo 2 – Configurando o Hardware

Após, isso, configurar o hardware, que são os módulos do CLP. Primeiro dar 2 cliques em **Hardware**, depois em **Expansão**, e finalmente em **Configurar**. As figuras A.2, A.3 e A.4 ilustram esse processo.

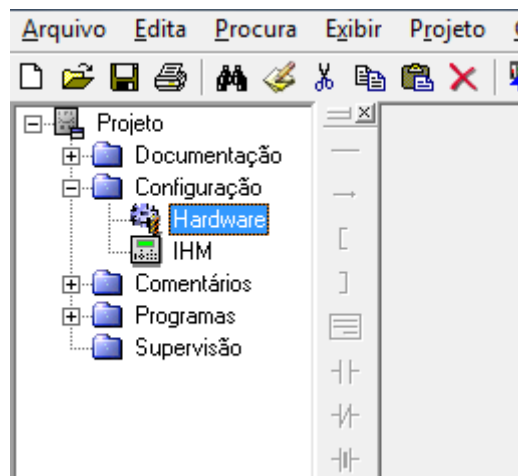


Figura A.2: Selecionando o Hardware
Fonte: Própria autoria

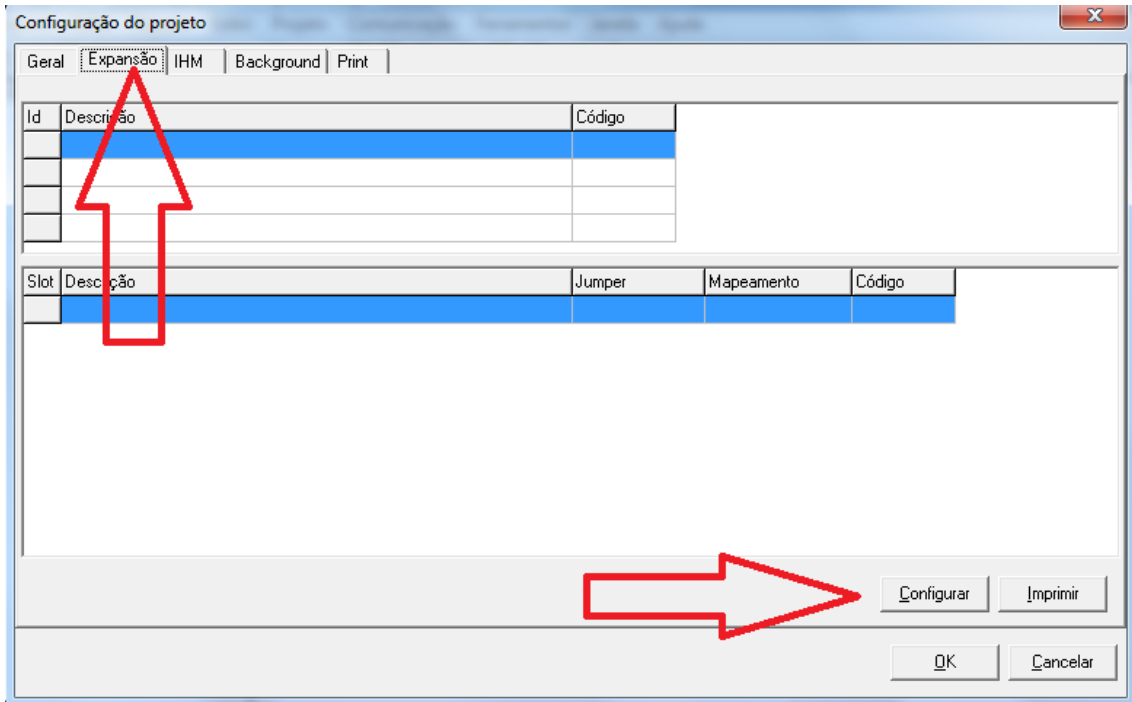


Figura A.3: Configurar os módulos
Fonte: Própria autoria

Abrirá uma tela com os módulos do CLP. Será selecionado então um bastidor com 6 slots, conforme a figura A.4.

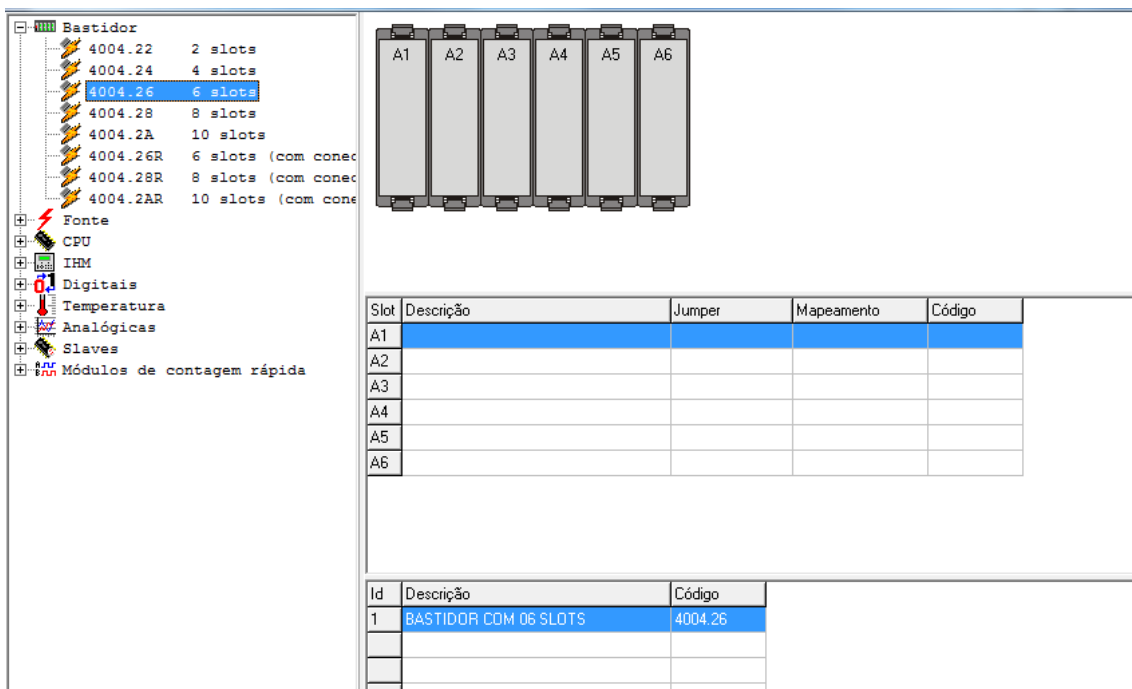
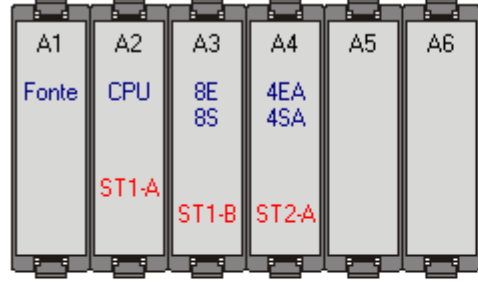


Figura A.4: Tela de expansão de hardware. Selecionando bastidor com 6 slots
Fonte: Própria autoria

Inserindo fonte, CPU, os módulos de expansão, terá que ficar como mostra a figura A.5.



Slot	Descrição	Jumper	Mapeamento	Código
A1	FONTE DE ALIMENTAÇÃO 93-250 Vca			4004.40/R
A2	CPU XA 8E 24VCC N ou P / 8S RELE 64	ST1-A	E: 0100 S: 0180	4004.09R
A3	MÓDULO DE EXPANSÃO COM 8E 24VCC	ST1-B	E: 0110 S: 0190	4004.57
A4	MÓD. EXP. 4E (TENSÃO ou CORRENTE)	ST2-A	E: FFFF S: FFFF	4004.61/A
A5				
A6				

Id	Descrição	Código
1	BASTIDOR COM 06 SLOTS	4004.26

Figura A.5: Configuração final do hardware
Fonte: Própria autoria

Em seguida configurar a placa analógica. Pode ser feito da seguinte forma:

- Dois cliques duplos sobre o módulo 4004.61/A;
- Clicando com o botão direito e selecionando a opção Propriedades.

Configura-se conforme a figura A.6.

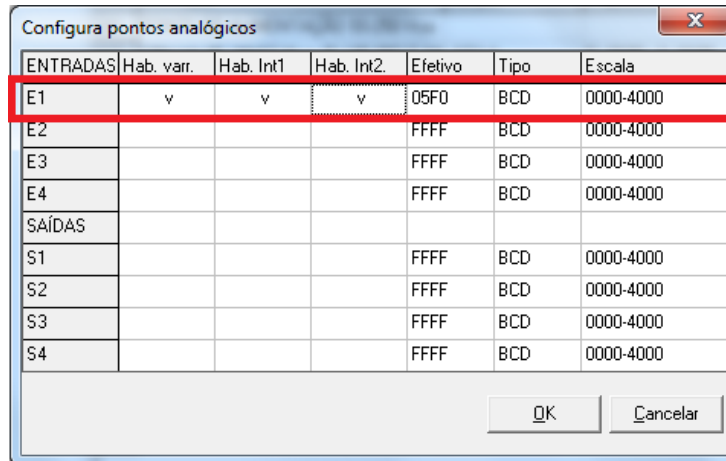


Figura A.6: Configurando a entrada analógica
 Fonte: Própria autoria

Passo 3: Programando em LADDER

Para finalizar, clicar em ok. Agora, para a programação, deve ser selecionado *Programas*, depois *Principal*. Segue figura A.7 para ilustração.

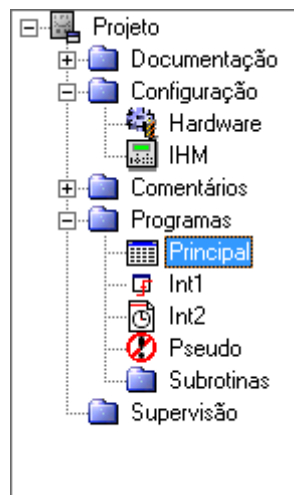


Figura A.7: Começando o programa Principal
 Fonte: Própria autoria

Para a realização do programa, foi realizado um estudo envolvendo a linguagem de programação GRAFCET, facilitando assim a implementação da programação em LADDER.

Nesta programação fora utilizado o método TRANSIÇÃO, ETAPA, AÇÃO: dividindo assim em blocos a programação em LADDER.

Segue figura A.8 do GRAFCET referente à programação.

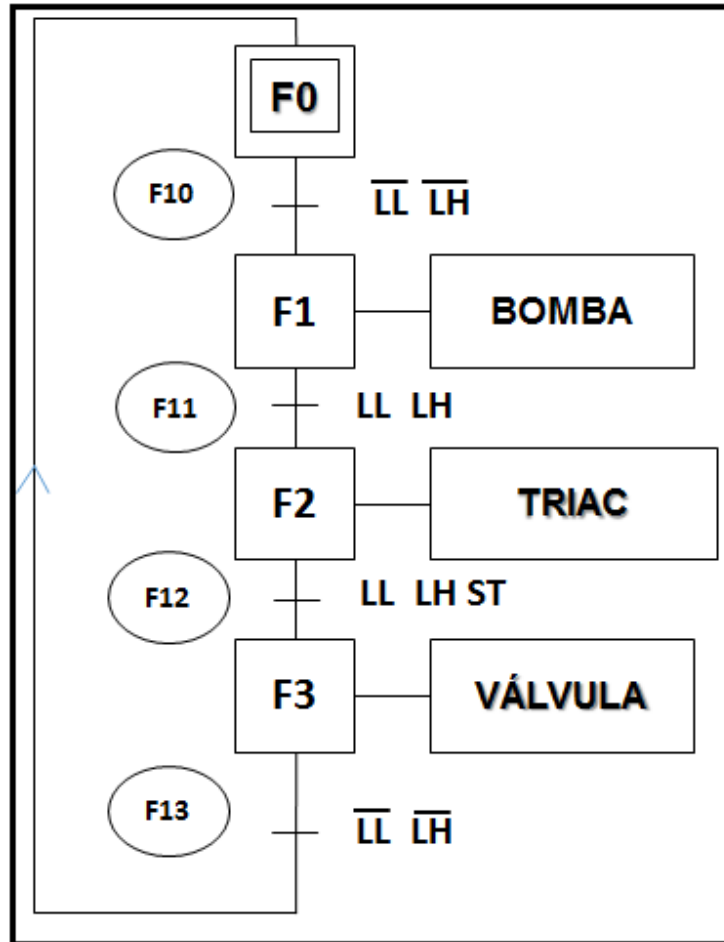


Figura A.8: GRAFCET referente à planta controladora de nível
 Fonte: Própria autoria

Com esse modelo de GRAFCET fora feito o estudo e chegou aos seguintes blocos de LADDER, as figuras A.9, A.10 e A.11 ilustram.

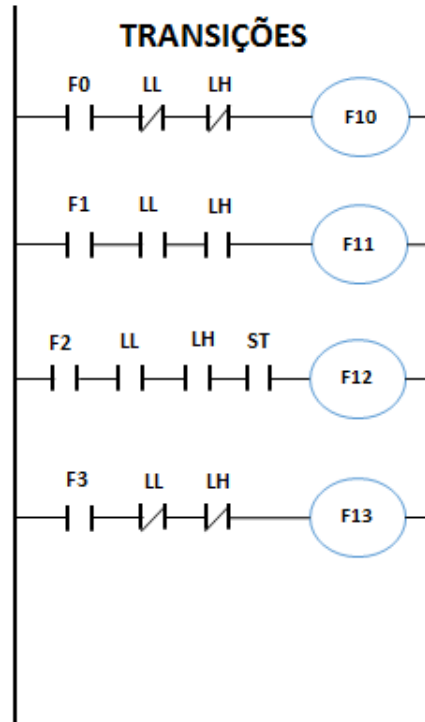


Figura A.9: Diagrama LADDER referente às TRANSIÇÕES.
Fonte: Própria autoria

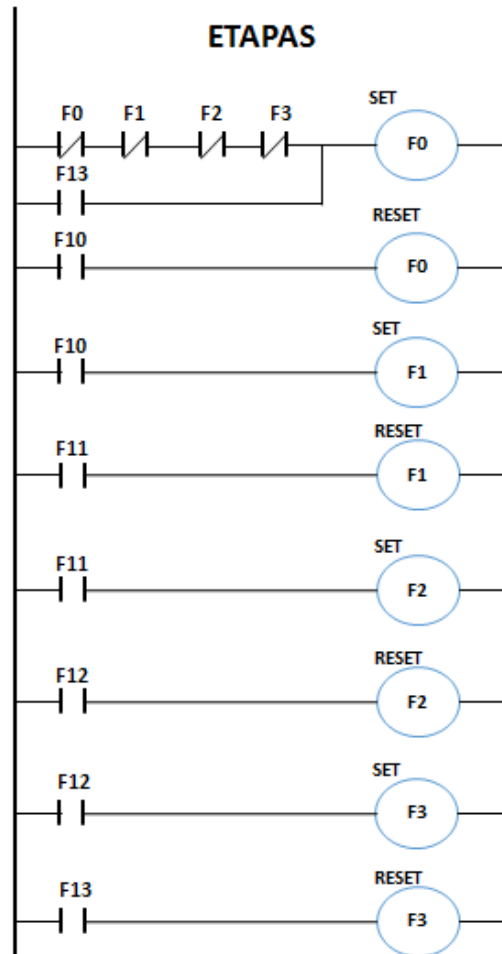


Figura A.10: Diagrama LADDER referente as ETAPAS
Fonte: Própria autoria

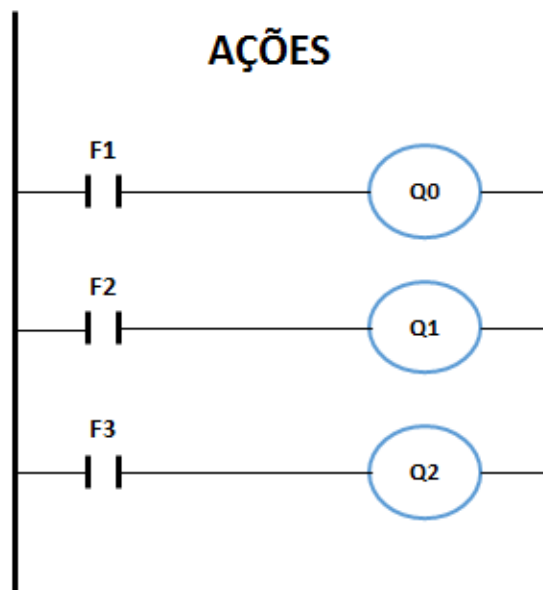


Figura A.11: Diagrama LADDER referente as AÇÕES.
Fonte: Própria autoria

A tabela A.2 discrimina a analogia sobre o LADDER conceitual exposto nas figuras A.9, A.10 e A.11, e sua real implementação no software Winsup 2.

Tabela A.2: Endereços no Winsup 2.

LADDER conceitual	Winsup 2
F0	380
F1	381
F2	382
F3	383
F10	391
F11	392
F12	393
F13	394
Q0	190
Q1	192
Q2	191
LL	101
LH	102
ST	05F0

Passo 4 – Implementando a programação em LADDER

Implementação com o software *Winsup2*.

A princípio, deve conter um bloco de inicialização. Segue figura A.12 ilustrando-o.

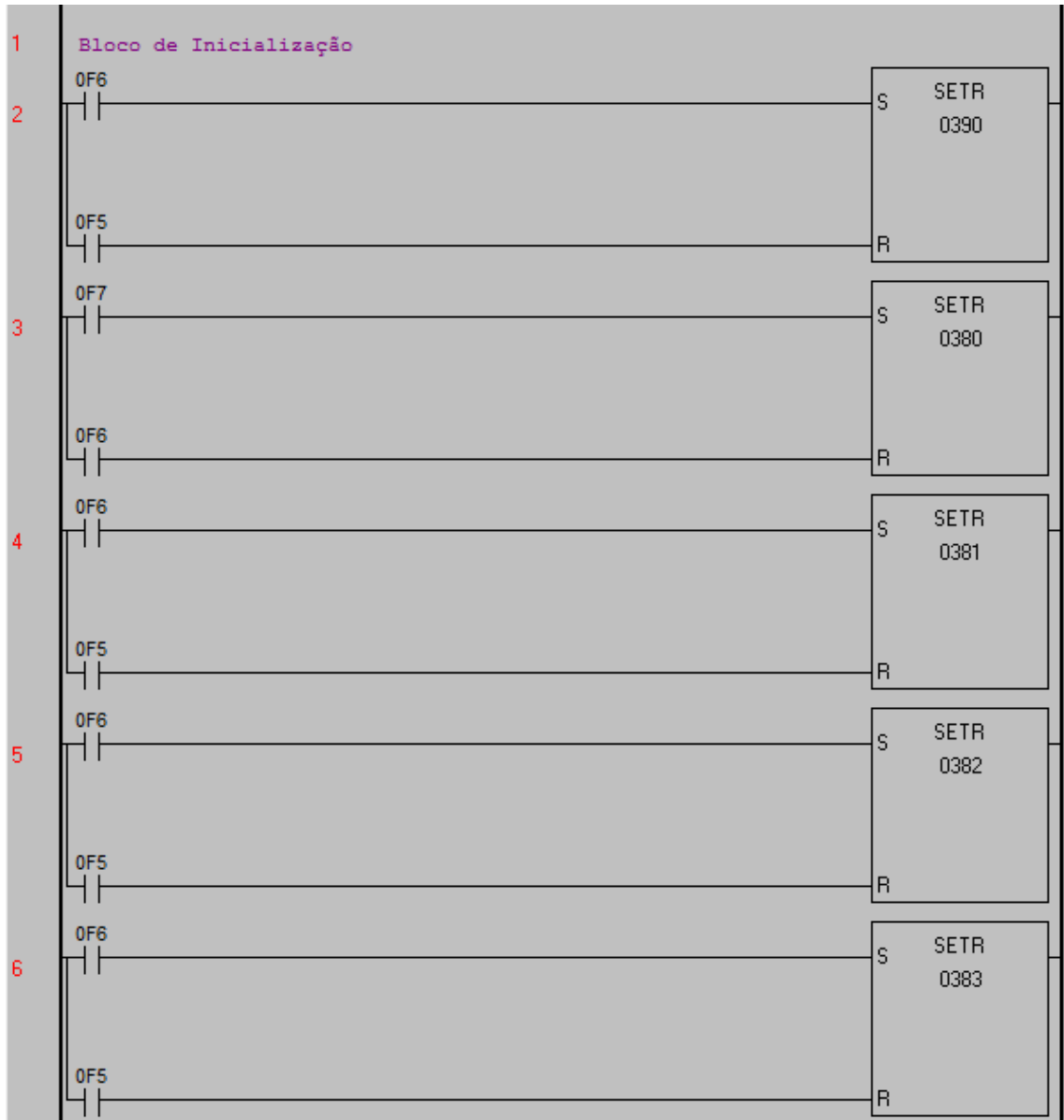


Figura A.12: Bloco de Inicialização.
Fonte: Própria autoria

Em seguida, começa propriamente o programa seguindo o GRAFCET da figura A.8. As figuras A.13, A.14 e A.15 são respectivamente os blocos TRANSIÇÃO, ETAPA e AÇÃO.

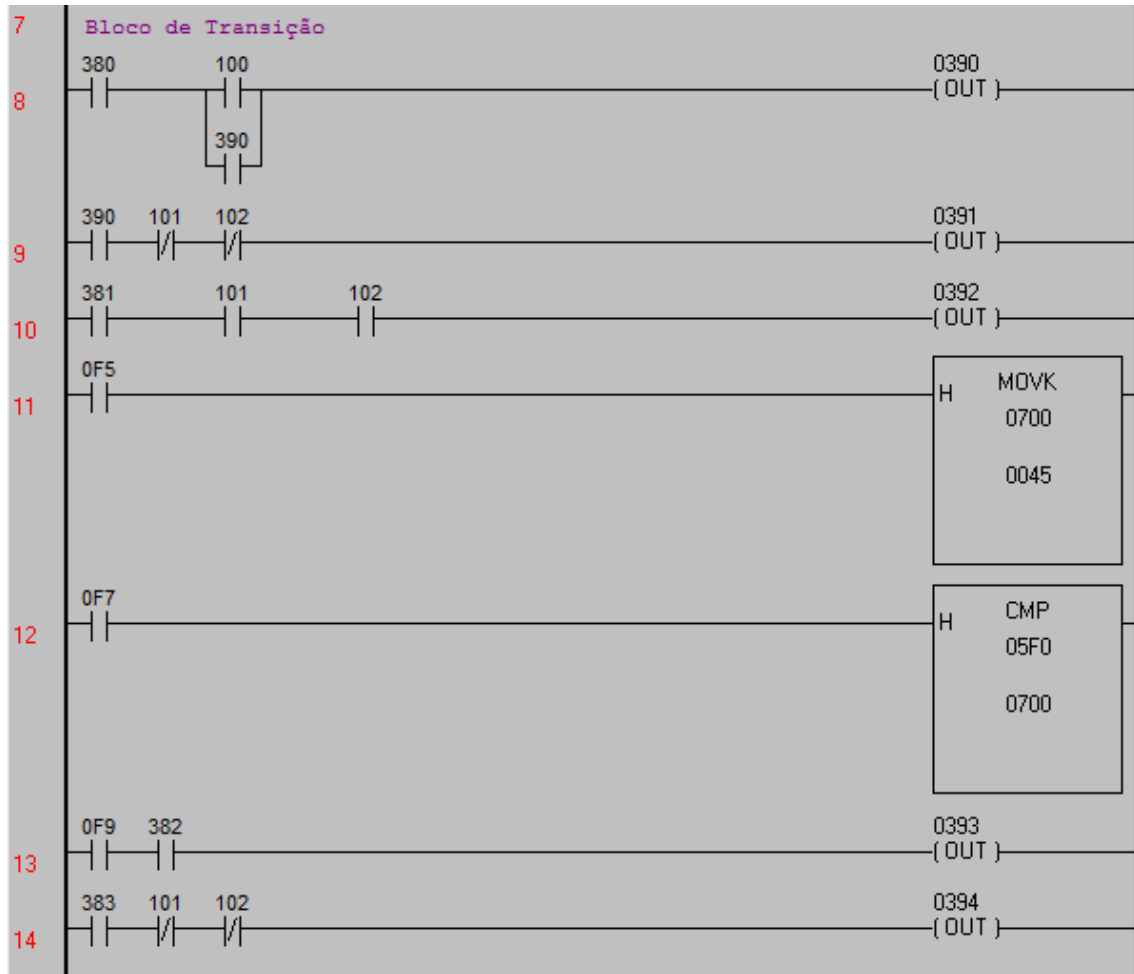


Figura A.13: Bloco de Transição.
Fonte: Própria autoria

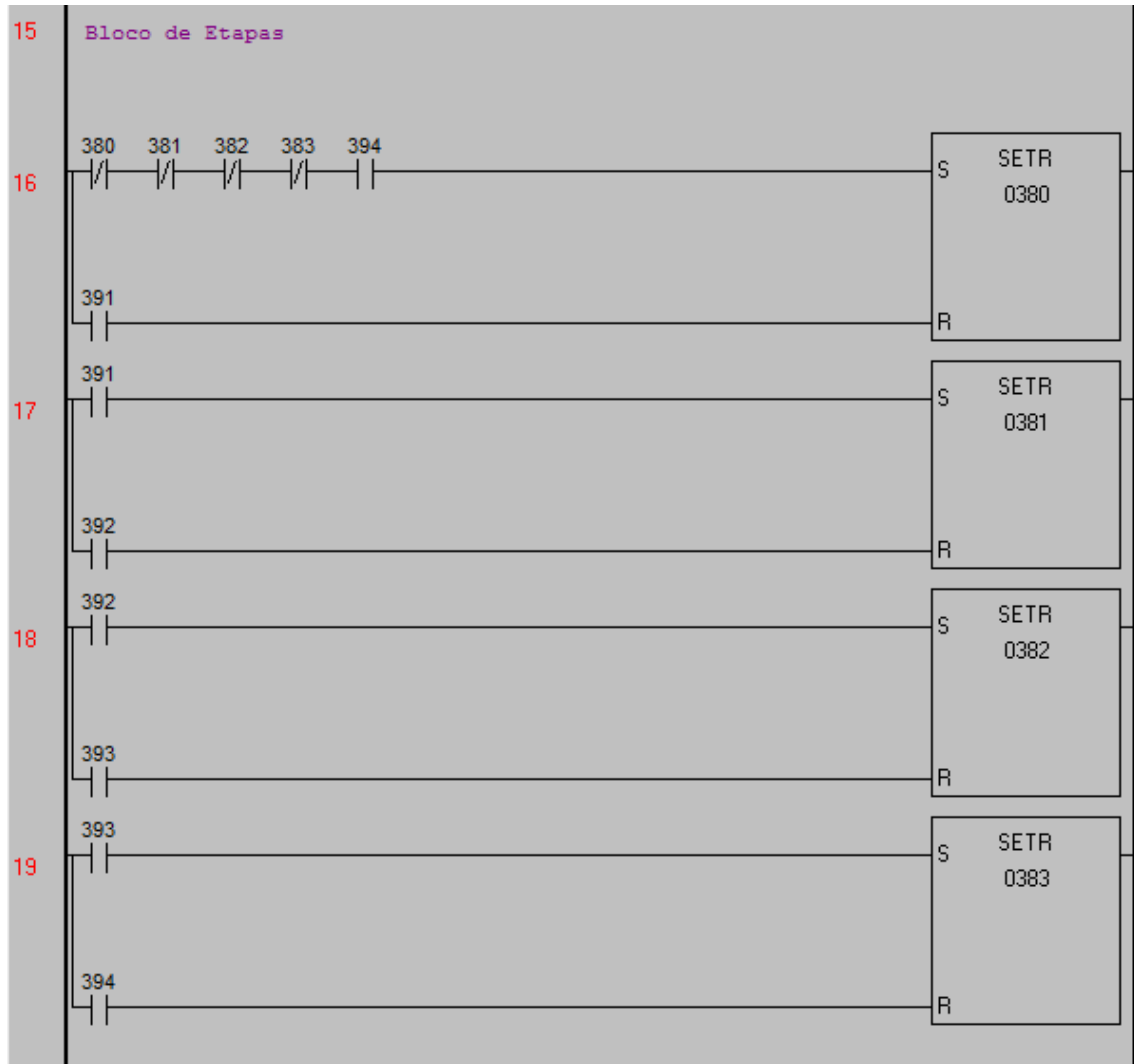


Figura A.14: Bloco de Etapas
Fonte: Própria autoria

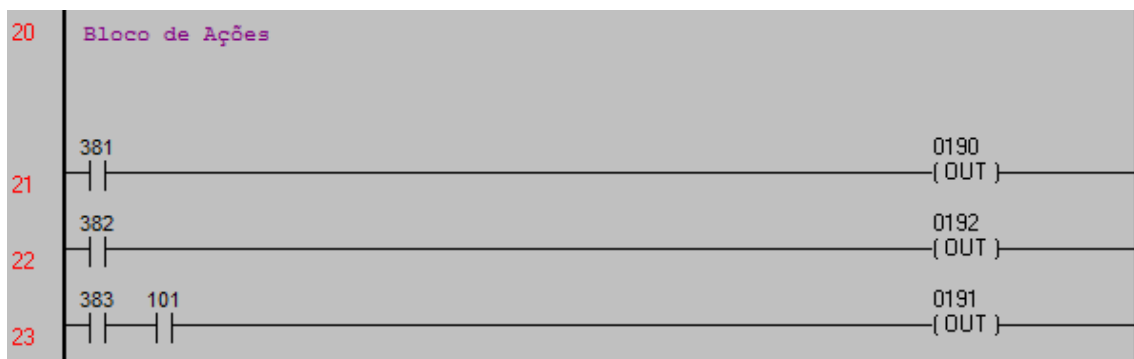


Figura A.15: Bloco de Ações
Fonte: Própria autoria

Após todo esse processo, para se comunicar com o CLP, clicar em *Comunicação* e *Enviar para o CLP*. A figura A.16 ilustra.



Figura A.16: Enviando programa para o CLP
Fonte: Própria autoria

Para fazer a supervisão, no próprio Winsup, basta clicar no item Supervisão, ilustrado pela figura A.17.



Figura A.17: Supervisionando pelo Winsup2
Fonte: Própria autoria

ANEXO B

TUTORIAL SUPERVISÓRIO ELIPSE SCADA

Para integrar a aplicação realizada com o software *Winsup 2* do CLP ATOS com o supervisor, faz-se necessário seguir os seguintes passos abaixo:

Passo 1 – Nova Aplicação

Ao abrir o software Elipse SCADA, no menu arquivo clicar em *Nova Aplicação*, assim como está ilustrado pela figura B.1.

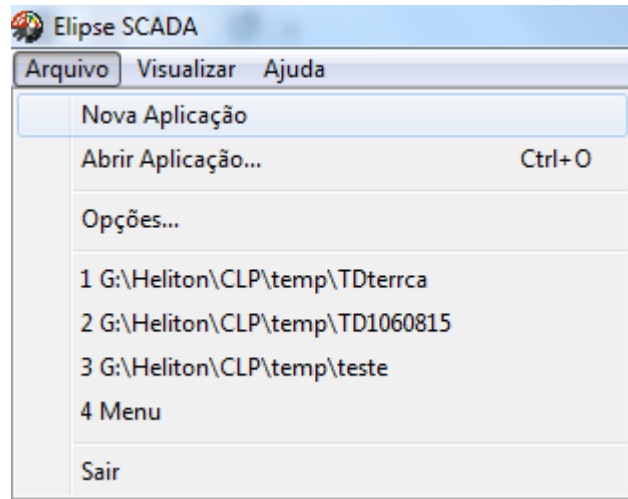


Figura B.1: Criando nova Aplicação
Fonte: Própria autoria

Depois aparecerá uma tela que definirá o nome e o endereço para salvar o arquivo. A figura B.2 já está com o nome de planta1, e geralmente o arquivo é salvo em C:\Temp. Clicar em salvar.

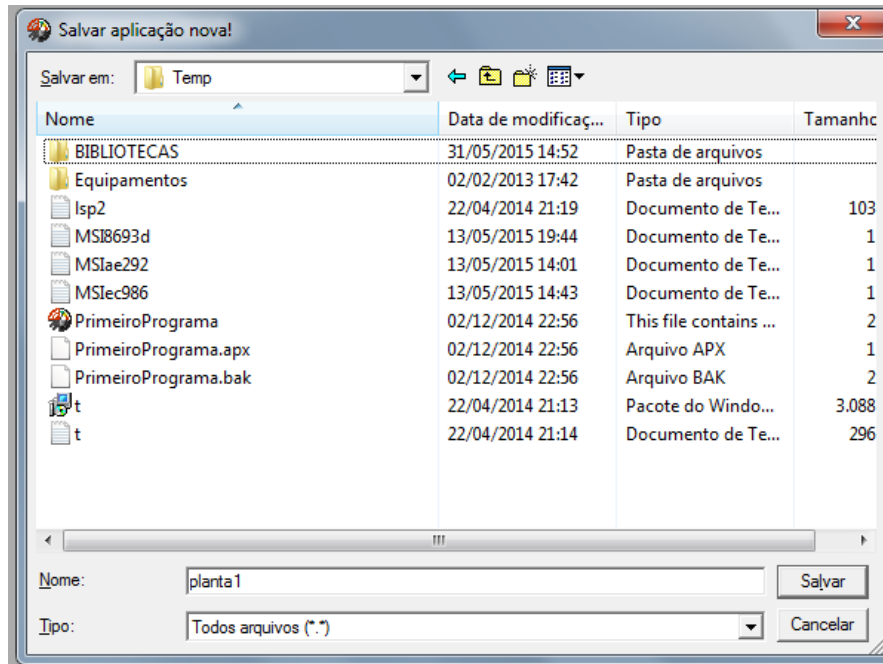


Figura B.2: Nome e endereço da aplicação
Fonte: Própria autoria

Passo 2 – Adicionando o fundo da aplicação

A figura B.3 mostra a tela que aparecerá após criada a nova aplicação. Dando 2 cliques no meio dela pode-se inserir o fundo.

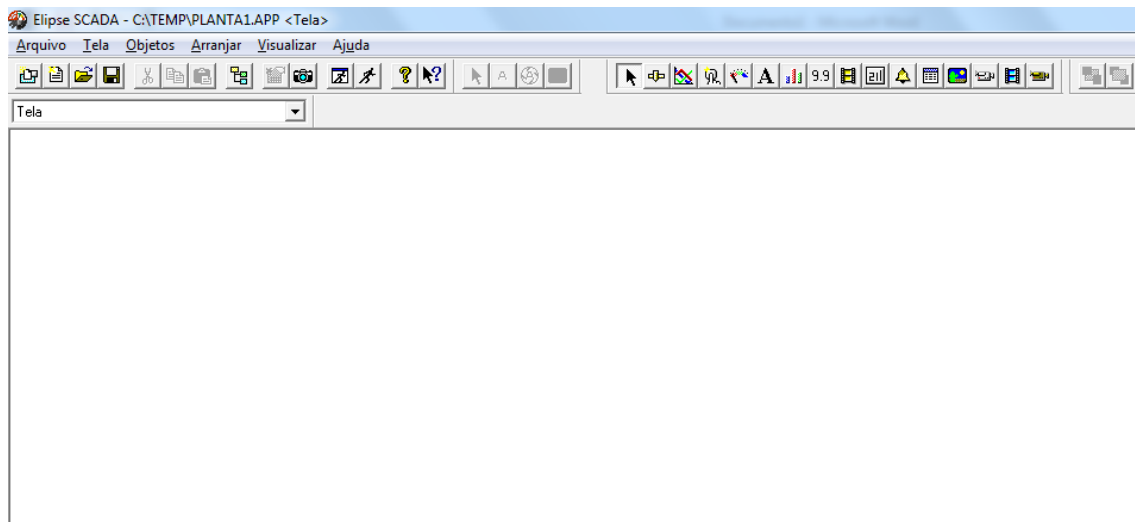


Figura B.3: Tela após criada a Nova Aplicação
Fonte: Própria autoria

A figura B.4 ilustra um menu referente às propriedades da Tela. Aqui é necessário selecionar a opção Bitmap e clicar em localizar. O arquivo de fundo deve estar em algum local previamente definido. Dando dois cliques na imagem, ela já aparecerá na Tela do *Elipse Scada*.

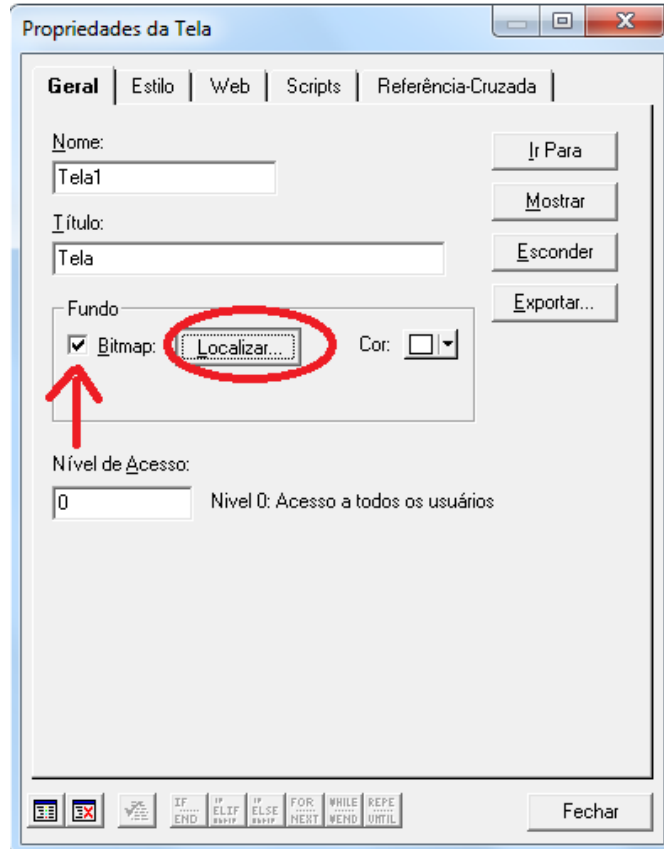


Figura B.4: Adicionando imagem fundo da aplicação.
Fonte: Própria autoria

A figura B.5 mostra o fundo da aplicação já na tela do Elipse.

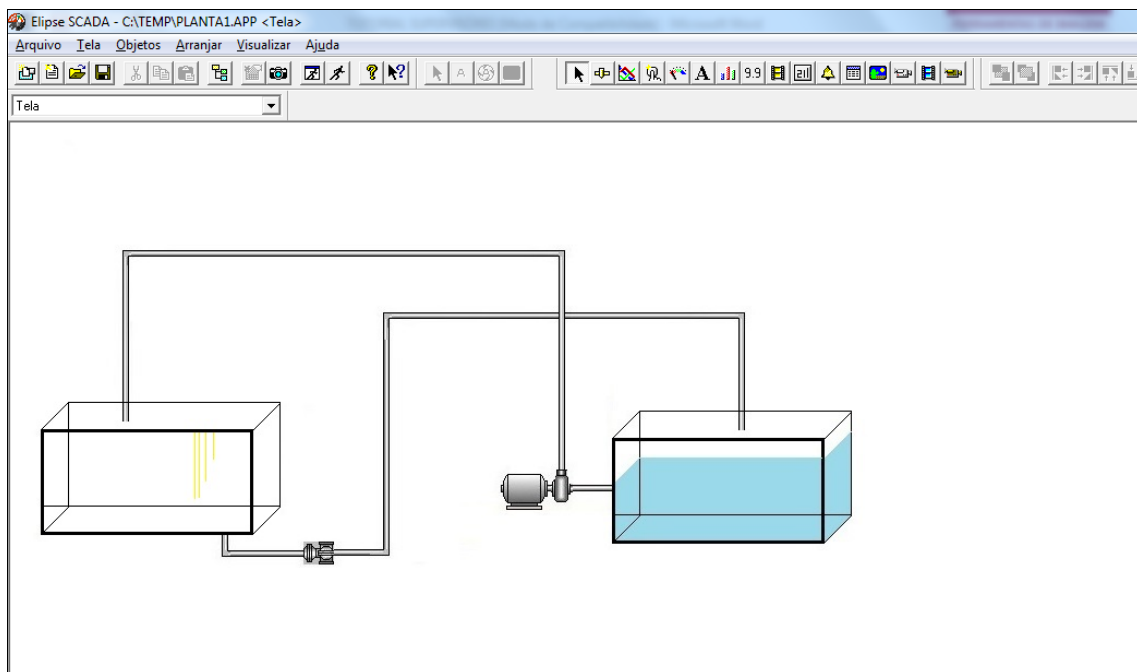


Figura B.5: Fundo da aplicação.
Fonte: Própria autoria

Passo 3 – Configurando o *driver* do CLP ATOS

Após isso, configura-se o *driver* a partir da Ferramenta *Organizer*. Pode-se acessá-la de vários modos: apertando **Alt + O**, ou clicando no menu arquivo, depois em *Organizer...*, ou clicando no item ilustrado pela figura 6.

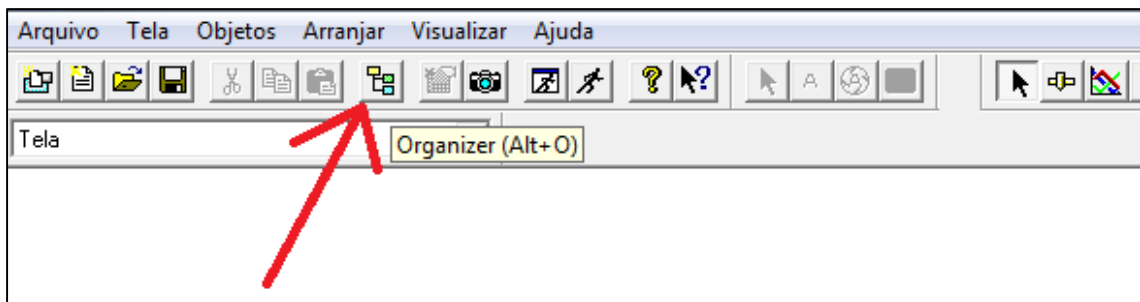


Figura B.6: Item *Organizer*
Fonte: Própria autoria

O *Organizer* é uma poderosa ferramenta de programação. A figura B.7 ilustra perfeitamente como ela se apresenta.

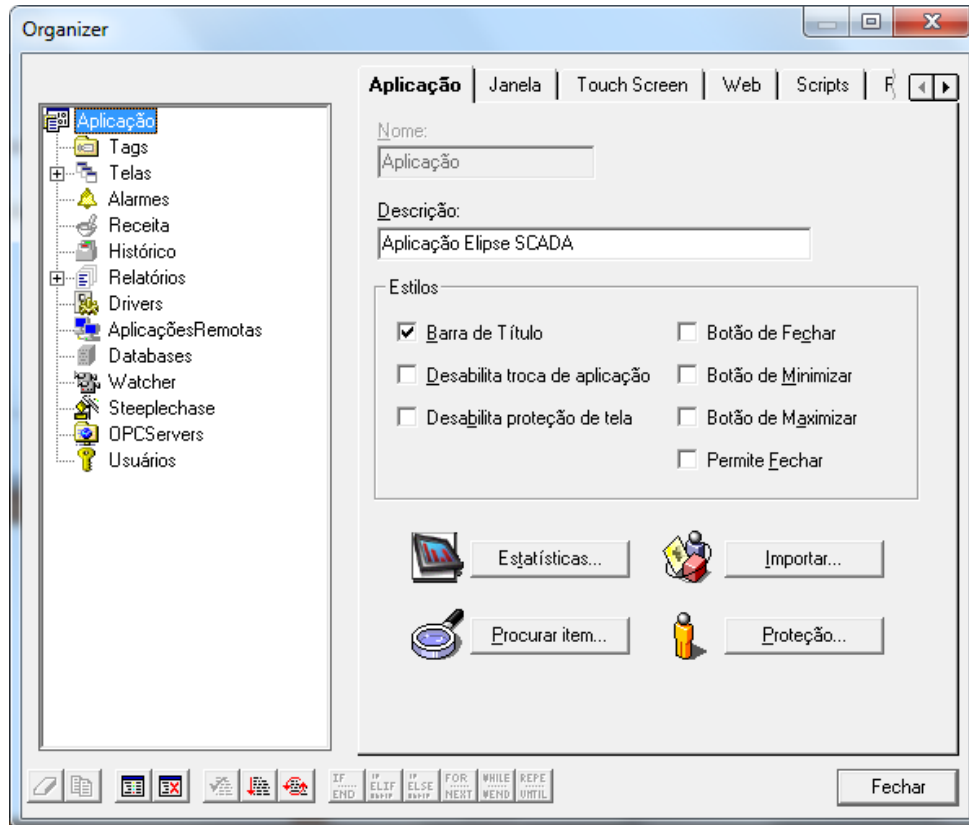


Figura B.7: Ferramenta Organizer
Fonte: Própria autoria

Basta clicar em *Driver* e depois em “novo”, o *driver* da ATOS está localizado em diretório definido pelo usuário. Então, faz-se necessário configurar os Parâmetros P1, P2, P3 e P4 do *driver*. A figura B.8 já estará certa com os parâmetros, restando apenas digitá-los.

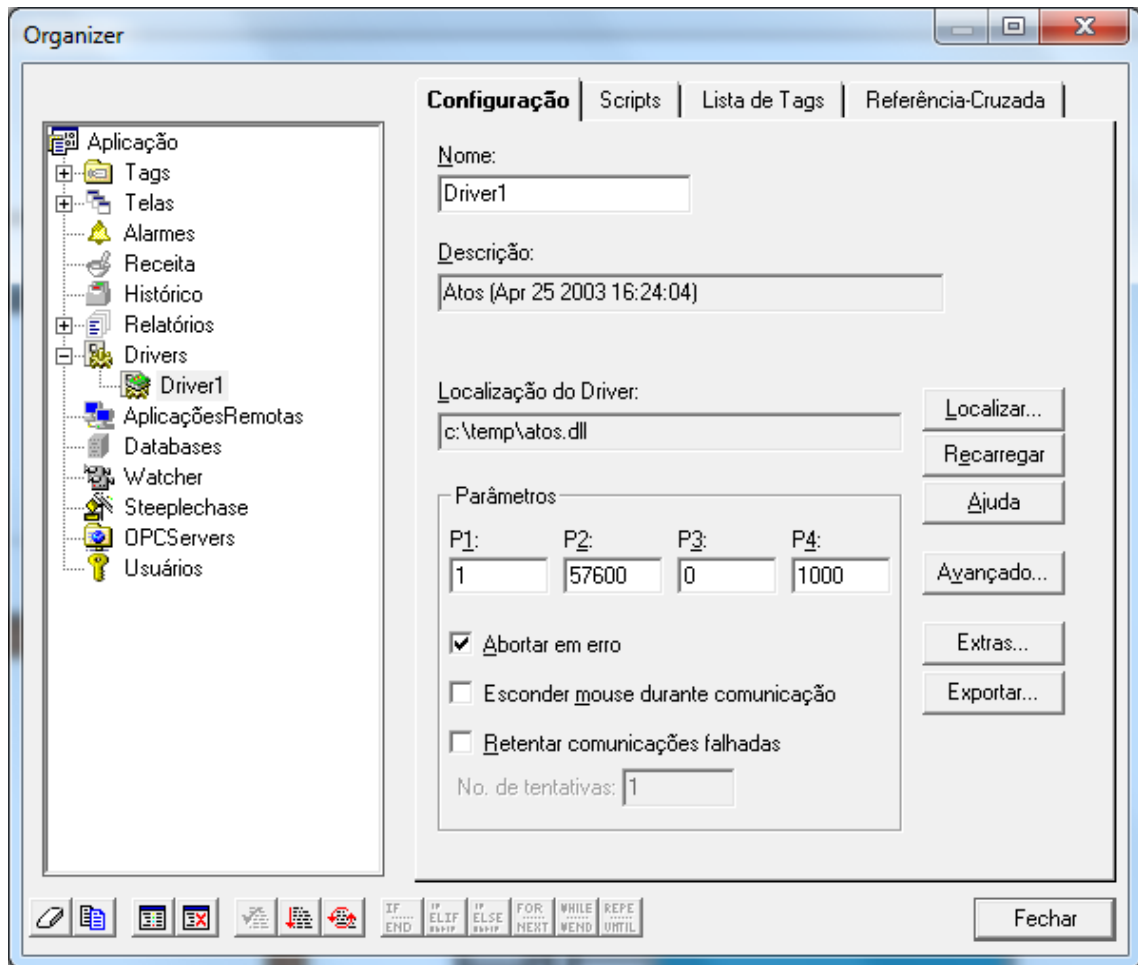


Figura B.8: Configuração dos Parâmetros P1, P2, P3 e P4 do Driver
Fonte: Própria autoria

Passo 4 – Configurando as TAGs

Em seguida criam-se os *Tags* tipos PLC para realizar a comunicação entre entradas e saídas digitais. Para adicionar uma *Tag*, clica em *Tag, Novo Tag*, e seleciona a *Tag* desejada.

A tabela B.1 indica os parâmetros de N1 a N4, bem como o nome da *Tag*.

Tabela B.1: Configuração das *Tags* tipo PLC

Nome da <i>Tag</i> (tipo PLC)	N1	N2	N3	N4	SCAN
Bomba	1	6	400	0	1000
Chave Remota	1	6	912	0	1000
N1	1	6	257	0	1000
N2	1	6	258	0	1000
Válvula	1	6	401	0	1000

A figura B.9 ilustra como ficará os parâmetros da *Tag* da Bomba.

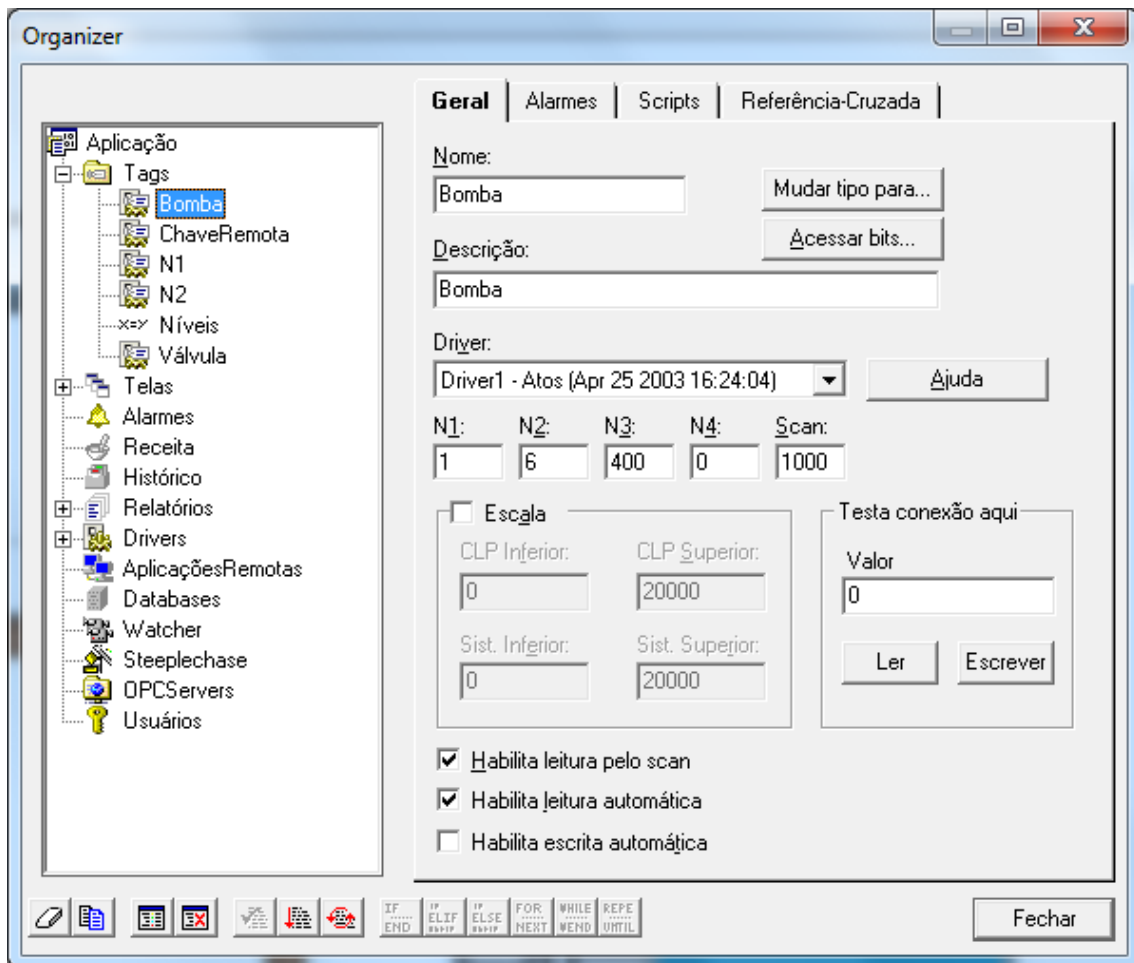


Figura B.9: *Tag* PLC Bomba
Fonte: Própria autoria

Na figura B.9, onde está escrito *Driver*: deve-se selecionar o *DRIVER* adicionado, ou seja, em todas as *Tags* é necessário verificar essa opção para o correto funcionamento do supervisório.

Há uma *Tag* que difere um pouco em sua configuração. É uma *Tag* tipo expressão. Configurá-la conforme figura B.10.

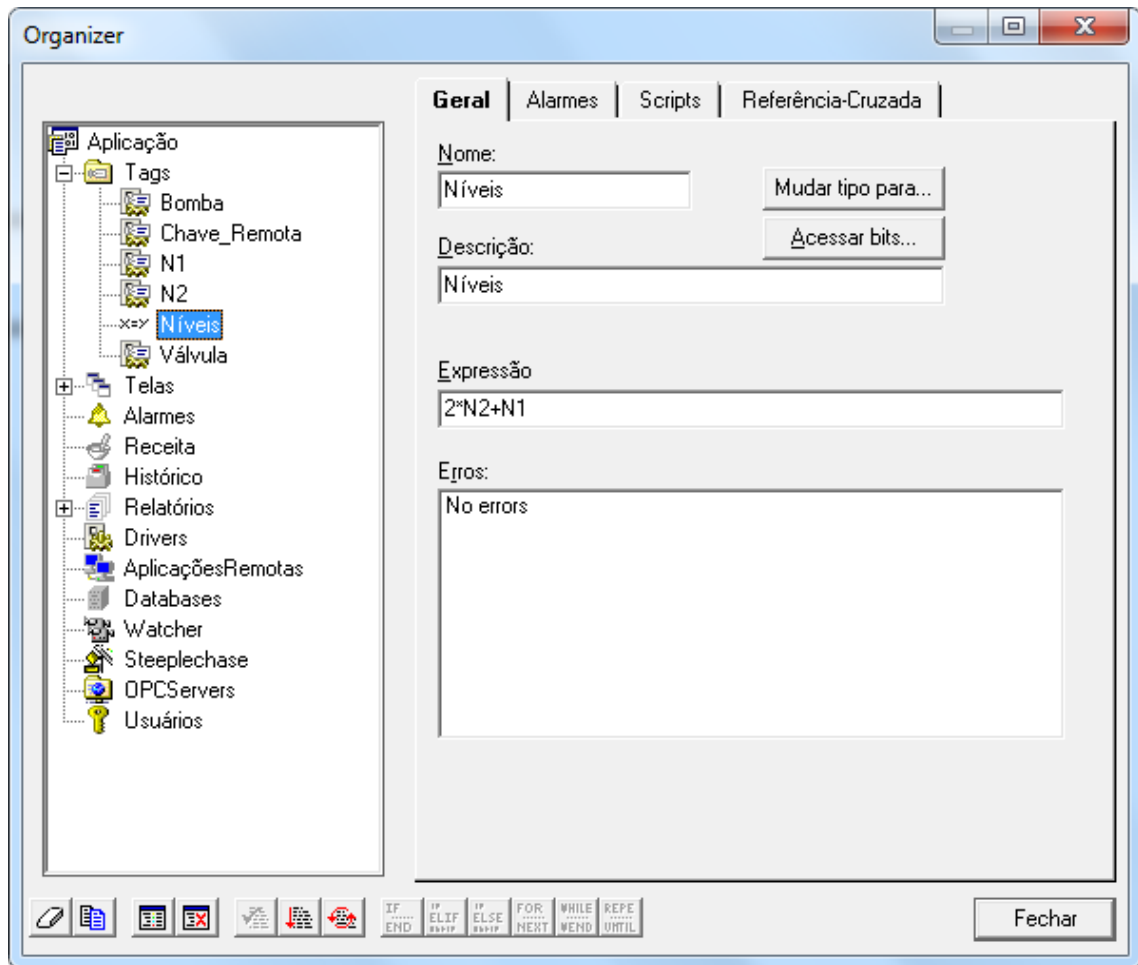



Figura B.10: Configuração da Tag Níveis

Fonte: Própria autoria

Passo 5 – Inserindo objetos para animação

Clicando neste item , localizado na barra de menu superior do elipse SCADA, será inserido objetos de animação, ambos com relação aos dois reservatórios visualizados na figura B.5. Primeiro, será configurado o reservatório localizado a esquerda, que é onde, no estado inicial, estará a água.

Ao clicar no item animação, deve-se arrastá-lo na tela, como se fosse formar um quadrado, em seguida dê dois cliques. Segue orientações, conforme figuras B.11, B.12 e B.13.

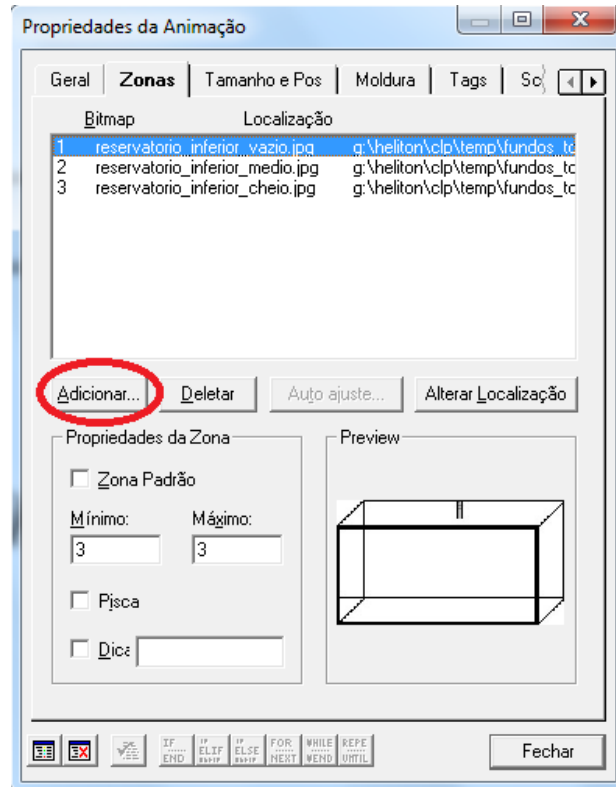


Figura B.11: Zona nível baixo
Fonte: Própria autoria

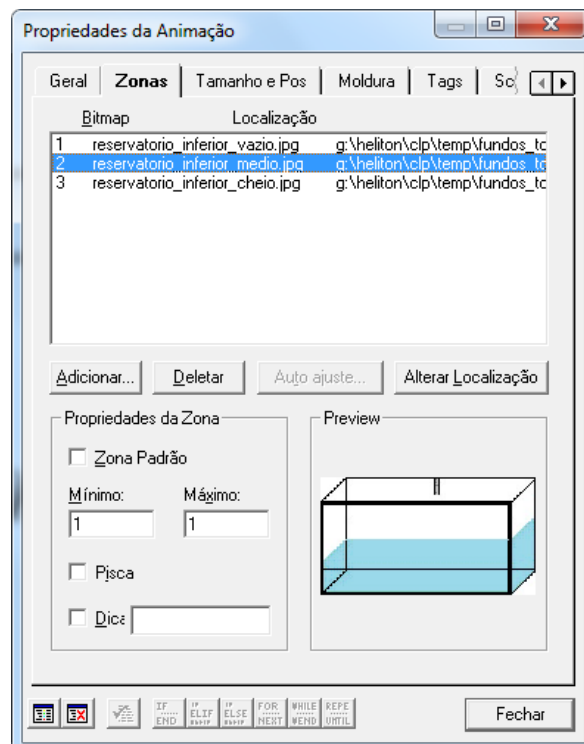


Figura B.12: Zona nível médio
Fonte: Própria autoria

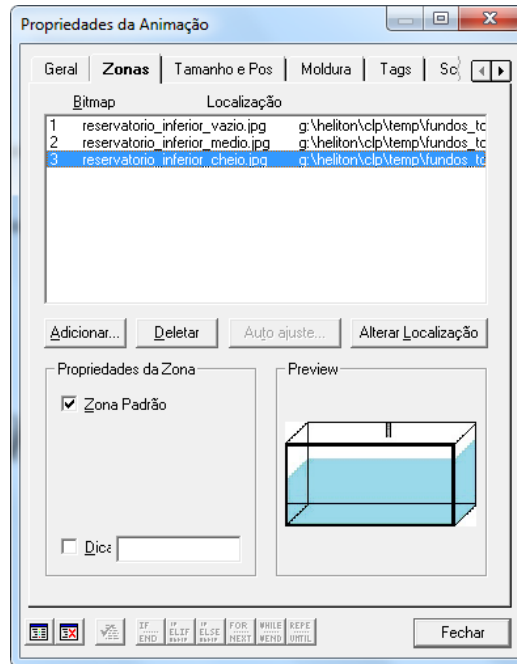


Figura B.13: Zona nível alto
Fonte: Própria autoria

Em seguida, na aba *Tags*, associa-se essa animação à *Tag* de expressão níveis. Segue figura B.14 como ilustração.

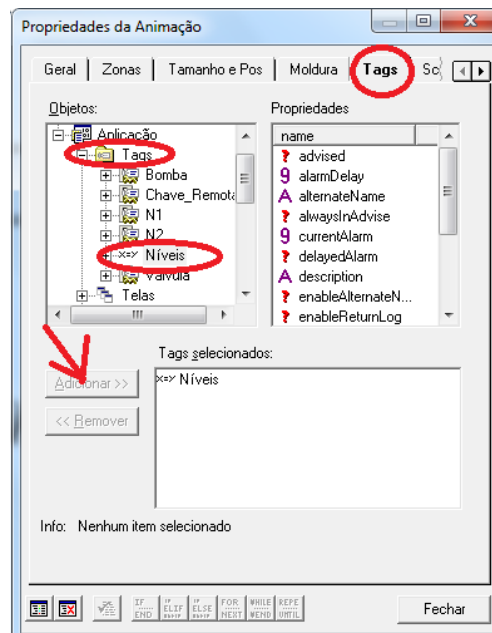


Figura B.14: Associando a animação à Tag níveis
Fonte: Própria autoria

Obs: Os reservatórios adicionados pelo item animação são do mesmo tamanho dos que estão localizados no fundo da aplicação. Portanto, ao terminar de configurar as zonas e associá-la à *Tag*, clica-se no reservatório e arraste-o, soltando em cima do que está no fundo da aplicação, ajustando o tamanho heurísticamente.

Agora, faz-se o mesmo procedimento com o reservatório localizado à direita, adicionando-se outro objeto de animação. As figuras B.15, B.16, B.17 e B.18 ilustram como se faz.

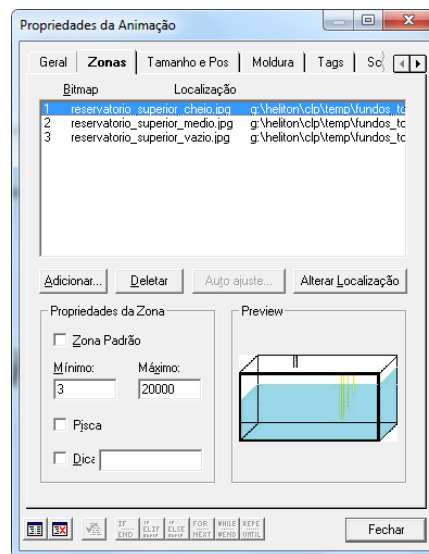


Figura B.15: Reservatório superior cheio
Fonte: Própria autoria

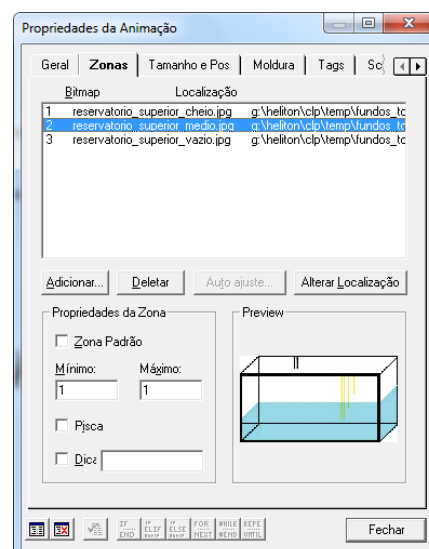


Figura B.16: Reservatório superior médio
Fonte: Própria autoria

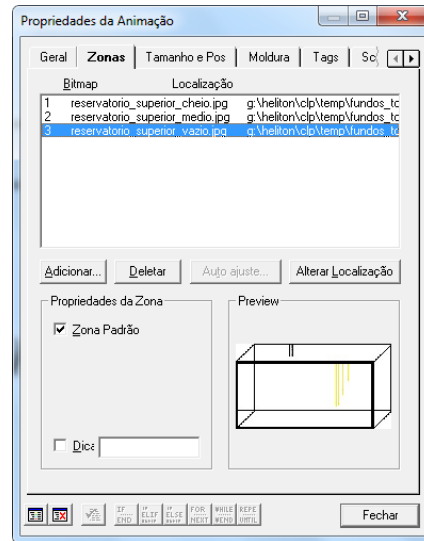



Figura B.17: Reservatório superior vazio
Fonte: Própria autoria

A bomba, quando acionada, mudará a cor de cinza para um verde claro, para isso, basta inserir um botão  na tela, e configurá-lo conforme figuras B.18, B.19 e B.20.

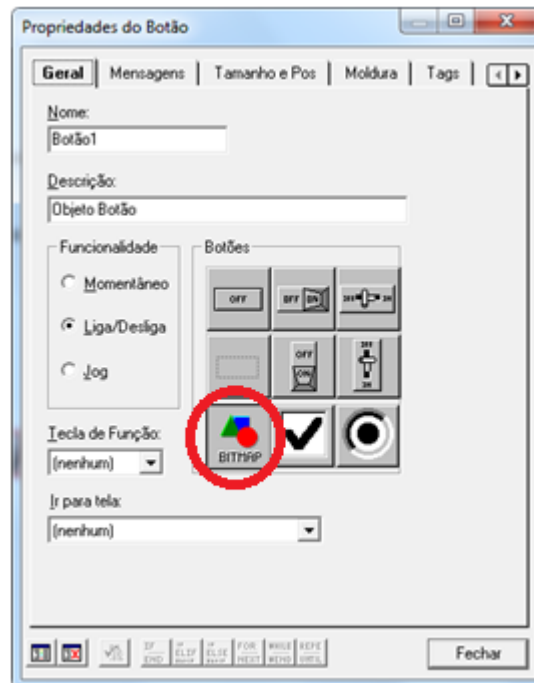


Figura B.18: Configurando a bomba d'água – Geral
Fonte: Própria autoria

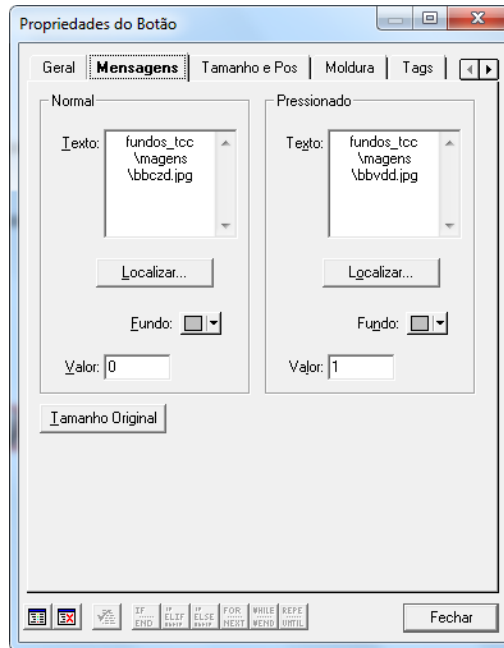


Figura B.19: Configurando a bomba d'água – Mensagens
Fonte: Própria autoria

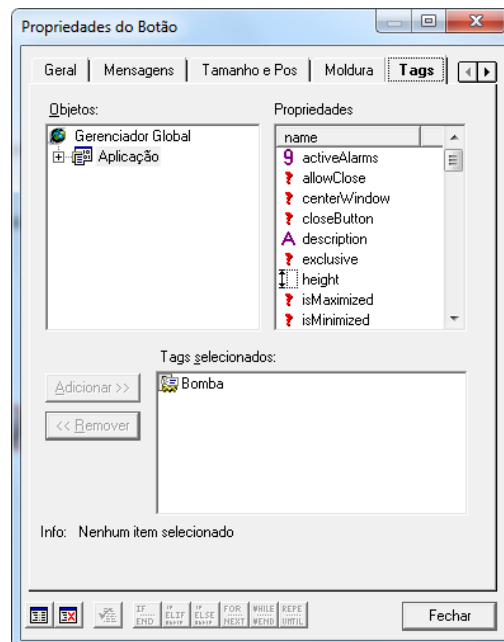


Figura B.20: Configurando a bomba d'água – Tags
Fonte: Própria autoria

O mesmo procedimento vale para a válvula de descarga da água. As figuras B.21, B.22 e B.23 ilustram o procedimento, muito parecido com o explicitado acima.

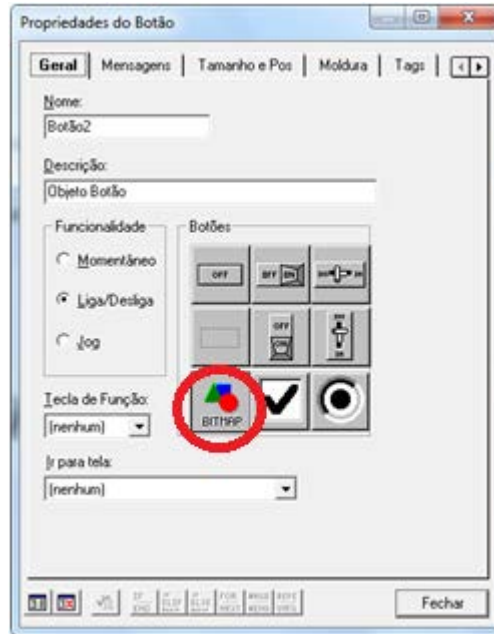


Figura B.21: Configura a válvula – Geral
Fonte: Própria autoria

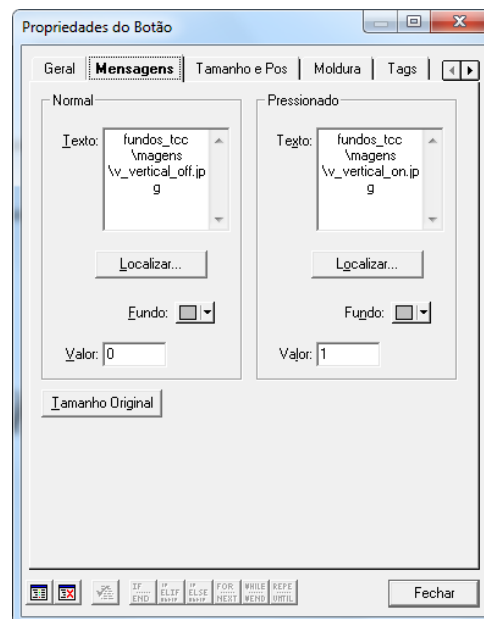


Figura B.22: Configurando a válvula – Mensagens.
Fonte: Própria autoria

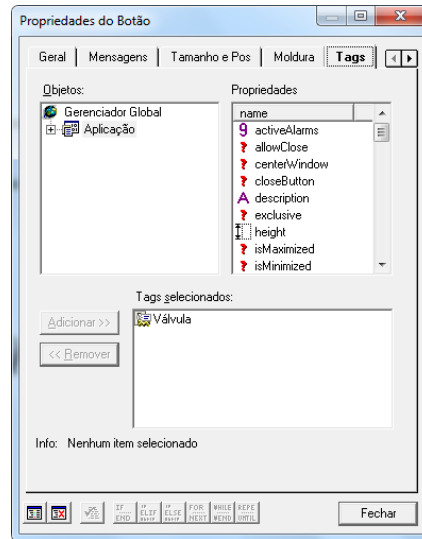


Figura B.23: Configurando a válvula – Tags
Fonte: Própria autoria

Após realizada todas essas configurações, basta salvar e rodar a aplicação. Ela funcionará apenas se o programa em LADDER estiver enviado ao CLP pelo software Winsup 2.

Para rodar a aplicação pressionar F10, ou ir em **Arquivo, Rodar**, ou clicar no botão

