

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTOS ACADÊMICOS DE ELETRÔNICA E MECÂNICA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL

LUCAS GIANINI LIMA MOSTI

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO SCADA  
PARA CONTROLE DE PROCESSO DE UMA GRAXARIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2017

LUCAS GIANINI LIMA MOSTI

**DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO SCADA  
PARA CONTROLE DE PROCESSO DE UMA GRAXARIA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, dos Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: MSc. Prof. Sidney C. Gasoto

CURITIBA

2017

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

LUCAS GIANINI LIMA MOSTI

### **DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO SCADA PARA CONTROLE DE PROCESSO DE UMA GRAXARIA**

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado no dia 28 de novembro de 2017, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Mecatrônica Industrial, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Dr. Milton Luiz Polli  
Coordenador de Curso  
Departamento Acadêmico de Mecânica

---

Prof. MSc. Sérgio Moribe  
Responsável pela Atividade de Trabalho de Conclusão de Curso  
Departamento Acadêmico de Eletrônica

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Luiz Carlos de A. Rodrigues  
UTFPR

---

Prof. MSc. Joel Gonçalves Pereira  
UTFPR

---

Prof. MSc. Sidney Carlos Gasoto  
Orientador – UTFPR

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

## RESUMO

GIANINI LIMA MOSTI, Lucas. **Desenvolvimento de um sistema supervisório scada para controle de processo de uma graxaria**: 2017. 42. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

A automação está cada vez mais presente nas indústrias brasileiras e o mesmo pode-se dizer a respeito das graxarias, com soluções diferenciadas voltadas às necessidades de cada ramo. O processo de uma graxaria, assim como em outras indústrias, encontra dificuldades em relação ao seu controle produtivo. A eficiência do controle das variáveis do processo, como também a velocidade na tomada de decisões é de grande importância para garantir a qualidade do produto final. Para esta necessidade, foi desenvolvido um *software* capaz de gerenciar, controlar e supervisionar uma graxaria proporcionando aos usuários um ambiente prático e simples para o controle da indústria. O sistema foi desenvolvido usando ferramentas do fornecedor *Allen Bradley®* e os resultados foram avaliados apenas em simulações, sendo necessário implantar o sistema em uma planta real para validar todas as funções e funcionalidades. Houve grande aceitação do sistema pelo fabricante de máquinas para graxarias e há expectativas de aceitação também dos usuários finais.

**Palavras chave:** Supervisório. Automação. Graxaria. SCADA.

## ABSTRACT

GIANINI LIMA MOSTI, Lucas. **Development of a supervision system for process control of a rendering plant:** 2017. 42. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial), Departamentos Acadêmicos de Eletrônica e Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Automation is increasingly present in Brazilian industries and the same can be said about rendering, with differentiated solutions focused on the needs of each branch. The rendering process, as in other industries, has difficulties in relation to its productive control. The efficiency of controlling the process variables as well as the speed in decision-making is of great importance to guarantee the quality of the final product. For this need, it was developed a *software* capable of managing, controlling and supervising a rendering plant, providing the users with a practical and simple environment for the control of the industry. The system was developed using tools from the *Allen Bradley*® supplier and the results were evaluated only in simulations and it is necessary to deploy the system in a real plant to validate all the functions and functionalities. There was great acceptance of the system by the manufacturer of render machines and there are expectations of acceptance also from end users.

**Keywords:** Supervisory. Automation. Rendering. SCADA.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo de Processos de uma Graxaria .....	16
Figura 2 – Aplicação Genérica CLP .....	18
Figura 3 – Arquitetura CLP .....	19
Figura 4 – Diagrama do ciclo de varredura. ....	20
Figura 5 – <i>Rack</i> CLP – CompactLogix. ....	27
Figura 6 – <i>Interface</i> de programação <i>Logix Designer – STUDIO 5000</i> .....	28
Figura 7 – Arquitetura de rede.....	29
Figura 8 – Tela de Desenvolvimento FactoryTalk Studio .....	30
Figura 9 – Exemplo <i>Faceplate</i> , bloco e objeto global.....	31
Figura 10 – Aba 1 do Sistema Supervisório .....	33
Figura 11 – Aba 2 do Sistema Supervisório .....	33
Figura 12 – Aba 3 do Sistema Supervisório .....	34
Figura 13 – Aba de arquitetura de rede Sistema Supervisório .....	35
Figura 14 – Exemplo <i>Faceplate</i> – abas de controle .....	36
Figura 15 - Alarmes do processo .....	36
Figura 16 - Gráficos do processo .....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de elementos de campo .....	26
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS**

SCADA -Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados - *Supervisory Control and Data Acquisition*

CLP - Controlador Lógico Programável

IHM - Interface Homem Máquina (HMI *Human-Machine Interface*)

VDC - Tensão Corrente Contínua - Voltage Direct Current

P&ID - Diagrama de Tubulação e Instrumentação - *Piping and Instrumentation Diagram*

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1	TEMA.....	10
1.2	DELIMITAÇÃO.....	10
1.3	PROBLEMA.....	10
1.4	OBJETIVOS.....	11
1.5	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
1.6	JUSTIFICATIVA.....	11
1.7	METODOLOGIA.....	13
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>14</b>
2.1	INÍCIO DA AUTOMAÇÃO.....	14
2.2	INDÚSTRIA DE SUBPRODUTO (GRAXARIA).....	15
2.3	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL.....	16
2.4	ARQUITETURA BÁSICA DO CLP.....	18
2.5	LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO.....	21
2.6	SCADA.....	21
<b>3</b>	<b>DESCRITIVO DE FUNCIONAMENTO.....</b>	<b>23</b>
3.1	SEÇÃO DE RECEPÇÃO FRIGORÍFICO.....	23
3.2	SEÇÃO DE RECEPÇÃO GRAXARIA E DIGESTOR CONTÍNUO.....	23
3.3	GASES E ASPIRAÇÃO.....	24
3.4	SEPARAÇÃO.....	24
3.5	PRENSAGEM E MOAGEM.....	24
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>25</b>
4.1	DEFINIÇÃO DE <i>HARDWARE</i> .....	26
4.2	<i>DESIGNER LOGIX (STUDIO 5000)</i> .....	27
4.3	REDE DE COMUNICAÇÃO.....	28
4.4	<i>FACTORYTALK® VIEW</i> .....	29
4.5	DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA E SUPERVISÓRIO.....	30
4.6	CORES E STATUS.....	32
4.7	<i>LAYOUT</i> DO SUPERVISÓRIO.....	32
4.8	NÍVEIS DE ACESSO.....	35
4.9	ALARMES.....	36
4.10	GRÁFICOS DO PROCESSO.....	37
<b>5</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>39</b>
	REFERÊNCIAS.....	41

## 1 INTRODUÇÃO

A reciclagem de subproduto de origem animal em produtos úteis não é uma inovação recente. Os homens das cavernas, antigos jordanianos, esquimós, índios, entre outros povos, se beneficiaram dos animais até mais que nós mesmos fazemos atualmente. Inovaram transformando o que não comiam dos animais para melhorar sua qualidade de vida. Peles foram utilizadas como roupas e abrigo, ossos e dentes transformados em armas e utensílios de costura e gordura para produzir fogo e cozinhar a carne (BISPLINGHOFF, 2006).

Segundo (BISPLINGHOFF, 2006), o primeiro produto a dar importância ao processo de reciclagem de subproduto de origem animal foi o sebo, sendo inicialmente utilizado para a produção de sabão pelos romanos e para a produção de velas. Até meados de 1950, o sebo foi a principal fonte para a produção de sabão. A proteína, carne e ossos, inicialmente era descartada ou utilizada como adubo, mas no início do século XX foi descoberta a sua importância na produção de ração para alimento de suínos. O uso inicial de proteína animal na ração de animais foi de grande importância para a redução do tempo de engorda de animais, sendo de grande relevância no desenvolvimento da indústria da carne.

A graxaria é um ramo industrial que consiste na transformação de subproduto de origem animal (vísceras, pescado, ossos, penas e sangue), em farinha e óleo. Assim como as demais indústrias modernas, a graxaria também se encontra em um momento onde a automatização dos processos industriais é fundamental para o seu sucesso, pois possibilita o aumento da produção e garante padronização dos processos produtivos (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

Como toda indústria, a graxaria também depende de um sistema que otimize seu processo produtivo e auxilie nas tomadas de decisões operacionais e gerenciais. Os sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados - *Supervisory control and data acquisition* (SCADA), que utilizam tecnologias de computação e comunicação para automatizar e realizar o monitoramento e o controle de inúmeros processos industriais, podem ser a resposta para a necessidade atual dessa indústria.

## 1.1 TEMA

Em virtude da Revolução Industrial ocorrida no século XVIII, houve uma mudança na visão industrial, que desencadeou uma busca cada vez maior por velocidade, controle de processos, aumento de qualidade, redução dos custos, entre outros. O mercado passou a ser cada vez mais exigente e competitivo, impondo qualidade, flexibilidade e produtividade, tornando assim necessário a utilização de máquinas automatizadas nas indústrias que almejavam se manter no mercado. (ARAUJO, 2000).

O foco deste trabalho é apresentar o projeto e o desenvolvimento de um sistema supervisorio programável que possa controlar e gerenciar uma fábrica do ramo de graxaria.

## 1.2 DELIMITAÇÃO

Esse projeto busca desenvolver um sistema supervisorio para controle e gerenciamento de uma indústria de graxaria, utilizando como ferramenta de desenvolvimento o *software Factory Talk View* do fabricante *Allen Bradley*.

## 1.3 PROBLEMA

A graxaria é um ramo industrial que consiste na transformação de subproduto de origem animal (vísceras, pescado, ossos, penas e sangue), em farinha e óleo. A conversão do subproduto em um produto estável, gera um maior valor agregado e proporciona uma destinação final para o subproduto, que em outros casos seria descartado gerando desperdício e um grande impacto ambiental. Esse ramo movimenta uma considerável parcela do agronegócio mundial. Indústrias de combustíveis, ração animal e produtos de limpeza em geral, são exemplos de indústria que podem se beneficiar das graxarias.

O processo de uma graxaria, assim como em outras indústrias, encontra dificuldades em relação ao seu controle produtivo. A matéria prima recebida não passa por um controle de qualidade, gerando instabilidade e inconsistência para a produção. A análise dos dados fornecidos por toda a instrumentação e controle realizado por um CLP (controlador lógico programável) devem ser feitos por um

sistema que proporcione uma rápida coleta e facilidade de análise dos dados, para uma pronta tomada de decisão.

Visando melhorar o controle do processo produtivo, sugere-se a implementação de um sistema SCADA, que deverá suprir a necessidade de controle produtivo, garantindo a qualidade da produção e o bom funcionamento de todo o maquinário.

#### **1.4 OBJETIVOS**

Desenvolver um sistema supervisório para controle de processo de uma planta de graxaria.

#### **1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desenvolver um *layout* adequado ao processo produtivo
- Realizar estudo para representação dos equipamentos e o fluxo de trabalho a ser executado.
- Desenvolver um sistema que atende às necessidades de controle do processo.

#### **1.6 JUSTIFICATIVA**

A automação industrial está no dia a dia do profissional de mecatrônica e o bom conhecimento do funcionamento de motores, acionamentos elétricos, sistemas pneumáticos, sistemas hidráulicos, sensores, CLP e a integração de todos estes em um mesmo sistema são fundamentais para esses profissionais.

Sistemas SCADA, pode ter sua definição dada como uma tecnologia que permite o monitoramento e rastreamento das informações de um processo produtivo ou instalação física. Essas informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e em seguida, manipuladas, analisadas, armazenadas e, posteriormente, apresentadas aos usuários. Estes sistemas são geralmente compostos por unidades remotas como: CLP, dispositivos de campo como: sensores,

atuadores e toda a tecnologia de comunicação envolvida para conexão desses componentes (SILVA e SALVADOR, 2004).

Em uma linha contínua de processo industrial, a qualidade do processo produtivo está relacionada à eficiência em controlar as inúmeras variáveis presentes, tais como: temperatura, pressão e vazão; com o intuito de obter o melhor de seu maquinário, manter a segurança de máquinas e operadores, e obter qualidade no produto final.

Como observado em várias indústrias de processamento de subproduto de origem animal, o material recebido para processamento normalmente não recebe um tratamento para retardar a sua deterioração, resultando em um processo que, por muitas vezes, se torna instável e imprevisível. A eficiência do controle das variáveis do processo, como também a velocidade na tomada de decisões é de grande importância para garantir a qualidade do produto final.

De acordo com (SOISSON, 2008), a automação que utiliza recursos computadorizados para controle, registro e aquisição de dados, expandiu seu emprego para as plantas modernas. Os processos produtivos existentes envolvem altos níveis de periculosidade e custos associados. Esses fatores exigem um sistema de controle mais rigorosos, que buscam aumentar a segurança, diminuir desperdícios, prever falhas, maximizar produção e controlar o processo produtivo de forma geral.

O desenvolvimento de um sistema supervisório, permite alcançar melhorias que irão beneficiar desde os interesses da empresa fabricante de máquinas quanto ao usuário final. Para a fabricante será possível ofertar um sistema que irá permitir ao cliente melhor gestão de sua produção e maquinário. Para o cliente proporcionará melhor entendimento e controle do processo produtivo gerando maior eficiência quanto a produção e manutenção dos equipamentos. O sistema supervisório deve ser desenvolvido para proporcionar ao usuário um ambiente de fácil aquisição dos dados e controle do processo produtivo, oferecendo interface amigável ao usuário.

## 1.7 METODOLOGIA

As etapas especificadas abaixo foram organizadas de forma a direcionar o esforço intelectual para que os objetivos propostos neste trabalho fossem satisfatoriamente atendidos.

Segundo (MORAES e CASTRUCCI, 2001) as etapas que compõem o planejamento e desenvolvimento de um sistema supervisório são: entendimento do processo que será automatizado; recepção dos dados (variáveis do processo); planejamento do banco de dados; planejamento dos alarmes; planejamento da hierarquia de navegação entre telas da IHM; desenho de telas; gráfico de tendências.

Para o desenvolvimento do projeto, foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre os temas envolvidos como: funcionamento de equipamentos que compõem uma graxaria e normas que regulamentam as representações em um sistema automatizado.

O desenvolvimento do projeto foi realizado utilizando a plataforma de ferramentas de desenvolvimento da *Rockwell Automation*, tais como o *software Factory Talk View* e *Studio Logix 5000*, custeados e fornecidos pela empresa fabricante de máquinas para graxaria.

Para obter o melhor desempenho e segurança dos equipamentos, foram realizados estudos junto com o departamento de engenharia da empresa fabricante para garantir que o desenvolvimento do sistema supervisório disponibilize ao cliente a melhor condição de trabalho e extraia do maquinário o seu melhor desempenho, garantindo a segurança dos equipamentos e dos usuários na planta. Para isso, foi desenvolvido em conjunto com a engenharia, um *layout* que represente a realidade do maquinário e ao mesmo tempo permita um entendimento claro do fluxo de trabalho existente.

A validação do funcionamento do sistema supervisório foi realizada utilizando ferramentas para emular e medir a eficiência do sistema desenvolvido.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 INÍCIO DA AUTOMAÇÃO

Segundo (SILVEIRA e LIMA, 2003) o surgimento da automação industrial não é tão simples de ser apontada, no entanto, exemplificando etimologicamente, para que haja automação industrial é antes de tudo, preciso que haja indústria, e ainda processos automáticos passíveis de serem controlados. Com isso pode-se entender como início da automação industrial sendo o século XVIII, com a criação inglesa da máquina a vapor, aumentando a produção de artigos manufaturados, características notadas nos anos da revolução industrial. No século XIX a indústria passou por um grande crescimento, tendo como característica o surgimento de novas fontes de energia e com a substituição do ferro pelo aço, impulsionando o desenvolvimento industrial na Europa e EUA. Neste contexto de evolução, nos anos seguintes, foram criados dispositivos mecânicos chamados relés, que em breve tomariam as fábricas. A todos esses acontecimentos, e a outros que seguiram, foi dado o título de II Revolução Industrial.

No início do século XX, a indústria possuía sua identidade já estabelecida, mas os ambientes fabris ainda desfrutavam de processos de automatização ainda muito rudimentares. Sendo assim, por meio dos mesmos pensamentos que fizeram com que surgisse a Revolução Industrial, como: aumento de produtividade, de lucro, de qualidade, etc.; surgiram nas indústrias daquela época, e novos conceitos de produção em escala começaram serem esboçados (SILVEIRA e LIMA, 2003).

Segundo (MORAES e CASTRUCCI, 2001) a automação na indústria decorre de necessidades básicas, como: maiores níveis de qualidade, menores custos de trabalho, menores perdas de materiais, maior controle das informações do processo, melhor planejamento e controle da produção. Em 1909, Henry Ford implementou um sistema de produção que mudou o pensamento da indústria contemporânea, mais tarde sendo denominado fordismo. Este conceito começou quando Ford modificou o processo artesanal de produção de carros com a implantação do sistema taylorista na linha de montagem, ou seja, racionamento do trabalho que permitiu uma produção em massa de produtos homogêneos, propagando-se até os dias atuais e talvez sendo o real gatilho para o grande desenvolvimento industrial e da automação. O fordismo se

apoiou em cinco transformações e são elas: 1) produção em massa, 2) parcelamento das tarefas, 3) criação da linha de montagem, 4) padronização das peças, 5) automatização das fábricas (SANTOS, 2009).

## **2.2 INDÚSTRIA DE SUBPRODUTO (GRAXARIA)**

As graxarias são classificadas como empresas que coletam e processam penas, ossos, gorduras, sangue, subprodutos de açougues, de peixarias, de salsicharias, subprodutos de matadouros de bovinos, aves, suínos e outros animais usados para o consumo humano. A transformação dos subprodutos ocorre geralmente através do cozimento do material, sendo transformado em sebo e em farinhas de carnes, ossos, sangue, pescado e penas, que são utilizadas na produção de rações para criação de animais ou de adubo (REBOUÇAS, 2010).

A graxaria tem como principal equipamento o digestor, cujas funções são fazer a cocção e desidratar subprodutos animais produzindo o sebo líquido e a torta, que será moída para produzir farinha de carne e ossos. O sangue também pode ser desidratado e esterilizado.

Devido à temperatura acima de 130°C, este processo é usado pela inspeção veterinária e pela vigilância sanitária para dar destino a carnes impróprias para consumo humano. O processo de cocção destrói a maioria dos micro-organismos, evitando a decomposição da carne e produzindo matéria-prima para outras indústrias (MACHADO, RIBEIRO e ZAJAK, 2005).

O processo convencional de uma graxaria que processa vísceras e ossos pode ser exemplificado pela Figura 1. O processo tem início com a trituração do subproduto, tornando-o em partículas com dimensões aproximadas de 5 cm<sup>3</sup>. Em seguida o produto é levado a um digestor que é responsável pelo cozimento do material a temperaturas em torno de 130°C. Após o cozimento o material passa por um processo de separação entre material sólido e material líquido. O material sólido segue para prensagem onde o sebo restante é extraído. Por fim o material sólido restante da prensagem é moído, se tornando farinha. Já o material líquido, neste caso o sebo, segue para o processo de refinamento onde o material sólido é totalmente removido.

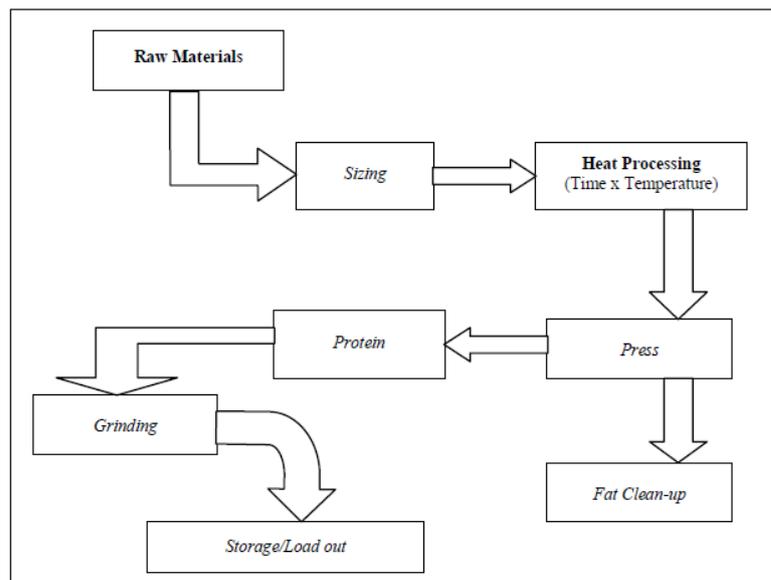


Figura 1 – Fluxo de Processos de uma Graxaria  
 Fonte: Essencial Rendering, (BISPLINGHOFF, 2006)

## 2.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

A partir das ideias desenvolvidas por Henry Ford, a indústria caminhava juntamente com o crescimento da automatização de seus processos. Em meados do século XX a General Motors produzia automóveis em larga escala utilizando de máquinas automatizadas controladas por relés. No entanto a utilização dos relés como forma de controle, gerava uma grande complexidade para a automatização das máquinas, como a instalação de painéis e cabines de controle com centenas de relés eletromecânicos a cada alteração da linha produtiva que era realizada, o que exigia grande interconectividade e um enorme consumo de energia, além de problemas estruturais como cabeamento e vida útil dos relés. Em 1968, a empresa *BedFord Association*, em BedFord – USA, foi contratada para desenvolver um dispositivo eletrônico que substituísse os relés como forma de controle. O equipamento desenvolvido foi chamado de MODICON (***Modular Digital Controller***), considerado o primeiro Controlador Lógico Programável, que nos anos seguintes iria substituir todos os controles realizados pelos relés, tornando o sistema mais flexível, econômico e eficiente (SILVEIRA e LIMA, 2003).

Georgini (2002), define Controlador Lógico Programável (CLP) ou *Programmable Logic Controller* (PLC) como um equipamento de controle industrial microprocessado, capaz de armazenar instruções de execução de funções de

controle, sequência lógica, temporização e contagem, operações aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede com outros dispositivos. Os controladores são geralmente classificados de acordo com sua capacidade de processamento e de um determinado número de entradas e saídas.

Com o desenvolvimento dos circuitos integrados, foi possível viabilizar e difundir a utilização do CLP em grande escala na indústria, melhorando o poder de processamento e diminuindo o tamanho dos equipamentos. Esse avanço está atrelado, em grande parte, com o desenvolvimento tecnológico dos microcomputadores. O uso de microprocessadores aliados às novas técnicas de processamento e às redes de comunicação, contribuíram para o sucesso desse equipamento na indústria (PAREDE e GOMES, 2011).

Os CLPs possuem capacidade de transmissão de dados via canais seriais, portas universais, *Universal Serial Bus* (USB), *Ethernet*, entre outros. Estas formas de comunicação quando interligadas a redes de computadores permitem a comunicação com sistemas SCADA. Estas interfaces interligadas as redes de computadores permitem prover às Interfaces homem máquina (IHMs) sistemas de controle integrados. Tipicamente, os *softwares* de supervisão, associados ao CLP, permitem implementar as IHMs possibilitando a interação amigável entre usuário e as variáveis do processo. Neste caso, o CLP além de implementar os controles, intertravamentos e bloqueios, também promove a comunicação com as interfaces de entrada e saída de dados.

Sistemas SCADA, podem ter sua definição dada como uma tecnologia que permite o monitoramento e rastreamento das informações de um processo produtivo ou instalação física. Essas informações são coletadas através de equipamentos de aquisição de dados e em seguida, manipuladas, analisadas, armazenadas e posteriormente apresentadas aos usuários. Estes sistemas são geralmente compostos por unidades remotas como: CLP, dispositivos de campo, sensores, atuadores e toda a tecnologia de comunicação envolvida para conexão desses componentes (SILVA e SALVADOR, 2004). A Figura 2 exemplifica uma interação genérica entre periféricos e CLP.

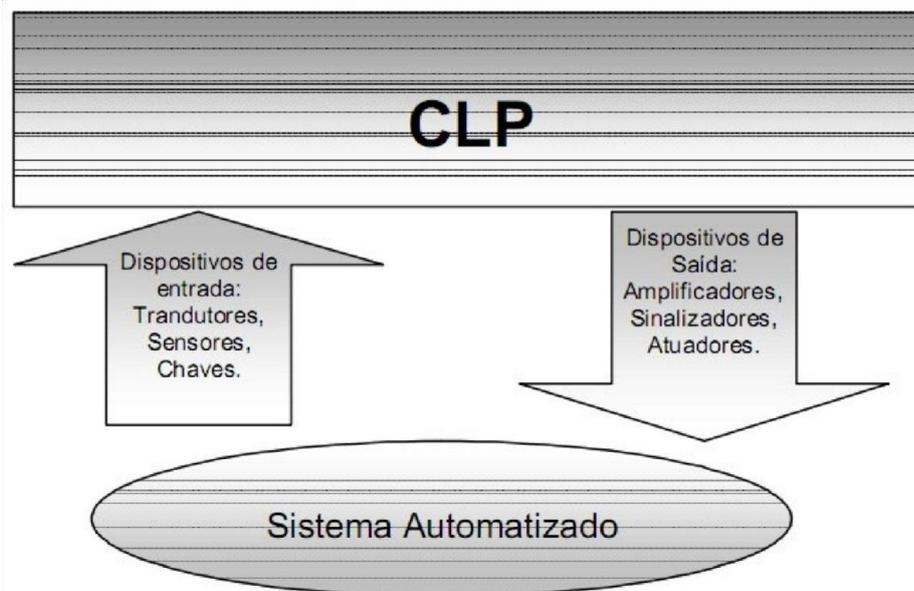


Figura 2 – Aplicação Genérica CLP  
Fonte: Georgini (2002).

## 2.4 ARQUITETURA BÁSICA DO CLP

O *hardware* de um CLP é constituído basicamente pelos seguintes componentes:

- Unidade Central de Processamento - *Central Processing Unit* – CPU: Compreendida como processador (microprocessador ou processador dedicado), o sistema de memória (ROM E RAM) e os circuitos auxiliares de controle;
- Módulos de Entrada/Saída - *Input/Output I/O*: - podem ser discretos (sinais digitais de 12VDC, 24VDC, 110VAC ou 220VAC, contatos normalmente abertos, contatos normalmente fechados) ou analógicos (sinais analógicos 4-20mA<sup>1</sup>, 0-10VDC<sup>2</sup>, PT100<sup>3</sup>);
- Fonte de Alimentação: Responsável pela tensão de alimentação fornecida à CPU e aos módulos de I/O.

Os componentes podem ser vistos na Figura 3.

<sup>1</sup> Sinal de corrente que varia de 4mA a 20mA em sua escala, sendo um dos sinais mais usados na instrumentação industrial.

<sup>2</sup> Sinal de tensão amplamente utilizado, tendo sua escala variando entre 0 e 10Vdc

<sup>3</sup> Tipo de termorresistência que mede a temperatura pela correlação da sua resistência elétrica com a temperatura.

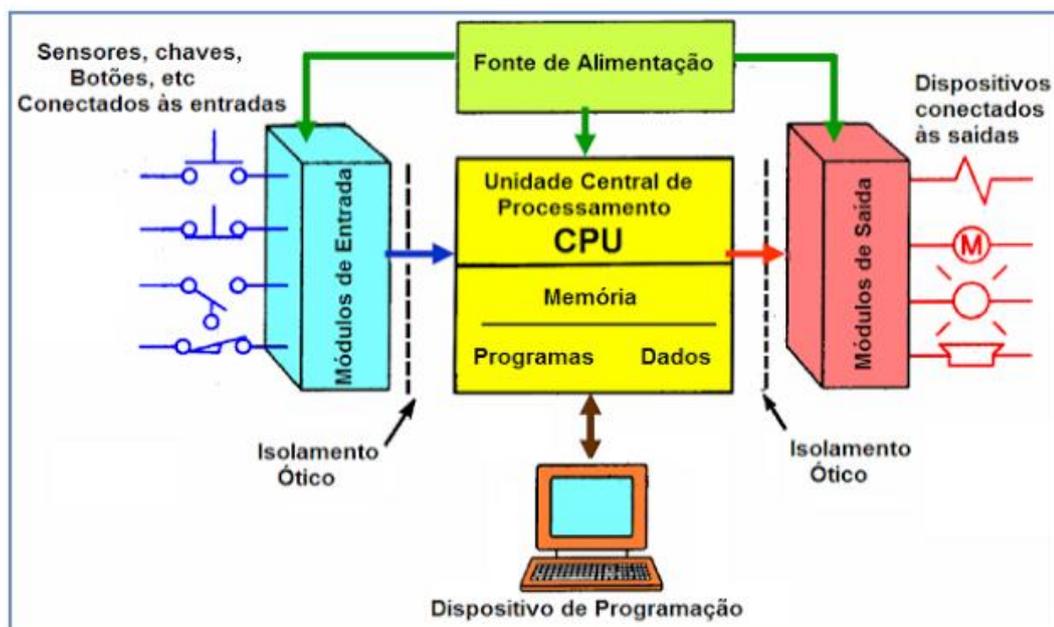


Figura 3 – Arquitetura CLP  
 Fonte: (PLCMAX, 2013)

De acordo com Atos (2006), ao energizar o CLP os primeiros procedimentos executados, são:

1. Teste de escrita/leitura da memória RAM;
2. Limpeza das memórias internas das imagens relacionadas às entradas e saídas físicas;
3. Teste de executabilidade do programa de usuário (Verificação de erros na lógica do programa);
4. Execução das rotinas de inicialização (limpeza de registros auxiliares de trabalho, limpeza de display, preparação do teclado).

Após realizar o processo de inicialização, o CLP começa a executar rotinas repetitivas em um *loop*, ou seja, realiza uma varredura constante desde a primeira linha do programa até a última linha escrita reiniciando em seguida. Essa sequência de atividades ocorre em um ciclo de varredura, chamada de *Scan*, Figura 4. Segundo Atos (2006), o ciclo de Varredura pode ser descrito da seguinte forma:

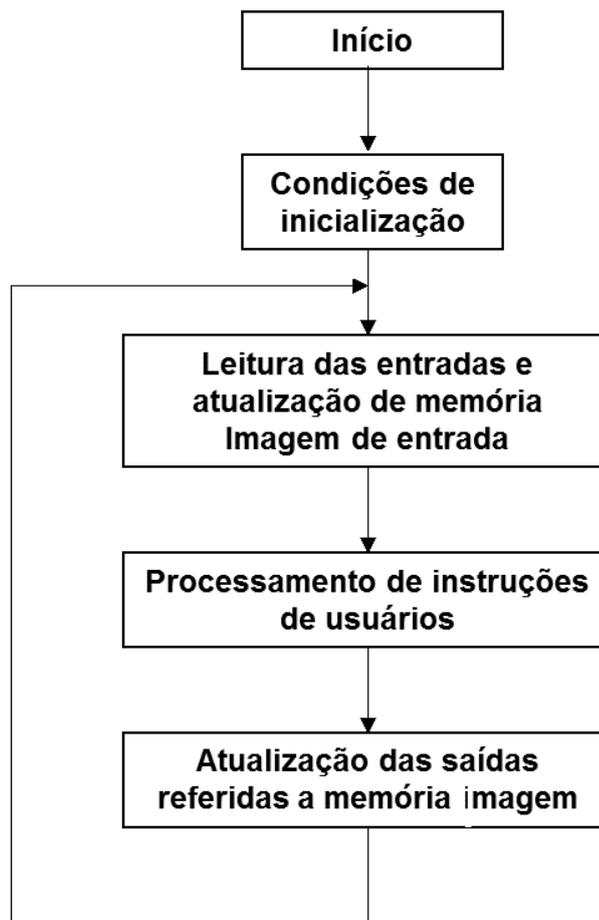


Figura 4 – Diagrama do ciclo de varredura.  
Fonte: Elaborada pelo autor

- ocorre a verificação dos dados das entradas, transferindo-os para uma memória imagem, que armazena os dados lidos das entradas físicas do CLP. Esta memória é um espelho do estado das entradas e saídas e será consultada no decorrer do processamento do programa feito pelo programador.
- uma vez gravados os dados das entradas nas respectivas memórias imagem, é iniciada a execução do programa de acordo com as instruções definidas pelo programador. Durante o processamento do programa, o CLP armazena os dados na memória imagem das saídas de acordo com a lógica estabelecida pelo programa.
- o CLP transfere esses dados para as saídas físicas. Desta forma, o ciclo termina e a varredura é reiniciada.

## 2.5 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

O terminal de programação, ou *software* de programação específico, promove a interface entre o CLP e o computador, permitindo ao programador comunicação com o CLP para escrever as lógicas que serão executadas.

São descritos pela norma IEC 61131-3 cinco tipos de linguagem de programação:

- Lista de Instruções (*Instruction List* - IL): Esta linguagem aproxima-se de uma linguagem de baixo nível, como a linguagem Assembler, sendo melhor empregada em aplicações mais reduzidas ou para otimização de aplicações mais complexas.

- Texto Estruturado (*Structured Text* - ST): É uma linguagem de alto nível, próxima ao Pascal. Normalmente aplicada para representar declarações complexas, que envolvam variáveis que representam uma ampla faixa de dados de inúmeros tipos, incluindo valores analógicos e digitais.

- Diagrama *Ladder* (*Ladder Diagram* - LD): É a linguagem mais utilizada pelos programadores. Chamada de *Ladder*, esta linguagem assemelha-se às representações antigas de sistemas feitos com comandos com relés, parecidos com uma escada.

- Diagrama de Blocos de Função (*Function Block Diagram* - FBD): É uma linguagem gráfica onde se representa a lógica por blocos conectados entre si através de linhas representando um circuito elétrico. É apropriada para aplicações que envolvam fluxo de informações ou sequências lógicas de execução longas.

- Diagrama Funcional Sequencial (*Sequential Function Chart* - SFC): Linguagem de programação gráfica, muito utilizada para modelar lógicas de controle baseadas na sequência temporal de eventos de processo.

## 2.6 SCADA

SCADA são sistemas que utilizam tecnologias de computação e comunicação para automatizar e realizar o monitoramento e o controle de inúmeros processos industriais. Estes sistemas são integrados na maioria dos ambientes industriais complexos ou de grandes escalas, na medida em que podem coletar, com rapidez e

eficiência, dados de uma quantidade grande de fontes, para em seguida serem apresentados ao operador de uma forma amigável. Os sistemas SCADA melhoram a eficácia do processo de monitoramento e controle, fornecendo a informação oportuna para tomada de decisões operacionais apropriadas (PINHEIRO, 2006).

Os sistemas de supervisão permitem que sejam monitoradas e rastreadas informações do processo produtivo. Essas informações podem ser visualizadas através de animações com indicações instantâneas das variáveis de processo (vazão, temperatura, pressão, volume, etc.).

Os dados são provenientes de um controle feito pelo CLP, permitindo aos *softwares* supervisórios gerenciarem processos de qualquer tamanho ou natureza. Segundo (BOYER, STUART A., 1999), um sistema SCADA fornece ao operador, em uma localização centralizada, o poder de controlar um processo distribuído em lugares distantes, como óleo ou gás natural, sistemas de saneamento, ou complexos hidroelétricos, estabelecer *setpoints*<sup>4</sup> de trabalho, abrir ou fechar válvulas, monitorar alarmes, ligar ou desligar motores e armazenar informações de processo para análise futuras.

As variáveis ou *tags*<sup>5</sup> podem ser divididas em dois grupos, internas ou externas: Variáveis internas não possuem vínculo direto com o programa executado no CLP, ou seja, elas não possuem um *link* direto com uma variável do processo, pode ser resultado de um cálculo, ou de comparações feitas entre variáveis do processo ou apenas variáveis criadas para auxiliar no desenvolvimento e funcionamento do sistema supervisório.

Variáveis externas possuem vínculo direto com o programa do CLP, pois se encontram diretamente inscritas no programa em si, e a leitura e escrita é feito através de um *driver* de comunicação de rede.

---

<sup>4</sup> Valor alvo que um sistema de controle automático busca alcançar.

<sup>5</sup> Representação escrita de um dado numérico disponível no CLP, podendo ser visualizado no supervisório.

### 3 DESCRITIVO DE FUNCIONAMENTO

Basicamente uma graxaria recebe subproduto de origem animal proveniente de frigoríficos, podendo ser divididos em cinco áreas de processamento:

#### 3.1 SEÇÃO DE RECEPÇÃO FRIGORÍFICO

A graxaria tem início na seção de recebimento, localizada na parte inferior do frigorífico onde uma moega<sup>6</sup> feita de metal recebe o material vindo da produção do frigorífico para ser armazenado. Em seguida, encontra-se uma bomba de lamelas que bombeia todo o material por uma tubulação até uma segunda moega, localizada no interior da graxaria.

#### 3.2 SEÇÃO DE RECEPÇÃO GRAXARIA E DIGESTOR CONTÍNUO

O material bombeado pela bomba de lamelas chega à graxaria e é depositado em uma segunda moega, em seguida é transportado através de roscas helicoidais e alimenta o digestor.

O digestor consiste em um equipamento para cozimento das vísceras. Para o aquecimento do material, o digestor possui um eixo oco rotativo, por onde passa vapor para aquecimento do eixo e conseqüentemente as vísceras. A rotação do eixo do digestor permite a mistura do material no interior da máquina facilitando a troca de calor com o produto e o movimento do material da entrada do equipamento para a saída. O eixo do digestor realiza o movimento de rotação através de um motor controlado com acionamento por uma partida com *soft-starter*<sup>7</sup>, o que permite o monitoramento da corrente do motor.

O controle da temperatura do digestor é feito através de uma válvula proporcional que controla o fluxo de vapor e a pressão interna do digestor, permitindo o controle da temperatura no interior do equipamento.

---

<sup>6</sup> Estrutura para armazenagem para matérias sólidas.

<sup>7</sup> Dispositivo eletrônico composto de pontes de tiristores acionadas por uma placa eletrônica, a fim de controlar a tensão durante a partida de Motor elétrico.

### **3.3 GASES E ASPIRAÇÃO**

O processo de cozimento das vísceras no interior do digestor gera uma grande quantidade de vapores provenientes do cozimento. O digestor é uma máquina que em sua concepção não é projetada para trabalhar com pressão interna (somente a pressão presente no eixo), com isso todos os gases são aspirados por um ventilador com inversor de frequência. Os gases aspirados são condensados e tratados, sendo o processo de condensação e tratamento não contemplado por esse trabalho acadêmico.

### **3.4 SEPARAÇÃO**

O material caminha pelo interior do digestor através de pás posicionadas no eixo do digestor, fazendo com que o material se movimente no sentido da saída máquina. O material é retirado do digestor por uma rosca helicoidal e em seguida passa por um conjunto de roscas e através da gravidade uma separação inicial do material sólido e do material líquido é realizada. O material líquido, constituído de gordura, é transportado por uma bomba centrífuga para o tanque de armazenamento, onde é armazenado para ser refinado. O refino não é contemplado nesse trabalho acadêmico.

### **3.5 PRENSAGEM E MOAGEM**

Após a separação feita pelas roscas na saída do digestor, o material sólido contendo gordura passa por uma prensa onde todo o material líquido é separado. O material líquido é transportado por gravidade para um tanque intermediário, e em seguida bombeado para o tanque de armazenamento para o refino.

O material sólido segue por uma rosca até uma moega onde é moído e armazenado.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Para o início do desenvolvimento do projeto foi considerado a lista com os elementos de campo contendo todos os motores, sensores, atuadores e válvulas utilizados no projeto (Tabela 1).

**Tabela 1 - Tabela de elementos de campo**

(Continua)

<b>Tag do elemento</b>	<b>Descrição do elemento</b>
HLM101	DETECTOR DE NÍVEL ALTO MOEGA 1
MOTOR100	MOTOR MOEGA 1 RECEPÇÃO
MOTOR102	MOTOR BOMBA DE LAMELAS
EOVAL102A	VÁLVULA COMPORTA GUILHOTINA
DOVAL102A	DECTOR ABERTA VALVULA COMPORTA GUILHOTINA
DCVAL102A	DECTOR FECHADO VALVULA COMPORTA GUILHOTINA
EOVAL102B	VALVULA 1 LIMPEZA TUBULAÇÃO
EOVAL102C	VALVULA 2 LIMPEZA TUBULAÇÃO
EOVAL102D	VALVULA 3 LIMPEZA TUBULAÇÃO
HLM103	DETECTOR DE NIVEL ALTO MOEGA 2
MOTOR103	MOTOR MOEGA 2 RECEPÇÃO
MOTOR104	MOTOR ROSCA SAIDA MOEGA 2
MOTOR105	MOTOR DIGESTOR
PTCK01	SONDA PT100 TEMPERATURA ENTRADA DIGESTOR
PTCK02	SONDA PT100 TEMPERATURA SAIDA DIGESTOR
PICCK1	TRANSDUTOR DE PRESSÃO EIXO DIGESTOR
PICCK2	TRANSDUTOR DE PRESSÃO CALDEIRA
PICCK3	TRANSDUTOR DE PRESSÃO ASPIRAÇÃO GASES
STCK01	VALVULA PROPORCIONAL DE VAPOR
EOVALCK01	VALVULA ON/OFF VAPOR EIXO DIGESTOR
EOVALCK02	VALVULA GUILHOTINA DESCARGA DIGESTOR
DOVALCK02	DETECTOR DE ABERTO VALVULA GUILHOTINA
EOVALCK02	DETECTOR DE FECHADO VALVULA GUILHOTINA
MOTOR106	MOTOR SAIDA MATERIAL DIGESTOR
MOTOR107	MOTOR SAIDA GORDURA DIGESTOR
MOTOR108	MOTOR VENTILADOR ASPIRAÇÃO GASES DIGESTOR
MOTOR109	MOTOR ALIMENTACAO MOEGA PRENSA
MTPM01	MOTOR BOMBA SAIDA GORDUA DIGESTOR
HLM201	NIVEL ALTO MOEGA PRENSA
MOTOR201	MOTOR MOEGA ALIMENTAÇÃO PRENSA
HLPM02	NIVEL ALTO TANQUE SAIDA PRENSA
MTPM02	MOTOR BOMBA SAIDA GORDURA PRENSA
EOVALPM03	VALVULA SAIDA TANQUE DE GORDURA
MTPM03	MOTOR BOMBA SAIDA TANQUE GORDURA
B0WT01	CELULA DE CARGA TANQUE DE GORDURA

Tabela 1 - Tabela de elementos de campo

Tag do elemento	Descrição do elemento	(Conclusão)
MTAG01	MOTOR AGITADOR TANQUE DE GORDURA	
STLT01	VALVULA VAPOR TANQUE DE GORDURA	
MOTOR202	MOTOR PRENSA	
HLM202	NIVEL ALTO ENTRADA PRENSA	
MOTOR203	MOTOR SAIDA SOLIDOS PRENSA	
MOTOR204	MOTOR ALIMENTAÇÃO MOEGA MOINHO	
MOTOR205	MOTOR ALIMENTAÇÃO MOINHO	
HLM205	NÍVEL ALTO MOEGA ALIMENTAÇÃO MOINHO	

Tabela 1 – Tabela de elementos de campo

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.1 DEFINIÇÃO DE *HARDWARE*

A partir da lista de elementos de campo descrita na tabela 1, foi contabilizado o número de entradas e saídas necessárias para o projeto, sendo 24 entradas digitais<sup>8</sup>, 6 entradas analógicas<sup>9</sup>, 14 saídas digitais e 2 saídas analógicas.

Para atender a demanda de entradas, saídas e processamento foram utilizadas *hardware* do fabricante *Allen Bradley* da família 1769.

- Dois módulos de entrada digital 1769 IQ32, contendo 32 entradas em cada módulo, somando um total de 64 entradas digitais.

- Dois módulos de entrada analógica 1769 IF8, contendo 8 entradas analógicas em cada módulo, somando 16 entradas analógicas.

- Um módulo de saída digital 1769 OB32, contendo 32 saídas digitais.

- Um módulo de saída analógica, contendo 8 saídas analógicas.

- Uma fonte de alimentação 24 Vdc modelo 1769 – PB4.

- Para o controle da planta, foi utilizada um CPU 1769-L36ERM.

A montagem do *rack* do CLP pode ser vista na Figura 5.

<sup>8</sup> Sinal binário podendo ter somente dois valores, 0 ou 1. Normalmente 0Vcc ou 24Vcc.

<sup>9</sup> Sinal que varia dentro de uma escala analógica e representando valores de grandeza.



Figura 5 – Rack CLP – CompactLogix.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

## 4.2 DESIGNER LOGIX (STUDIO 5000)

O *software* utilizado nesse projeto para o desenvolvimento da lógica de controle no CLP é o *Logix Designer STUDIO 5000*, do fabricante *Allen Bradley*, utilizado para realizar a programação do CLP *Compactlogix L36ERM*.

O *software STUDIO 5000* inclui o aplicativo *Logix Designer* para a programação e configuração de controladores programáveis da Allen-Bradley. O *Logix Designer* oferece uma interface compatível com IEC61131-3 de fácil utilização, programação simbólica com estruturas e um conjunto de instruções abrangente que atende a vários tipos de aplicações. Fornece lógica *Ladder*, texto estruturado, diagrama de blocos de funções e editores de diagramas de funções sequenciais para desenvolvimento de programas e suporte para aplicações de bateladas e controle de máquinas. O ambiente do *software* pode ser visto na Figura 6.

Para o desenvolvimento do programa foi utilizado como linguagem de programação a linguagem de diagrama de blocos de função, que em seu interior possui a linguagem *ladder* como base do funcionamento dos blocos de função.

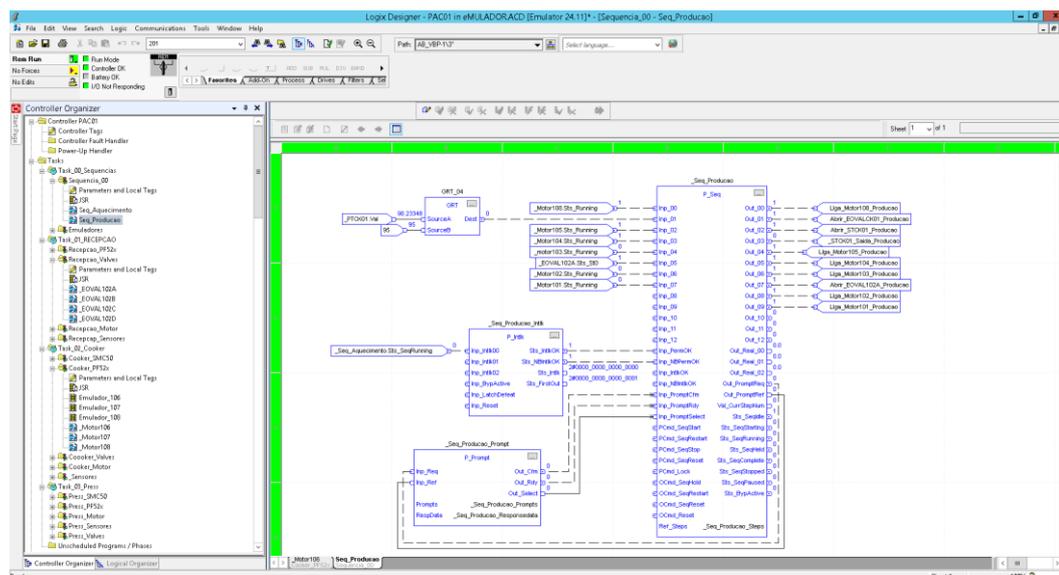


Figura 6 – Interface de programação Logix Designer – STUDIO 5000  
Fonte: Elaborada pelo autor.

### 4.3 REDE DE COMUNICAÇÃO

Para o controle de alguns motores foi necessário a utilização de dispositivos eletrônicos para o controle do funcionamento de acionamento, sendo oito inversores<sup>10</sup> de frequência modelo *Powerflex 525* e três *soft-starters*<sup>11</sup> modelo SMC-50, do fabricante *Allen Bradley*. Para o controle e comunicação dos *dispositivos de controle dos motores* foi utilizado rede *Ethernet TCP/IP*, gerenciados por um *switch Stratix 5700*, sendo possível a comunicação direta entre o programa e supervisor.

A comunicação *Ethernet* com os *drivers* permite acesso a todos os parâmetros e funções disponíveis em tempo real, sendo possível realizar leitura em tempo real de todos os motores, visualizando suas informações diretamente no sistema supervisor. Essa comunicação auxilia no controle do processo, permitindo diagnósticos rápidos do estado do *driver* diretamente pela tela do supervisor facilitando a manutenção e controle dos motores.

A arquitetura de rede *Ethernet* estão dispostas na seguinte ordem: *drivers* dos motores são ligados ao *switch*, este é ligado a porta *ethernet* do CLP e o CLP ligado aos computadores onde está o sistema supervisor, podendo ser visto na Figura 7.

<sup>10</sup> Dispositivo eletrônico que varia a tensão e frequência fornecida ao motor com objetivo de controlar sua rotação e torque.

<sup>11</sup> Dispositivo eletrônico que controla a corrente de partida do motor.

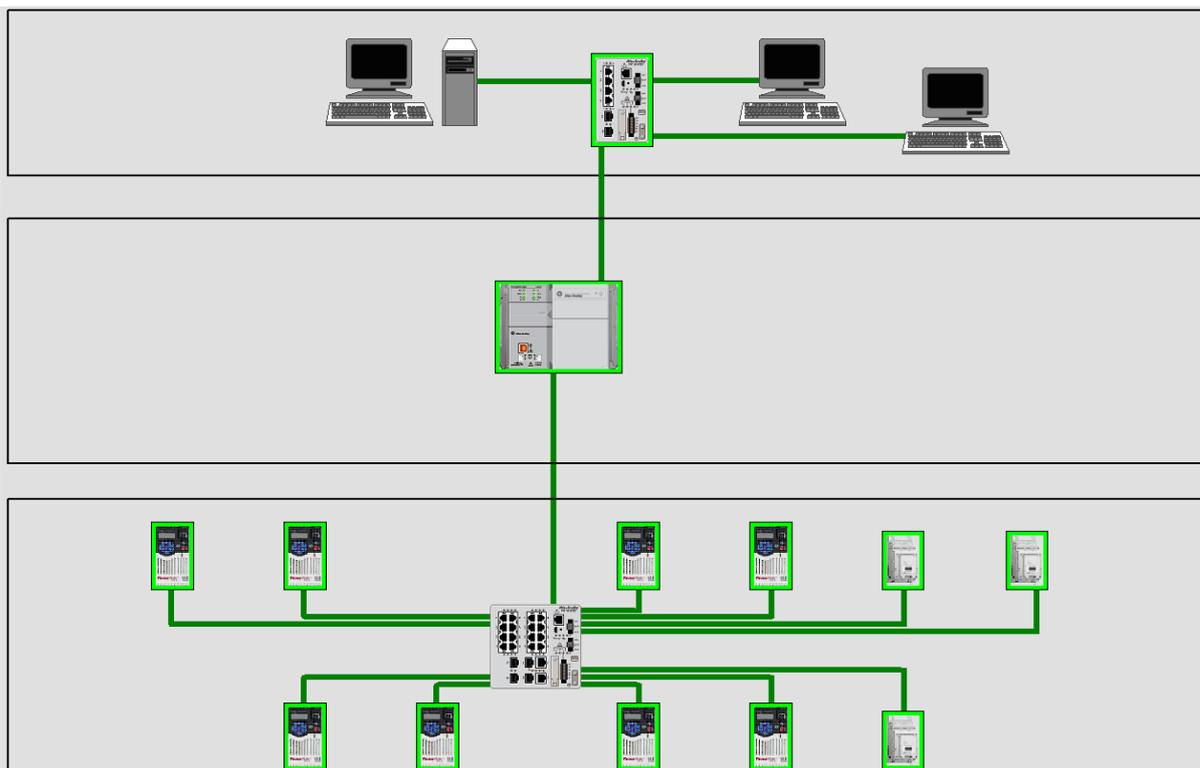


Figura 7 – exemplo de arquitetura de rede  
 Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.4 FACTORYTALK® VIEW.

O *software* utilizado para criação do sistema supervisório para esse trabalho foi o *FactoryTalk View* do fabricante *Allen Bradley*. O *FactoryTalk View* conta com três tipos de *software* para desenvolvimento de supervisórios. O ambiente do *FactoryTalk View* pode ser visto na Figura 8.

- *FactoryTalk View Studio* – responsável pela edição e criação de todas as telas do supervisório, comunicação com CLP e banco de alarmes.
- *FactoryTalk View SE* – desenvolvimento de aplicação para *desktops*.
- *FactoryTalk View ME* – desenvolvimento de aplicação para IHM.

O processo de vinculação de *tags* do programa no CLP com a aplicação do sistema supervisório é feita de maneira *online* utilizando o *Rslinx Enterprise*, um *driver* que se comunica direto com CLP em tempo real.

A ferramenta *FactoryTalk View* permite a criação de banco de dados de alarmes que se comunicam com *FTview Server*, sendo desenvolvido e armazenado dentro de um banco de dados SQL do Windows.

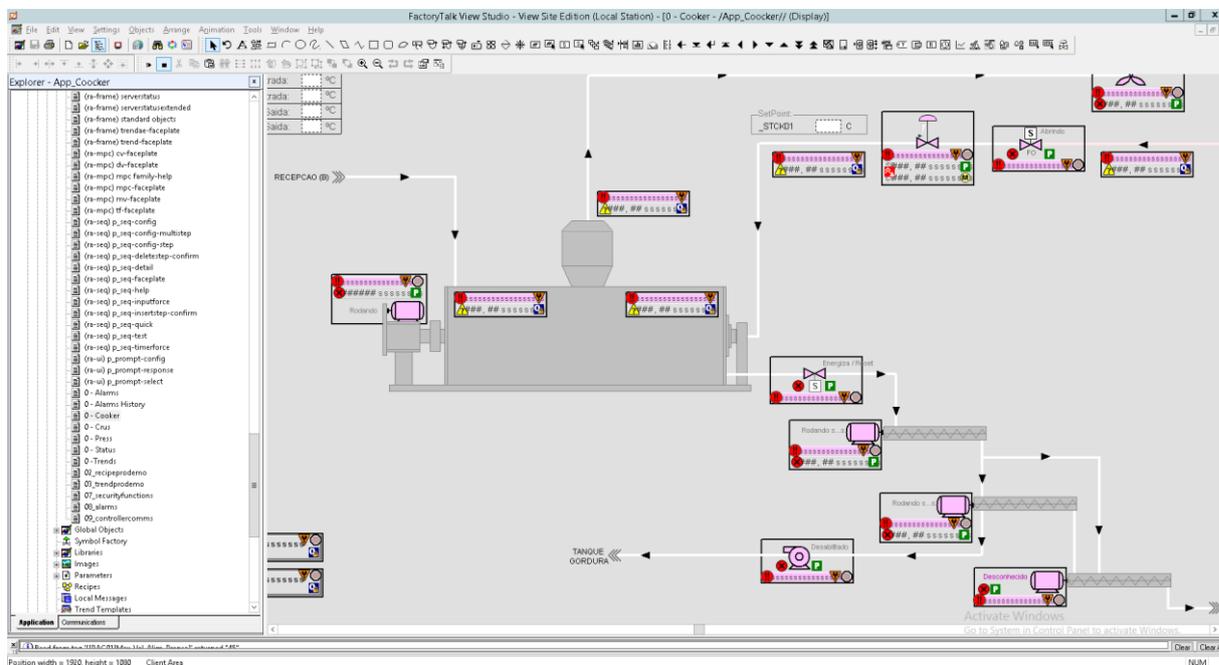


Figura 8 – Tela de Desenvolvimento FactoryTalk Studio

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4.5 DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA E SUPERVISÓRIO.

Para o desenvolvimento do programa e do sistema supervisório foi utilizada a biblioteca *Rockwell Automation* de objetos de processo - *Rockwell Automation Library of Process Objects*, desenvolvida pelo fabricante *Allen Bradley*.

A Biblioteca *Rockwell Automation* de objetos de processo é uma biblioteca pré-definida de códigos de controle, elementos de exibição e *faceplates*<sup>12</sup> que permitem desenvolver rapidamente grandes aplicações com grande funcionalidade e desempenho, sendo construídas considerando padrões internacionais de automação, como cor, funcionalidade e simbologia.

A biblioteca conta com estruturas predefinidas para motores, válvulas, atuadores, sensores, entre outros elementos necessários na automação. Todas as estruturas definidas são voltadas para integração direta entre o programa no CLP e o

<sup>12</sup> *Faceplate* é uma palavra usada para descrever um elemento no sistema de supervisão que interage diretamente com a lógica no controlador PLC e fornece exibição gráfica dinâmica para o operador.

sistema supervisório. Para a interação do programa com o sistema supervisório, são necessários três itens:

- Bloco de função predefinido utilizado no programa do CLP;
- Objeto global que representa o dispositivo que se pretende acionar;
- *Faceplate* como todas as informações disponíveis ao operador.

Na Figura 9, temos um exemplo de interação necessária entre programa e supervisório para representação de um motor, sendo um bloco de função de controle utilizado no programa no CLP, um objeto global que o simboliza e um *faceplate*. O bloco de função no CLP é responsável pela lógica de funcionamento do motor comunicando com a sua partida real no quadro elétrico, enquanto o objeto global representa o seu estado e serve de ligação entre o bloco no programa e o *faceplate*. Já o *faceplate* é referenciado através do objeto global, ou seja, quando pressionado realiza a chamada do *faceplate* e permite ao operador interagir diretamente com o motor realizando ações como ligar, desligar, leitura de estado, entre outras funções.

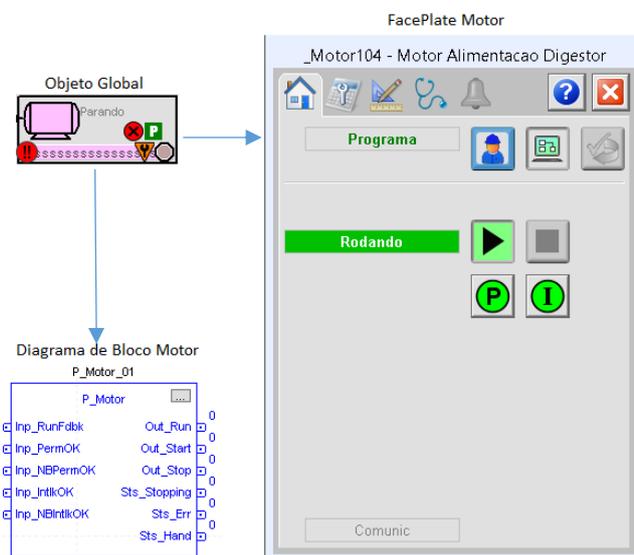


Figura 9 – Exemplo *Faceplate*, bloco e objeto global.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

## 4.6 CORES E STATUS

Para a representação e entendimento do funcionamento dos itens presentes no supervisório, é definido um padrão de indicação de cores com o intuito de sinalizar os vários estados que um objeto possa ter, sendo elas:

Cor cinza escuro – utilizada para representar um objeto que não recebeu nenhum comando, como exemplo um motor que tem seu estado desligado.

Cor azul – utilizada para representar um estado de transição, como exemplo o estado de transição de abertura de uma válvula, onde a válvula não está aberta ou fechada.

Cor branca – utilizada para representar um objeto que esteja em funcionamento, como exemplo um motor recebendo alimentação.

## 4.7 LAYOUT DO SUPERVISÓRIO

O desenvolvimento do *layout* do supervisório foi desenvolvido representando o fluxo de funcionamento da planta de graxaria, baseado em diagrama de tubulação e instrumentação - *piping and instrumentation diagram* - P&ID<sup>13</sup>. A Figura 10, representa a primeira aba do supervisório, onde pode se enxergar o processo de recebimento do material in natura, o transporte até a graxaria e a alimentação do digestor.

---

<sup>13</sup> Diagrama utilizado em processos industriais que exhibe as tubulações de um processo, juntamente com os equipamentos instalados e instrumentação da planta.

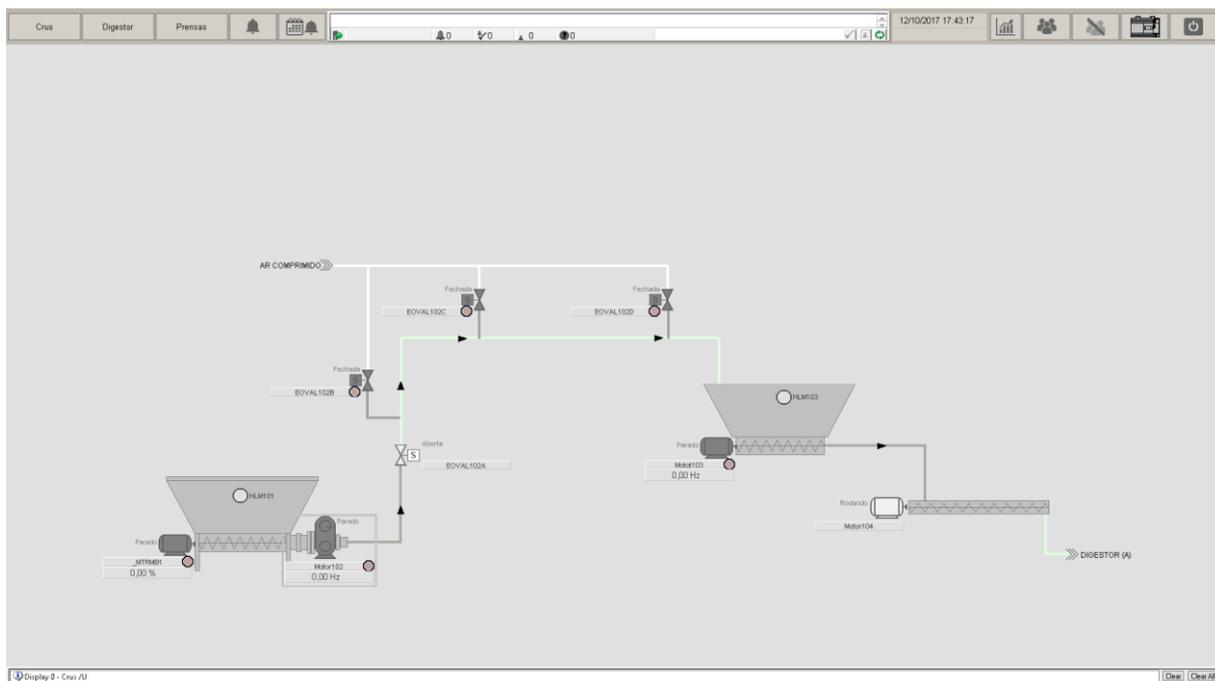


Figura 10 – Aba 1 do Sistema Supervisório  
Fonte: Elaborada pelo autor.

Na Figura 11 está a representação da segunda aba do supervisório, onde se encontra o digestor, aspiração dos gases e processo de extração do material cozido do digestor.

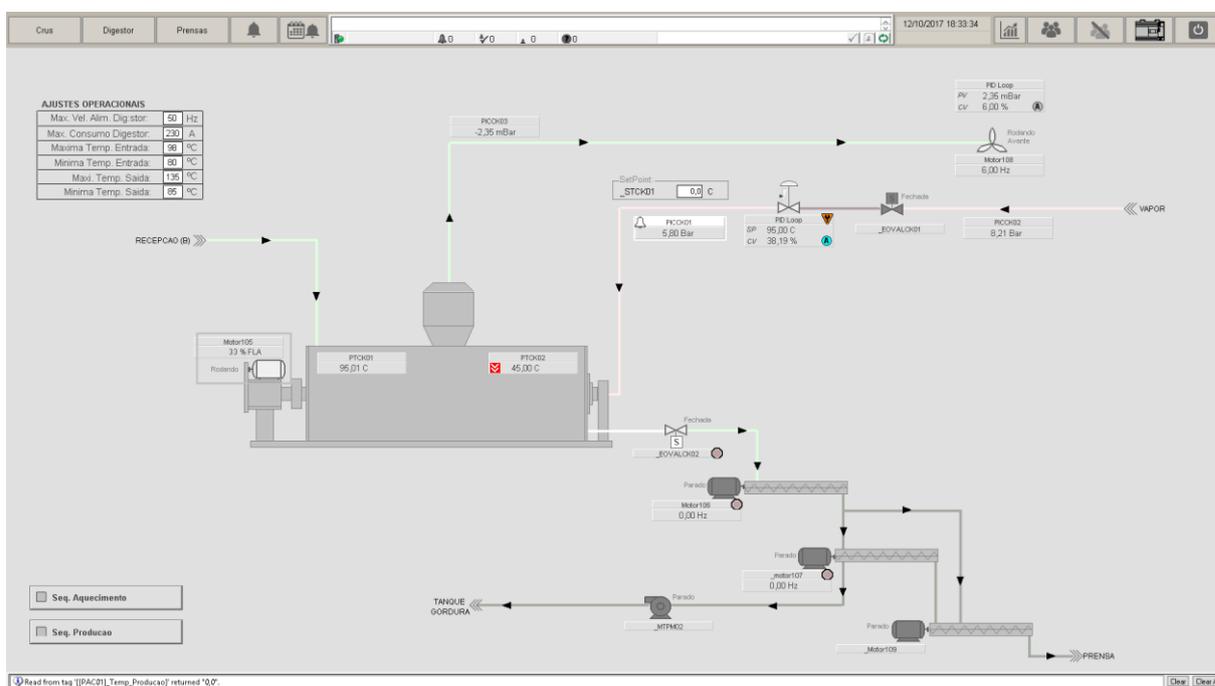


Figura 11 – Aba 2 do Sistema Supervisório  
Fonte: Elaborada pelo autor.

A Figura 12 representa a terceira aba do supervisório, onde se encontram o processo de separação do material sólido do líquido através da prensa, transporte do material sólido e líquido e o processo de moagem.

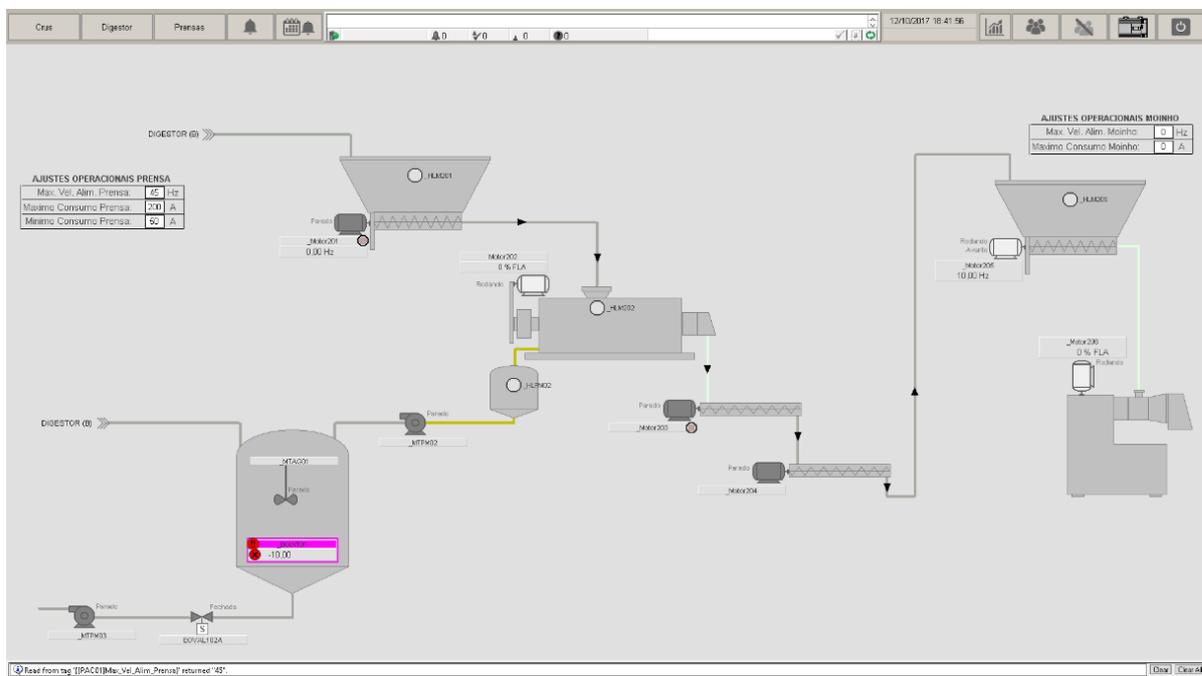


Figura 12 – Aba 3 do Sistema Supervisório  
Fonte: Elaborada pelo autor.

Para acompanhamento do *status* dos *drivers* dos motores foi desenvolvido uma aba com a indicação de todos os *drivers* inseridos na rede e seus *status*, podendo ser visto na Figura 13, facilitando dessa maneira a manutenção elétrica.

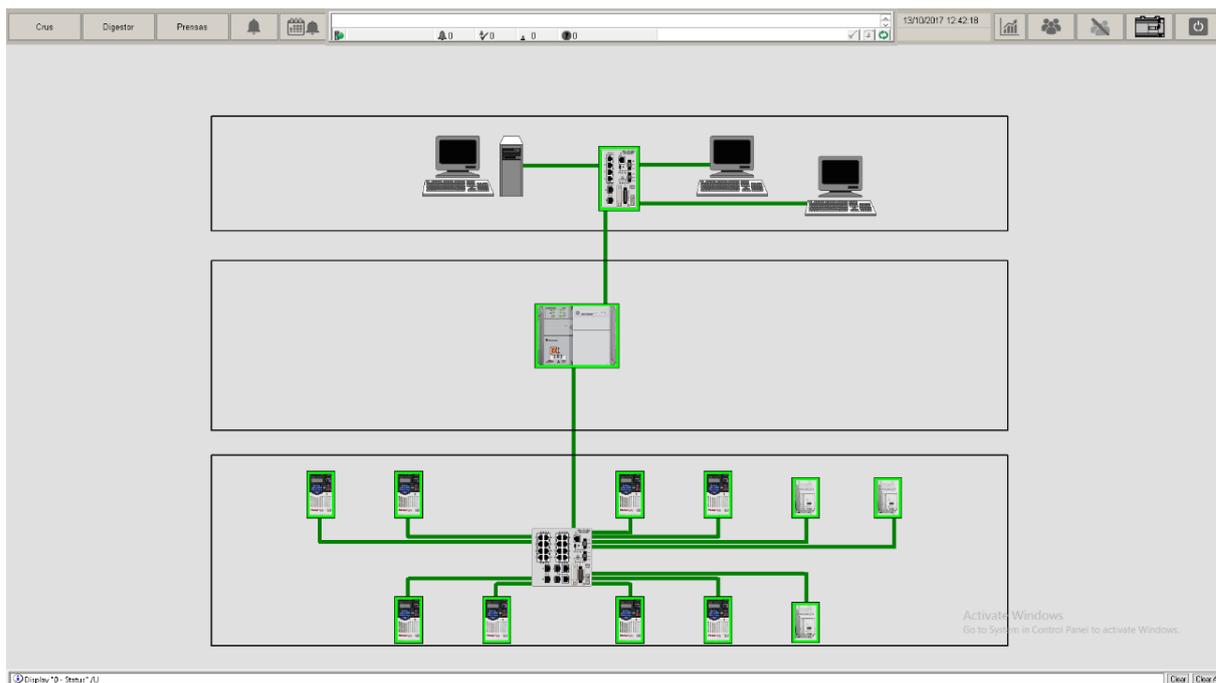


Figura 13 – Aba do supervisor com a representação dos inversores e *soft starters*  
 Fonte: Elaborada pelo autor.

## 4.8 NÍVEIS DE ACESSO

Para a organização, segurança e melhoria do processo, foram definidos três tipos de usuários padrões para o sistema supervisor, onde cada um deles possui um nível hierárquico e limite de acesso a determinadas abas de controle dos *faceplates*. Para isso foram criados os usuários: operador, manutenção e engenharia.

O usuário operador possui acesso aos acionamentos de motores e válvulas e aos itens disponíveis na aba principal do *faceplate*. O usuário manutenção tem acesso a segunda aba do *faceplate* onde estão as funções de ajuste relacionadas à área de manutenção. O usuário de engenharia possui acesso a terceira aba onde estão as funções de engenharia como por exemplo, ajuste de escala de instrumento, frequência máxima e mínima de motor e ajuste de PID<sup>14</sup>. A Figura 14 exemplifica o modelo de *faceplate* contendo três abas, onde cada usuário a partir de seu nível hierárquico pode ter acesso aos itens específicos a sua função, tornando dessa maneira o sistema supervisor mais seguro pois somente o usuário correto terá acesso aos ajustes permitidos ao seu nível hierárquico.

<sup>14</sup> Controlador proporcional integral derivativo, é uma técnica de controle de processos que une as ações derivativa, integral e proporcional amplamente utilizada na indústria de processos.

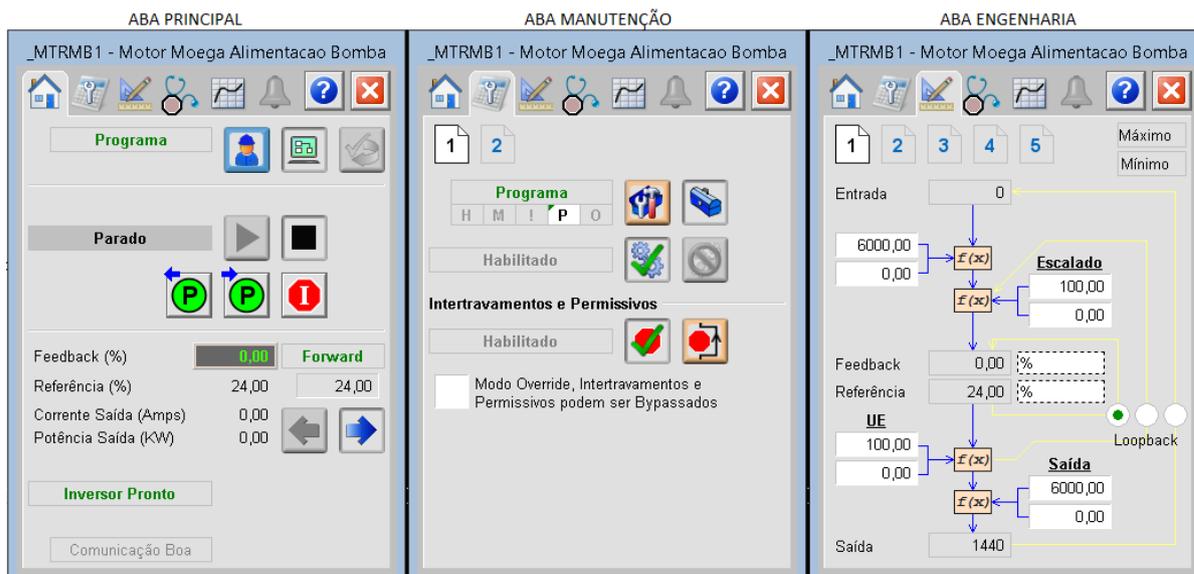


Figura 14 – Exemplo *Faceplate* – abas de controle  
Fonte: Elaborada pelo autor.

## 4.9 ALARMES

Na Figura 15 é possível ver a aba de armazenamento dos alarmes que ocorrem em toda a fábrica, contendo data, hora e severidade do alarme.

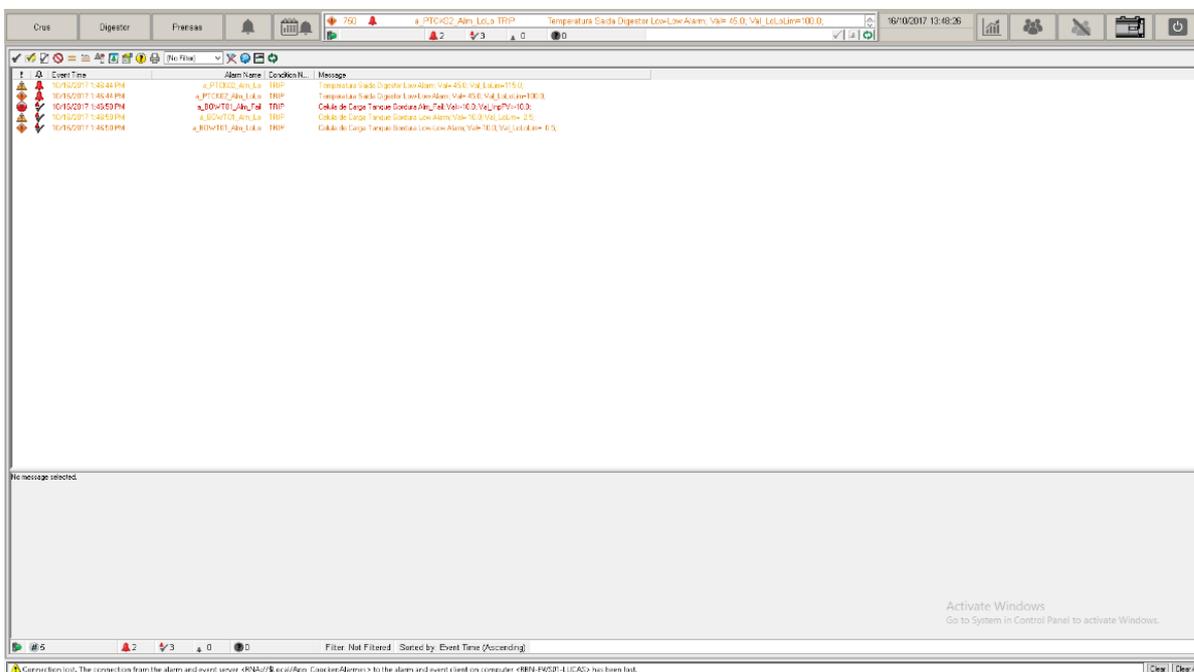


Figura 15 - Alarmes do processo  
Fonte: Elaborada pelo autor

Para controle e desempenho da fábrica de subproduto, foi desenvolvido um servidor de alarmes para armazenar e servir de banco de dados para futuras análises. Com o banco de alarmes pode-se realizar estudos e encontrar falhas ou gargalos do processo, auxiliando dessa forma os envolvidos na melhoria do desempenho e controle do processo produtivo.

#### 4.10 GRÁFICOS DO PROCESSO

Para auxiliar no mapeamento dos dados do processo foi necessário a criação de um banco de dados para armazenar os gráficos do processo permitindo ao usuário do sistema analisar os dados coletados. Os dados são armazenados por até seis meses permitindo ao usuário realizar consultas e comparativos de dados anteriores. Os dados podem ser cruzados nos gráficos, auxiliando na visualização do processo e realizar correções no processo e melhorias na produção. A Figura 16 mostra a aba com os gráficos do processo sendo executado.

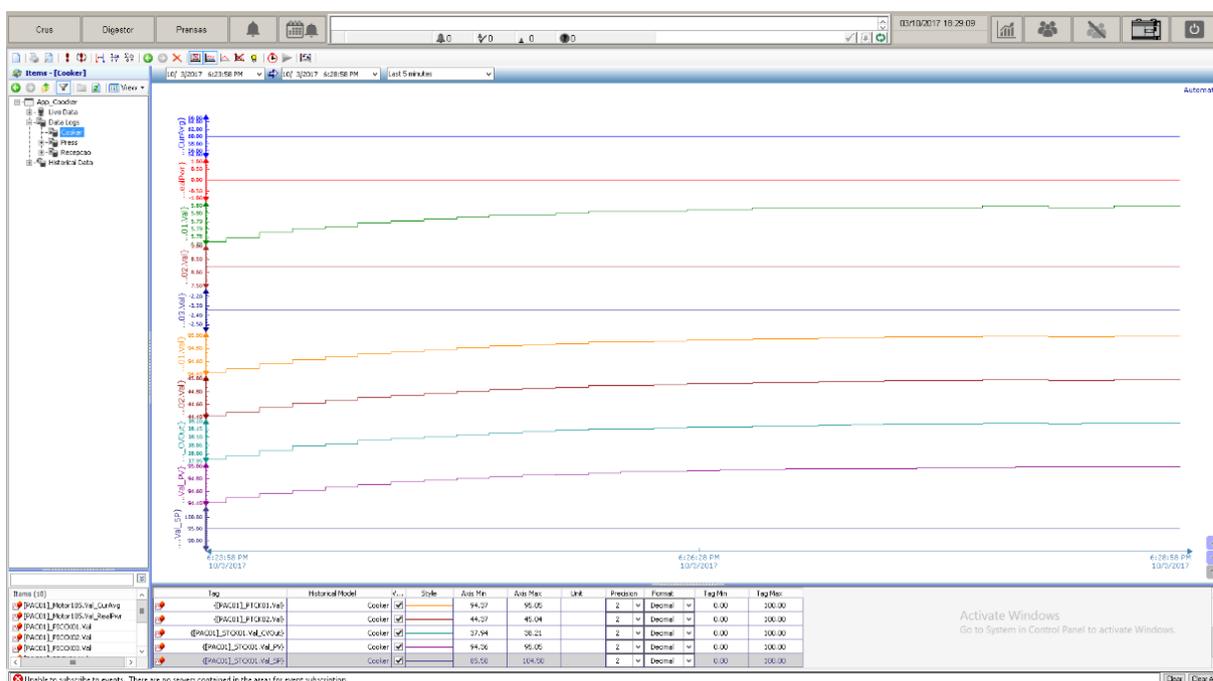


Figura 16 - Gráficos do processo

Fonte: Elaborada pelo autor

## 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Ao término do projeto foi realizado a emulação do supervisor, possibilitando constatar que o modelo proposto atingiu o seu propósito de auxiliar e melhorar o controle e gerenciamento de uma planta de graxaria.

Através da emulação foi possível mensurar o nível de facilidade do manuseio do sistema devido a seu *layout*, que proporciona ao usuário uma visão do processo real de uma graxaria através da representação do fluxo do processo.

As ferramentas empregadas puderam ser testadas, constando que para um usuário inicial o sistema supervisor oferece um meio autoexplicativo, pois permite a navegação entre os intertravamentos do sistema, possibilitando a compreensão do fluxo produtivo.

A tela de gráficos do processo e alarmes, quando emuladas, mostram quão simples os dados podem ser tratados, armazenados e analisados, proporcionando ao usuário a possibilidade de corrigir falhas e gargalos do processo.

A utilização de *faceplates* permite que alterações e ajustes sejam feitas diretamente no sistema supervisor, sem a necessidade de alterações diretas no programa do CLP, que normalmente seriam realizadas pelo programador. Foi observado que para os usuários de manutenção e engenharia os *faceplates* permitem corrigir e ajustar motores, válvulas e sensores em tempo real sem a necessidade de parada de linha.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um sistema supervisório capaz de atender as necessidades de gerenciamento e controle de uma indústria de graxaria voltado para o fácil acesso e entendimento do processo produtivo.

O primeiro passo realizado, foi um levantamento sobre os elementos de campo utilizados no projeto, tais como, atuadores, motores, sensores e máquinas utilizadas na indústria de graxaria. A partir desse levantamento foi necessário a escolha do *hardware* de controle e os *softwares* necessários para a realizar esse trabalho. Como a empresa fabricante de máquinas para graxaria conta com licenças e toda a parte de *hardware* da fabricante *Allen Bradley*, foi decidido que o desenvolvimento seria feito a partir das ferramentas disponíveis.

Com os *softwares* de desenvolvimento do programa do CLP (*Studio Logix5000*) e o de desenvolvimento do sistema SCADA (*FactoryTalk View Studio*) definidos para a implementação do trabalho, foi realizado um levantamento das ferramentas disponíveis pela *Allen Bradley*, sendo observado que a forma mais simples de se desenvolver o sistema seria utilizando as bibliotecas de códigos de controle, elementos de exibição e *faceplates* desenvolvidas pelo fabricante.

Para o desenvolvimento do *layout* do supervisório, foi realizado um estudo em cima dos diagramas de processo P&ID desenvolvidos pela engenharia da empresa fabricante de máquinas para graxaria e a partir desse estudo foi construído um *layout* voltado a simplificar o entendimento dos usuários do sistema supervisório através de representação de fluxo de trabalho

Com o desenvolvimento do programa do CLP e o sistema supervisório, foram realizados testes através de emulação para medir a aplicabilidade e funcionamento do sistema em um ambiente de uma indústria.

A partir dos testes feitos com emulador, pode-se concluir que, para que o trabalho possa avançar em seu desenvolvimento, o próximo passo seria a implementação do projeto em uma indústria em um ambiente produtivo, passando inicialmente por testes com motores, sensores e válvulas e demais depósitos validando seu funcionamento. Em seguida colocar em funcionamento efetivo, controlando de fato todo o processo produtivo de uma indústria de graxaria.

Como todo sistema supervisorio, este projeto também pode ser atualizado, ou seja, melhorado em alguns aspectos. Quando se trata da união de *hardware* e *software*, ambos estão sujeitos a mudanças e melhorias. Contudo, tais melhorias só podem ser levantadas quando o sistema for implementado em uma indústria em estado de produção e avaliado pelos usuários.

## REFERÊNCIAS

- ARAUJO, M. C. S. **O Estado Novo**. 1. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2000.
- ATOS. **Curso Básico de Controladores Programáveis**. 2. ed. São Paulo: Atos Automação Industrial LTDA., 2006. ISBN 0. Disponível em: <<http://www.boxindustrial.com.br/wp-content/uploads/2015/09/Curso-B--sico-de-CLP-WinSUP-2-ATOS.pdf>>. Acesso em: 17 Agosto 2017.
- BISPLINGHOFF, F. D. **Essential Rendering**. Arlington, Virginia: Kirby Lithographic Company, Inc., 2006.
- BOYER, STUART A. **SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition**. 2. ed. Durhan: Instrument Society of America, 1999.
- GEORGINI, M. **Automação Aplicada: Descrição e Implementação de Sistemas Seqüenciais com PLC's**. 4. ed. São Paulo: Érica, 2002.
- MACHADO, A. C.; RIBEIRO, F. M.; ZAJAK, M. P. Processamento de Materiais de Matadouros e Frigoríficos Bovinos e Suínos. In: CETESB, S. D. M. A. G. D. S. P. **Guia Técnico Ambiental de Graxarias**. Série P+L. ed. São Paulo: [s.n.], 2005. p. 79.
- MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de Automação Industrial**. 2. ed. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos (LTC), 2001.
- OCKERMAN, H.; HANSEN, C. **Industralizacion de Subprodutos de Origen Animal**. Zaragoza, Espanha: Acríbia, 1994.
- PAREDE, I. M.; GOMES, L. E. L. **Um breve histórico conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial**. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, v. 6, 2011.
- PINHEIRO, J. M. S. <http://www.projotoderedes.com.br>, 6 Junho 2006. Disponível em: <[http://www.projotoderedes.com.br/artigos/artigo\\_redes\\_de\\_supervisao\\_e\\_controle.php](http://www.projotoderedes.com.br/artigos/artigo_redes_de_supervisao_e_controle.php)>. Acesso em: 20 Agosto 2017.
- PLCMAX. <http://www.plcmax.com.br>. <http://www.plcmax.com.br>, 2013. ISSN Arquitetura CLP. Disponível em: <<http://www.plcmax.com.br/2013/03/a-arquitetura-basica-de-um-plc.html>>. Acesso em: 28 Julho 2017.
- REBOUÇAS, A. D. S. Contexto ambiental e aspectos tecnológicos das graxarias no Brasil para a inserção do pequeno produtor na indústria da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, Julho 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-35982010001300054&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982010001300054&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 20 Agosto 2017.
- SANTOS, V. C. Da Era Fordista ao Desemprego Estrutural da Força de Trabalho, 2009. Disponível em: <[https://www.ifch.unicamp.br/formulario\\_cemarx/selecao/2009/trabalhos/da-era-fordista-ao-desemprego-estrutural-.pdf](https://www.ifch.unicamp.br/formulario_cemarx/selecao/2009/trabalhos/da-era-fordista-ao-desemprego-estrutural-.pdf)>. Acesso em: 20 Agosto 2017.
- SILVA, A. P. G. D.; SALVADOR, M. O que são sistemas supervisórios?, 10 Setembro 2004. Disponível em: <[http://www.wectrus.com.br/artigos/sist\\_superv.pdf](http://www.wectrus.com.br/artigos/sist_superv.pdf)>.
- SILVEIRA, L.; LIMA, W. Um Breve Histórico Conceitual da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial, Lagoa Nova, 2003. Disponível em:

<[https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1\\_13.pdf](https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_13.pdf)>.  
Acesso em: 20 Agosto 2017.

SOISSON, H. E. **Instrumentação Industrial**. 2. ed. São Paulo: Hemus, 2008.