

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CÂMPUS MEDIANEIRA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

DIOGO FELIPE GUZZO

**AUTOMAÇÃO EM UMA LINHA DE ENSAQUE DE AMIDO DE MILHO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2014

DIOGO FELIPE GUZZO

**AUTOMAÇÃO EM UMA LINHA DE ENSAQUE DE AMIDO DE MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof. Me. Amauri Massochin.

MEDIANEIRA

2014



Ministério Da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Gerência de Ensino  
Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em  
Manutenção Industrial



---

---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### AUTOMAÇÃO EM UMA LINHA DE ENSAQUE DE AMIDO DE MILHO

Por:

**Diogo Felipe Guzzo**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 17:00 horas do dia 03 de dezembro de 2014 como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Me. Amauri Massochin  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Orientador)

---

Prof. Me. Alex Lemes Guedes  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Convidado)

---

Prof. Me. Giovane Mayer  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Convidado)

---

Prof. Me. Paulo Job Brenneisen  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(Resp. pelas atividades de Tcc)

O Termo de Aprovação devidamente assinado deste documento, encontra-se na Coordenação do Curso no Câmpus Medianeira.

*"O sucesso na vida não depende de receber boas cartas, mas de jogar bem com cartas ruins."*

*(Lauro Trevisan).*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus que nos acompanha lado a lado e que nos dá suporte em nossas vidas.

A toda a minha família, minha mãe, Inês, meu pai, João, e minhas irmãs, Anna Claudia e Mayara. Agradeço também a minha namorada, Karina, pelo apoio dado durante todo tempo de estudos.

Agradeço a todos os meus professores, em especial ao meu orientador, professor Amauri Massochin, que sempre me auxiliou durante a realização deste trabalho.

## RESUMO

GUZZO, Diogo F. **Automação em uma Linha de Ensaque de Amido de Milho**. 2014, 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Manutenção Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014.

Este trabalho tem por objetivo apresentar o projeto e a execução da automação em uma linha de ensaque de amido de milho em uma Cooperativa do Oeste do Paraná. Anteriormente, o controle do ensaque era realizado manualmente, ou seja, era todo controlado pelos operadores. Constantemente eram relatados alguns problemas por este motivo, como: sobrecarga das roscas de alimentação; nível do reservatório do classificador alto, que pode causar o rompimento das telas e comprometer a qualidade do produto final; e sobrepeso ou falta de peso dos *big bags*, devido a algum descuido do operador. Este trabalho tem como objetivo a automação do ensaque de *big bags*, com 1000 kg de produto, e o controle automático dos níveis do tanque pulmão e do reservatório do classificador. A implementação da automação foi realizada com o uso do CLP *Fentum I*, da marca *Infinium*, e do *software* de programação *Sion*. A automação mostrou-se viável, pois o custo do projeto, obtido através de pesquisa de mercado, ficou em média 87% mais barato em relação a propostas comerciais apresentadas por empresas terceiras. Com a automação implantada o processo tornou-se mais eficiente, pois o operador não tem o trabalho de desligar as roscas nem cuidar dos níveis do reservatório do classificador nem do tanque pulmão.

**Palavras-chave:** Automação. Ensaque de Amido de Milho. Controlador.

## ABSTRACT

GUZZO, Diogo F. **Automation in a Bag Line of Corn Starch**. 2014, 39f. Working Technology Completion of course in Industrial Maintenance - Federal Technological University of Paraná. Campus Medianeira, 2014.

This work aims to present the project and the implementation of automation in a row of corn starch in a bagging the West of Paraná Cooperative. Previously, the control of the bagging was performed manually, or all was controlled by operators. Constantly some problems were reported for this reason, as power overloading of the thread; the high reservoir level classifier, which can cause disruption of the screens and compromise the quality of the final product; and overweight or lack of weight of big bags, due to some carelessness of the operator. This work aims at automating the big bags bagging with 1000 kg of product, and the automatic control of lung tank levels and the classifier of the reservoir. The implementation of the automation was performed using the PLC Fentum I Infinium mark and Sion programming software. Automation proved to be feasible because the cost of the project, obtained through market research, was on average 87% cheaper compared to commercial proposals submitted by third parties. With the implemented automation process has become more efficient because the operator does not have the work off the threads or take care of the classifier tank levels or lung tank.

**Keywords:** Automation. Bag of Corn Starch. Controller.

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

°C	Graus Celsius
A	Ampéres
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CA	Corrente alternada
CLP	Controlador Lógico Programável
E/S	Entradas e Saídas
GM	<i>General Motors</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
kg	Quilograma
LD	<i>Ladder</i>
m	Metros
mA	miliAmpéres
MHz	Megahertz
mm <sup>2</sup>	milímetros quadrados
mod	Modelo
MTBF	Tempo médio entre falhas
NA	Normal Aberto
NEMA	<i>National Electrical Manufacturers Association</i>
NF	Normal Fechado
Pça	Peça
PP	Polipropileno
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Vca	Tensão Alternada
Vcc	Tensão Contínua



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha de Ensaque de Amido de Milho.....	11
Figura 2 - Exemplos de um diagrama ladder.....	18
Figura 3 - Sistema real de ensaque de amido de milho. ....	20
Figura 4 - Painel elétrico existente na linha de ensaque de amido de milho.....	21
Figura 5 - Botões de acionamento do modo manual utilizado anteriormente.....	22
Figura 6 - Indicador de pesagem.....	24
Figura 7 - Painel elétrico montado para automação.....	25
Figura 8 - Porta do painel elétrico montado para a automação.....	26
Figura 9 - Programador utilizado no trabalho, <i>S/ON</i> . ....	27
Figura 10 - Controlador utilizado no trabalho, <i>Fentum I</i> . ....	27
Figura 11 - Programa em <i>Ladder</i> do trabalho de automação.....	29
Figura 12 - Programa com seus endereços e comentários.....	30
Figura 13 - Painel elétrico da automação em uso. ....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de materiais utilizados na automação. ....	23
Tabela 2 - Pesagem dos <i>big bags</i> ensacados manualmente. ....	32
Tabela 3 - Pesagem dos <i>big bags</i> no modo de ensaque automático. ....	34
Tabela 4 - Relação de custos dos materiais disponíveis na Unidade. ....	35
Tabela 5 - Relação de custos para aquisição de materiais. ....	36

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 OBJETIVOS .....	13
1.1.1 Objetivo Geral .....	13
1.1.2 Objetivos Específico .....	13
1.2 JUSTIFICATIVAS .....	13
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>15</b>
2.1 AUTOMAÇÃO .....	15
2.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL – CLP .....	16
2.2.1 Histórico do CLP .....	17
2.2.2 Linguagens de Programação .....	18
2.3 CÉLULA DE CARGA.....	19
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
3.1 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ENSAQUE DE AMIDO DE MILHO .....	20
3.2 MATERIAS UTILIZADOS NA EXECUÇÃO PRÁTICA DO TRABALHO.....	22
3.3 EXECUÇÃO DA MONTAGEM ELÉTRICA.....	23
3.4 PROGRAMAÇÃO E AUTOMAÇÃO .....	26
3.5 FUNCIONAMENTO DO PROGRAMA .....	30
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>32</b>
4.1 AVALIAÇÃO INICIAL DO SISTEMA DE ENSAQUE .....	32
4.2 AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ENSAQUE AUTOMATIZADO .....	33
4.3 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ENSAQUE AUTOMATIZADO.....	34
4.4 CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA AUTOMÁTICO .....	35
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>38</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>39</b>
<b>ANEXO A – ORÇAMENTO</b> .....	<b>40</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Em uma Unidade Industrial de uma Cooperativa do Oeste do Paraná é realizado, no período de entre safra da mandioca, o processamento de milho seco. Através deste processo é obtido como produto final o Amido de Milho. Para ensaque e posteriormente comercialização deste produto é utilizada uma linha de ensaque constituída por roscas transportadoras e um classificador de produto, como se pode observar na Figura 1. O armazenamento do amido de milho pode ser feito em embalagens de 25 kg ou em *big bags*, embalagens grandes que suportam 1000 kg de produto.

Anteriormente a linha de ensaque de amido de milho era controlada por um operador, que precisava cuidar do nível dos tanques e do enchimento dos *big bags*. Observava-se que o sistema instalado era pouco eficiente, devido ao fato de que erros humanos podiam ocorrer na pesagem dos produtos acarretando num baixo rendimento devido ao sobrepeso ou mesmo reclamações por parte dos clientes devido ao baixo peso encontrado nas embalagens de 1000 kg.



Figura 1 - Linha de Ensaque de Amido de Milho

A linha de ensaque é constituída pelas roscas dos silos (01 e 02) de armazenamento de produto, rosca de alimentação de entrada, e uma rosca interligada a uma peneira, que é responsável por fazer a classificação do produto. A peneira retira sujeiras que por ventura estão presentes na linha de ensaque. Uma última rosca alimentadora finaliza o processo de transporte de produto e um silo pulmão para o ensaque em pacotes de 25 kg.

A automação faz o controle de ensaque em *big bags*, e controle de níveis do tanque pulmão e do reservatório do classificador de produto.

O controle de ensaque em *big bags* é através do controle de peso transmitido via saída analógica de um indicador de peso (mod 3103C, da *Alfa Instrumentos*) conectado a uma balança de piso. O ensaque em embalagem de 25 kg, que já possui uma ensacadora automática, tem o controle de nível automatizado no tanque pulmão de alimentação da própria ensacadora. O nível do reservatório do classificador de produto será controlado tanto no ensaque de *big bags*, quanto na ensacadora automática.

A automação trás principalmente maior praticidade ao operador, diminuindo casos de rompimento de telas da peneira classificatória comprometendo a qualidade do produto, evitando sobrecarga nas roscas transportadoras, fazendo o controle do peso sugerido nos *big bags* e os níveis do tanque pulmão e reservatório do classificador.

Este trabalho esta organizado em cinco Capítulos.

No capítulo 1 é realizada uma breve introdução do trabalho, apresentando os objetivos gerais e específicos, assim como a justificativa para aplicação prática deste trabalho e seus limites.

No capítulo 2 é realizada uma pesquisa literária sobre automação industrial, histórico, aplicações e programação de Controladores Lógicos Programáveis (CLP).

No capítulo 3 demonstra-se a metodologia utilizada para execução prática do trabalho, como a montagem da parte elétrica do painel da automação.

No capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos comparando os diferentes modos de operação, manual e automatizado, no controle de enchimento de *big bags* e também a análise na montagem da parte elétrica envolvida. Ainda neste capítulo, descrevem-se os custos da execução prática do trabalho.

E no capítulo 5, apresenta as conclusões do trabalho.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é propor e instalar a automatização das linhas de ensaque de amido de milho, em ensaque de *big bags* (1000 kg) e pacotes de 25 kg em uma Cooperativa do Oeste do Paraná.

### 1.1.2 Objetivos Específico

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Pesquisa na literatura sobre os principais conceitos envolvidos neste trabalho;
- b) Análises dos processos, equipamentos, instrumentos, ferramentas para aplicação e levantamento de custos;
- c) Desenvolvimento da programação do CLP;
- d) Desenvolvimento das modificações mecânicas;
- e) Montagem e testes;
- f) Ajuste dos controles de tempo de operação dos processos de ensaque;
- g) Realizar explicação detalhada e aplicar treinamento aos operadores, sobre o funcionamento da linha automatizada;

## 1.2 JUSTIFICATIVAS

O custo de aplicação, obtido através de pesquisa de mercado, é uma das justificativas para a realização do mesmo. A aplicação do trabalho em campo será

em média 87% mais barato em relação a propostas comerciais apresentadas por empresas terceiras, com a mesma eficiência de funcionamento.

Por meio desta automação é possível melhorar o desempenho da linha, evitando as sobrecargas nas roscas alimentadoras, não deixando que as peneiras do classificador fiquem cheias, o que pode acarretar no rompimento das telas, comprometendo a qualidade do produto. O novo processo proporcionará menor frequência de paradas no ensaque do produto, manutenção corretiva e aumento da praticidade da operação, pois não será necessário o acompanhamento do peso dos *big bags*. Assim espera-se que os custos, tais como troca de correias, perda de produto ou sobre peso do *big bag*, venham a diminuir ou até serem eliminados.

Um sistema automatizado de controle de peso do produto irá retirar a responsabilidade do operador em relação às pesagens, eliminando erros humanos, proporcionando maior confiabilidade do produto. Nem só a satisfação do cliente é vista como um ponto positivo deste processo, mas também o rendimento industrial pode ser afetado, ou seja, quanto mais precisão nas pesagens, mais confiabilidade nos dados de rendimento e menor perda de produto.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 AUTOMAÇÃO

O eixo da modernização da automação industrial se dá a partir de meados dos anos de 1980 onde se observa a aplicação e utilização de equipamentos de controle microeletrônico nos processos de fabricação. Com o aumento do poder de processamento dos microcomputadores, observa-se a tendência de crescente obsolescência da instrumentação industrial pneumática analógica em substituição gradual pela instrumentação eletrônica digital (ABARCA, 2010).

O termo automação descreve um conceito amplo, envolvendo um conjunto de técnicas de controle, das quais é criado um sistema ativo, capaz de fornecer a resposta adequada em função das informações que recebe do processo em que está atuando (WEG, 2002).

Automação é um ramo da indústria eletro-eletrônica que tem crescido de uma forma rápida e eficiente nos últimos anos. Muitas empresas e também gigantes de outras áreas como, por exemplo, a *WEG*, *Siemens*, e até mesmo a *Microsoft* começam a lançar seus produtos e soluções em automação e apresentam sistemas cada vez mais sofisticados e fácil utilização. De modo geral, a automatização é feita para controlar vários dispositivos como, por exemplo, válvulas solenóides e de atuação proporcional, esteiras, motores, balanças, robôs, etc.

O controle automático tem desempenhado um papel de extrema importância no avanço da engenharia e da ciência. Destaca-se como parte importante e integrante dos processos industriais e de manufatura modernos. É ainda essencial nas operações industriais como: controle de pressão, temperatura, umidade, viscosidade e vazão, entre outras. (OLIVO, 2004).

Segundo Mikoielov (2007), a automação industrial é a área que tem como objetivo centralizar o monitoramento e o controle de um processo através de seus subsistemas controlados e independentes em cada localização. Além disto, visa também atingir a redução dos custos de manutenção de um dado sistema industrial.



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

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

## 2.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL – CLP

Os dispositivos de controle e automação utilizados pela indústria atualmente são os mais variados possíveis. Dentre estes dispositivos temos os dispositivos de entradas e saídas, onde podem ser citados os sensores, os controladores, as válvulas solenóides.

O controlador lógico programável possui várias definições, entre elas pode-se citar a definição da Norma americana (NEMA), a da norma brasileira (ABNT), além da proposta por alguns autores.

A norma americana NEMA define formalmente um CLP como: “Suporte eletrônico – digital para armazenar instruções de funções específicas como de lógica sequencial, contagem e funções aritméticas, todas dedicadas ao controle de máquinas e processos”. Já a norma ABNT cita que controlador programável é um equipamento eletrônico digital, com *hardware* e *software* compatíveis com as aplicações industriais.

Define-se como *Controlador Lógico Programável – CLP*, um equipamento eletrônico digital que tem como objetivo programar funções específicas de controle e

monitoração sobre variáveis de uma máquina ou processo por intermédio de módulos de entrada e saída. Todas as funções disponíveis devem poder ser programadas em uma memória interna e o *hardware* deve ser universal, podendo ser aplicado a todos os tipos de processos (GEORGINE, 2002).

Como definição para CLP, temos que ele é um computador industrial, com a função de armazenar instruções para implementação de funções de controle (sequência lógica, temporização e contagem), além de realizar operações lógicas e aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede, sendo utilizado no controle de sistemas automatizados.

### 2.2.1 Histórico do CLP

De acordo com VITOR e ROCHA (2002), o desenvolvimento dos CLPs começou em 1968 em resposta a uma requisição da Divisão Hidráulica da General Motors. Naquela época, a GM frequentemente passava dias ou semanas alterando sistemas de controle baseados em relés, sempre que alterava um modelo de carro ou introduzia modificações na linha de montagem. Para reduzir o alto custo de instalação decorrente destas alterações, a especificação de controle da GM necessitava de um sistema confiável, com a flexibilidade de um computador, mas que pudesse ser programado e mantido pelos engenheiros e técnicos da fábrica. Também era preciso que suportasse o ar poluído, a vibração, o ruído elétrico, interferências eletromagnéticas e os extremos de temperatura e umidade encontrados normalmente num ambiente industrial.

A partir de 1969 foram instalados os primeiros CLPs, permitindo redução na mão-de-obra, custos de materiais, instalação e localização de erros ao diminuir a utilização de fiação e demais erros associados. Os novos controladores ocupavam menor espaço que os equipamentos convencionais.

Além destas vantagens, os CLPs sempre se caracterizaram por:

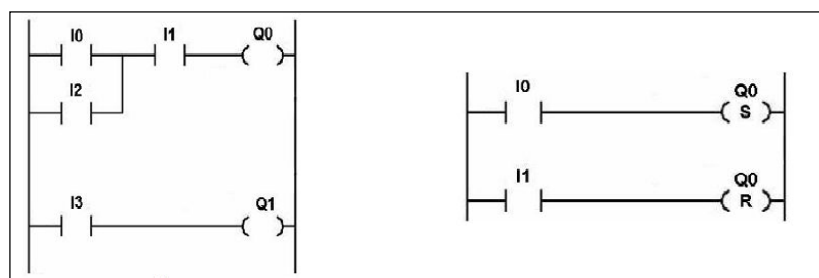
- a) Alta confiabilidade: depois de escrito e depurado, o programa pode ser facilmente transferido e armazenado em outros CLPs. Isto reduz o tempo de

programação, minimiza a depuração e aumenta a confiabilidade. Como toda a lógica está na memória, não existe qualquer possibilidade de erro lógico por conta de um erro de fiação. A única fiação necessária é para o fornecimento de energia e para as entradas e saídas;

- b) Robustez: O MTBF (tempo médio entre falhas) dos CLPs ultrapassa facilmente um milhão de horas;
- c) Flexibilidade: A edição do programa é fácil e pode ser feita remotamente;
- d) Tipos de módulos de entradas e saídas;
- e) Velocidade: tempos de varredura da ordem de um milissegundo permitem o processamento rápido e eficiente dos mais variados sinais de campo.

### 2.2.2 Linguagens de Programação

Segundo Groover (2008, p. 282.) em 1992 a “*Internatinonal Electrotechnical Commission*” publicou a norma (IEC 1131-3) que especifica cinco linguagens de programação sendo três linguagens gráficas e duas linguagens baseadas em texto. O diagrama *ladder* segundo Georgini (2007) é uma linguagem gráfica que possui símbolos semelhantes aos contatos elétricos, consistindo, basicamente, de duas barras verticais interligadas pela lógica de controle, supondo-se uma diferença de potencial entre elas tendo a bobina (sinal de saída) acionada quando os contatos de lógica permitem a passagem desta corrente (dependendo dos sinais de entrada) pela linha (ou rung). A Figura 1 apresenta um exemplo de um diagrama ladder.



**Figura 2 - Exemplos de um diagrama ladder.**

**Fonte: SCHNEIDER (2012)**

### 2.3 CÉLULA DE CARGA

A célula e carga é um transdutor de força, que transforma uma grandeza física (força) em um sinal elétrico. É utilizada em balanças comerciais e em soluções de pesagem industrial, aplicada em automatização e controle de processos industriais.

O uso de células de carga como transdutores de medição de força abrange hoje uma vasta gama de aplicações.

A popularização do seu uso decorre do fato que a variável 'peso' está presente em grande parte das transações comerciais e de medição. (Portal Célula de Carga, 2014).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ENSAQUE DE AMIDO DE MILHO

O sistema de ensaque de amido de milho será detalhado a fim de que seja possível entender a automação proposta neste trabalho. Na Figura 3 é possível observar o funcionamento do sistema de ensaque de amido de milho.

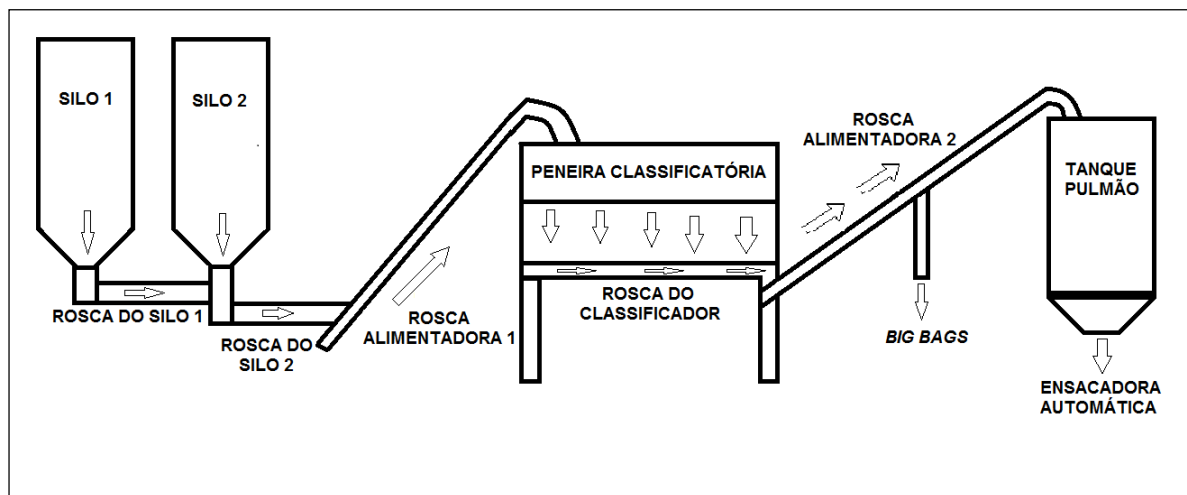


Figura 3 - Sistema real de ensaque de amido de milho.

Para acionar o sistema, roscas e classificador, o operador é treinado para manusear um painel elétrico, mostrado na Figura 4, destinado somente para o sistema de ensaque de amido de milho.

O operador também é treinado para não desligar o motor da peneira do classificador enquanto está ensacando, para evitar possíveis rasgos na tela.

A linha de ensaque pode ser usada para enchimento de *big bags*, com 1000 kg e alimentação da ensacadora automática de embalagens de 25 kg.



**Figura 4 - Painelelctrico existente na linha de ensaque de amido de milho**

Essa mesma linha pode utilizar produto de dois silos diferentes, uma vez que a indústriatrabalha com duas linhas de secagem de produto para atender as necessidades da produçãoo. Os reservatórioss das linhas de secagem são o Silo 1 e o Silo 2, conforme apresentado na Figura 3.

Anteriormente, o controle de nível do reservatório do classificador de produto e do silo pulmão para ensacar em embalagens de 25 kg era feito manualmente pelo operador. Ele deixava as roscas de alimentação ligadas e desligava de vez em quando para não transbordar o silo ou o reservatório do classificador, podendo acarretar no desperdício de produto, sobrecarga das roscas de alimentação ou também, no rompimento das telas da peneira.

O controle do enchimento de *big bags* era feito manualmente pelo operador. Ele fazia a leitura do peso através de um indicador, integrado na balança de piso. Quando se aproximava do peso sugerido, ele desligava a rosca alimentadora 2, que interrompe a alimentação de produto ao *big bag*.

Na Figura 5, pode-se observar os botões de acionamento do painel existente na linha de ensaque.



Figura 5 - Botões de acionamento do modo manual utilizado anteriormente.

### 3.2 MATERIAS UTILIZADOS NA EXECUÇÃO PRÁTICA DO TRABALHO

Para realização desta automação, foi realizado um levantamento de material que foi utilizado. A relação dos materiais pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Relação de materiais utilizados na automação.

Item	Quantidade	Unidade	Descrição
01	01	Pça	CLP – <i>Fentum I (Infinium)</i>
02	01	Pça	Fonte de Alimentação 15Vcc ( <i>Infinium</i> )
03	02	Pça	Chave Fim de Curso
04	12	m	Eletroduto Galvanizado 3/4"
05	25	m	Cabo flex 1x1 mm <sup>2</sup>
06	60	m	Cabo PP flex 2x1 mm <sup>2</sup>
07	10	Pça	Condutele de Alumínio 3/4"
08	08	Pça	Relé 24Vcc
09	02	Pça	Válvula Gaveta Pneumática
10	02	Pça	Botão Liga/Desliga
11	04	Pça	Elemento de contato E-111
12	01	Pça	Elemento de contato E-120
13	03	Pça	Manopla de duas posições
14	01	Pça	Botão de emergência (tipo Cogumelo)
15	01	Pça	Painel elétrico (50x40x20cm)

### 3.3 EXECUÇÃO DA MONTAGEM ELÉTRICA

A área de ensaie já possuía um quadro de alimentação. Porém, foi decidido deixar o controlador e a fonte de alimentação e relés em um painel separado ao lado do existente, a fim de manter a automação separada do circuito de força, assim como os demais pontos de automação existentes na indústria.

Para o trabalho de automação na linha foi pesquisado e escolhido o controlador *Fentum I* da marca *Infinium*, pois supria todas as necessidades do programa, como entradas digitais e analógicas e saídas digitais. Foi adquirido junto ao mesmo fornecedor a fonte de alimentação de 15 Vcc, 1 A, com suporte para trilho DIN, necessária para alimentação do controlador e dos relés.

O CLP *Fentum I* possui processador de 16 bits, 80 MHz; 12 entradas digitais, 24 Vcc optoisolada, suportando uma corrente de 7 a 10 mA; 8 saídas digitais, com contato NA, tensão máxima de saída de 220 Vcc/ 250 Vca, e corrente máxima de 2 A; 2 entradas analógicas de 0 a 20 mA ou 4 a 20 mA. A alimentação deste controlador é de 12,5 a 30 Vcc; sua operação de trabalho é de -10 a +70 °C.



Para segurança do comando foi instalado um disjuntor monofásico de 2 A.

As saídas foram isoladas com relés auxiliares, para aumentar a segurança em caso de danos nas bobinas das cargas.

O controle do peso no enchimento de *big bag* é efetuado através de uma entrada analógica do CLP. Um indicador de peso recebe o sinal da célula de carga da balança de piso e transmite o sinal em mA para o CLP. Esse indicador é o mod 3103C da *Alfa Instrumentos* já existente na linha de ensaue e mostrado na Figura 6.

A Figura 7 apresenta o painel elétrico da execução da automação, com a montagem dos principais dispositivos, tais como a fonte, o controlador lógico programável e os relés.



Figura 6 - Indicador de pesagem.



Figura 7 - Painel elétrico montado para automação.

Na Figura 8, pode-se observar na porta do painel três manoplas: Uma para selecionar o silo; outra para selecionar se será ensacado em *big bags* ou na ensacadora automática; e uma terceira para selecionar o controle manual ou automático da linha. Também foi instalado um botão de emergência, para desligar o comando a qualquer momento, botão liga/desliga para o ligamento da peneira do classificador, caso este botão não for acionado o processo não ligará, e um último botão liga/desliga, para o acionamento do processo.

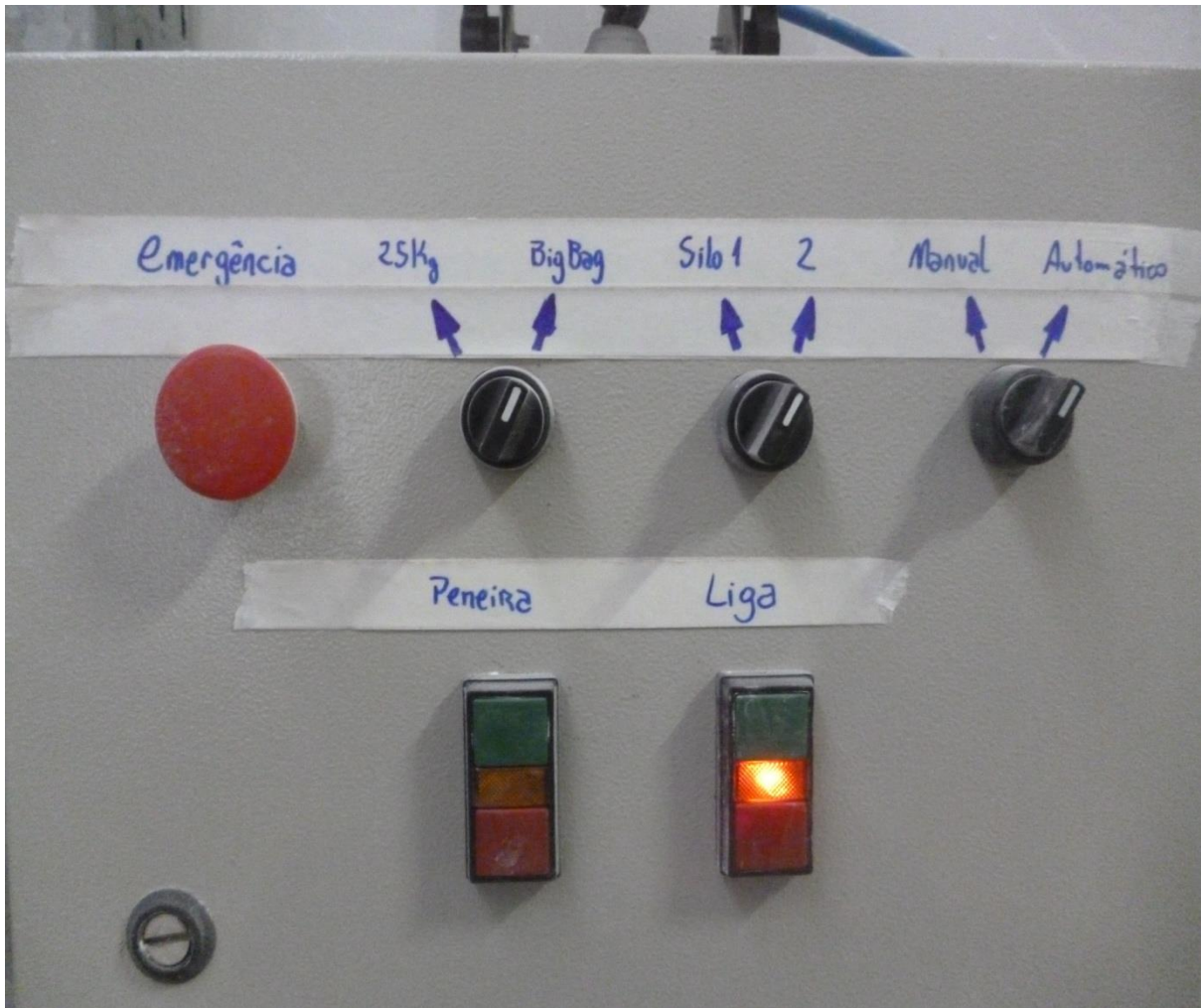


Figura 8 - Porta do painel elétrico montado para a automação.

O modo manual permite o acionamento independente dos motores de toda a linha sem operar pelo controle automático.

As saídas dos relés foram ligadas diretamente nas contadoras já existentes no painel da linha de ensaque de amido de milho.

### 3.4 PROGRAMAÇÃO E AUTOMAÇÃO

Para o desenvolvimento da automação foram utilizados o *hardware Fentum I* e o *software Sion* adquiridos da *Infinium Automação*, como já citado anteriormente. Para a execução do programa foram utilizadas 11 entradas digitais, 1 entrada

analógica e 8 saídas digitais. A linguagem utilizada para configurar o CLP foi a *LD-Ladder*.

A Figura 9 demonstra o programa utilizado para realização da automação, e na Figura 10 o CLP utilizado no trabalho.



Figura 9 - Programador utilizado no trabalho, *SION*.



Figura 10 - Controlador utilizado no trabalho, *Fentum I*.

Nos Quadros 1 e 2 podemos visualizar as entradas e saídas físicas do CLP.

<b>Entradas</b>	<b>Descrição</b>
ED1%I0	Botão Liga
ED2%I1	Sensor de nível do Classificador
ED3%I2	Sensor de nível do Tanque Pulmão
ED4%I3	Seleção de Ensaque
ED5%I4	Seleção de Silos
ED6%I5	Botão de Emergência
ED7%I6	Botão Liga Peneira do Classificador
ED8%I7	Botão Desliga Peneira do Classificador
ED9%I8	Seleção Automático/Manual
ED10%I9	Retorno da Válvula da Rosca Alimentadora 2
ED11%I10	Retorno da Válvula do Silo 2
IW1%IW01	Indicador de peso mod 3103C

**Quadro 1 – Entradas digitais do CLP.**

<b>Saídas</b>	<b>Descrição</b>
SD1%Q0	Rosca alimentadora 2
SD2%Q1	Rosca do Classificador
SD3%Q2	Rosca do Silo 1
SD4%Q3	Rosca do Silo 2 e Alimentadora 1
SD5%Q4	Peneira do Classificador
SD6%Q5	Válvula do Silo 2
SD7%Q6	Válvula da Rosca Alimentadora 2
SD8%Q7	Seleção Manual

**Quadro 2 – Saídas digitais do CLP.**

A Figura 11 apresenta o programa “Ensaque de Amido de Milho”, onde é controlado o peso do *big bag*, nível do reservatório do classificador e nível do silo pulmão.

Podemos perceber a utilização de blocos de temporizadores, responsáveis para controlar o tempo nas energizações.



Foi utilizado também o bloco de comparação, que faz o controle através do sinal analógico de 4 a 20 mA, do enchimento dos *big bags*, e blocos de relés biestáveis, para o set e reset das memórias bits, usadas dentro do programa para armazenamento e manipulação de valores binários no processamento do programa aplicativo.

Dentro do programa *SION*, podemos visualizar as entradas e saídas, além dos temporizadores e memórias bits utilizados no programa, conforme a Figura 12.

Em caso de problema no painel elétrico da automação, foi instalado um disjuntor monofásico no painel existente na linha de ensaie. Esse disjuntor, quando acionado, retornará a linha de ensaie ao modo manual.

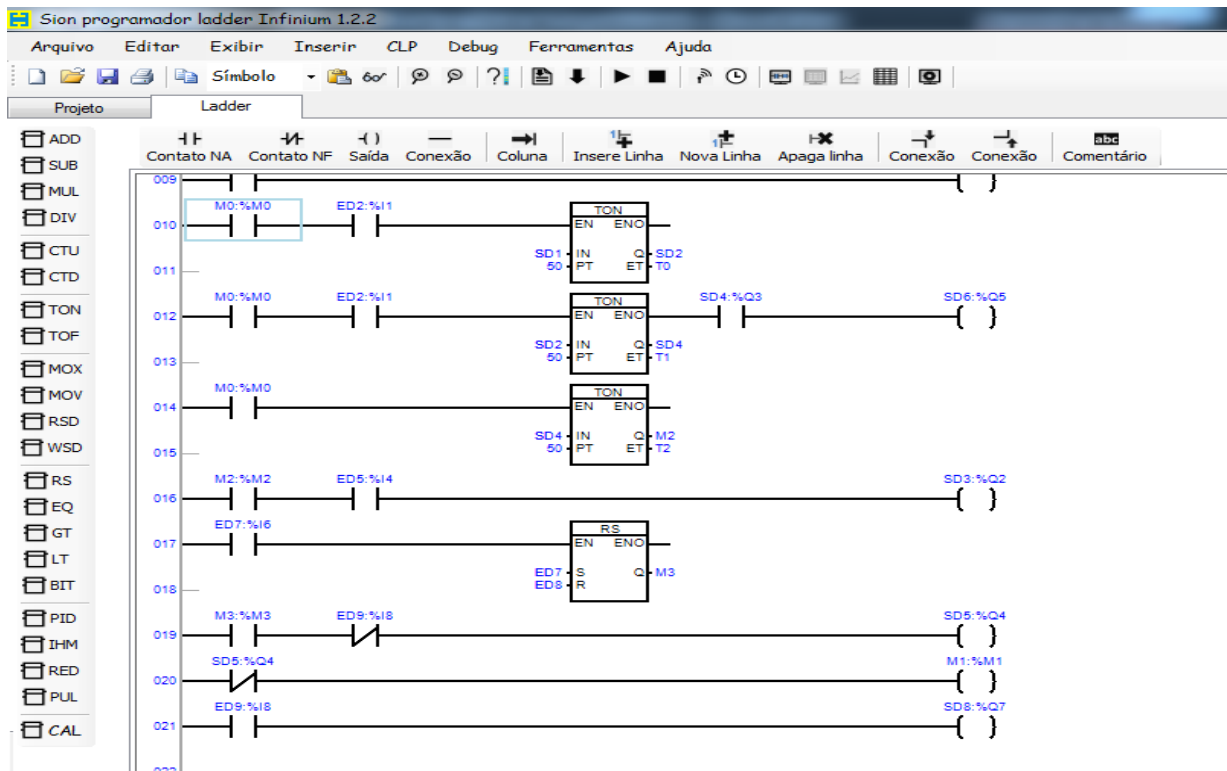


Figura 11 - Programa em *Ladder* do trabalho de automação.

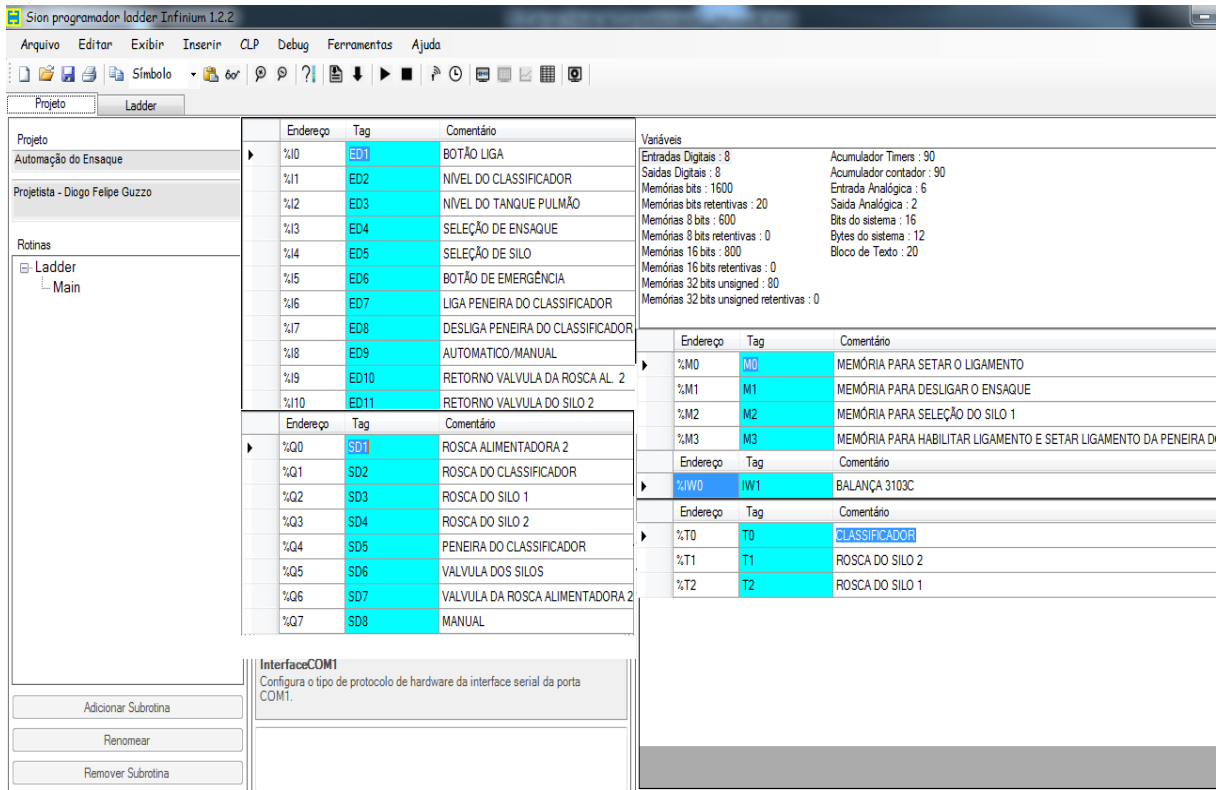


Figura 12 - Programa com seus endereços e comentários.

### 3.5 FUNCIONAMENTO DO PROGRAMA

A seguir será descrito o funcionamento do programa automático e os passos que serão repassados aos funcionários do setor:

- Primeiramente, o operador seleciona se quer ensacar automaticamente ou no modo manual. Se optar pelo modo manual, o operador precisa fazer o controle de nível do tanque pulmão, do reservatório do classificador e dos enchimentos dos *big bags* manualmente, como era ensacado anteriormente. O modo manual foi instalado para, se preciso, ligar um motor individualmente para uma manutenção, por exemplo.
- Depois, o operador seleciona se ensacará em *big bag* ou na ensacadora automática. Optando por pacotes de 25 kg, o programa só funciona se o retorno indicar a válvula alimentadora como fechada.
- Outra seleção é o silo que utilizará para ensacar (1 OU 2). Para ensaque do silo 1, o programa só funciona se a válvula do silo 2 estiver fechada. Para

- ensaque do silo 2, não é preciso esse tipo de condição, pois não precisa da rosca do silo 1 para chegar ao classificador;
- d) Feito as seleções, o operador deverá ligar a peneira do classificador. Sem ligá-la, o programa não funcionará, e desligando no meio do enchimento de *big bag*, por exemplo, o programa é desligado;
  - e) No ensaque de pacotes de 25 kg, o programa faz o controle dos níveis do reservatório do classificador e do silo pulmão da ensacadora automática, mantendo-os cheio;
  - f) No ensaque de *big bag*, o programa faz o controle de nível do reservatório do classificador e também do enchimento de produto. Quando chegar próximo ao peso sugerido (1000 kg), o programa desliga as roscas e fecha a válvula gaveta da rosca alimentadora 2. O programa, no enchimento de *big bags*, desliga as roscas, independente do nível do classificador. O controle de nível, neste modo, só é utilizado para controle de nível alto, não ligando as roscas se atingir este nível.

Na Figura 13 pode-se observar o painel montado e em uso, fazendo a pesagem de um *big bag*.

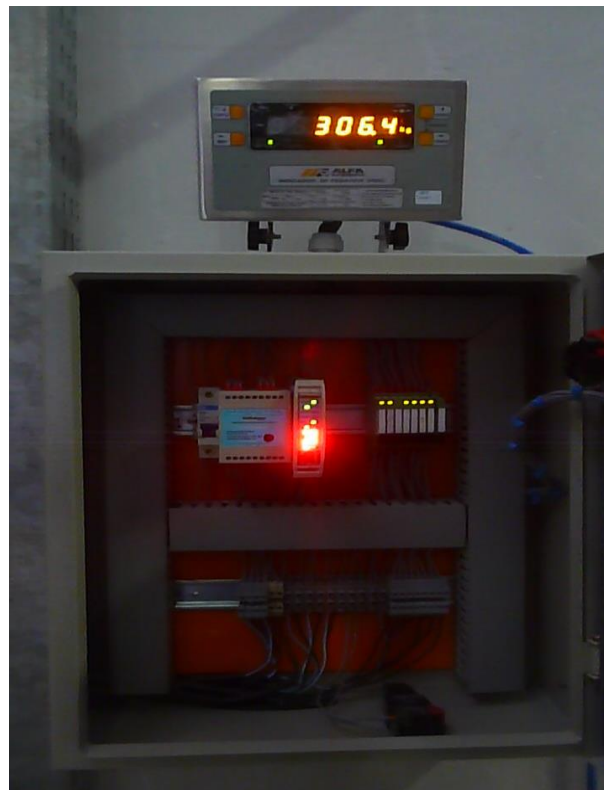


Figura 13 - Painel elétrico da automação em uso.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 AVALIAÇÃO INICIAL DO SISTEMA DE ENSAQUE

Antes de realizar a implementação prática do trabalho no sistema de ensaque da indústria, foi avaliado a eficiência do antigo sistema manual de pesagens de *big bags*. Foram realizadas 30 medições aleatórias de peso de produtos já embalados, estocados e disponíveis para comercialização ou para uso interno na fabricação de produtos modificados, por exemplo. Os dados da pesagem realizada são apresentados através da Tabela 2.

**Tabela 2 - Pesagem dos *big bags* ensacados manualmente.**

<b>Peso (kg)</b>	<b>Diferença (kg)</b>	<b>Divergência (%)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Diferença (kg)</b>	<b>Divergência (%)</b>
960	-40	-4,00%	950	-50	-5,00%
1020	20	2,00%	1010	10	1,00%
1000	0	0,00%	990	-10	-1,00%
990	-10	-1,00%	1000	0	0,00%
1000	0	0,00%	1100	100	10,00%
990	-10	-1,00%	965	-35	-3,50%
990	-10	-1,00%	1050	50	5,00%
950	-50	-5,00%	995	-5	-0,50%
1010	10	1,00%	970	-30	-3,00%
990	-10	-1,00%	975	-25	-2,50%
985	-15	-1,50%	990	-10	-1,00%
1000	0	0,00%	985	-15	-1,50%
990	-10	-1,00%	987	-13	-1,30%
1060	60	6,00%	1000	0	0,00%
995	-5	-0,50%	1000	0	0,00%

Sabendo que a tolerância do peso sugerido é de  $\pm 1\%$ , podemos observar, com auxílio da Tabela 2, que 80% dos *big bags* apresentaram peso divergente dos 1000 kg e destes, 54,17%, apresentaram peso fora da faixa de tolerância. A maior divergência observada foi de 10% e apenas seis *big bags* apresentaram o peso ideal de 1000 kg. A média geral da pesagem realizada foi de  $996,57 \pm 19,41$  kg, ou seja, o desvio da média geral também apresentou valor fora do limite de tolerância.

Como parte deste produto embalado em *big bag* é comercializado pela Cooperativa, estas divergências podem acarretar em reclamações de clientes, devido ao peso abaixo do sugerido. Outros problemas que sobre peso ou peso abaixo do sugerido acarretam na unidade é na falta ou sobra de produto impactando diretamente nos controles de divergência do controle de estoque, produtividade e eficiência do setor de ensaque e rendimento industrial.

#### 4.2 AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ENSAQUE AUTOMATIZADO

Após a implementação do sistema de automação e a realização de teste para ajustes dos tempos de operação de roscas, abertura e fechamento de válvulas pneumáticas e dos sensores de nível do silo de armazenamento da ensacadora automática e também do reservatório do classificador, foram ensacados 30 *big bags* para aprovação do sistema de ensaque automatizado, mostrados na Tabela 3.

Observa-se através da Tabela 3 que nenhum dos *big bags* ensacados utilizando o sistema automatizado ultrapassou o limite de tolerância de  $\pm 1\%$ , das 30 amostras realizadas 12 atingiram exatamente o peso de 1000 kg. A média geral das amostras pesadas foi de  $1000,37 \pm 1,13$  kg, ou seja, o desvio geral da média também permaneceu dentro do limite de tolerância de peso.

O sistema automático apresentou grande confiabilidade que acarreta em medidas mais precisas de controle de estoque e diminuirá reclamações por partes de clientes.

Tabela 3 - Pesagem dos *big bags* no modo de ensaque automático.

Peso (kg)	Diferença (kg)	Diferença (%)	Peso (kg)	Diferença (kg)	Diferença (%)
1000	0	0,00%	998	-2	-0,20%
999	-1	-0,10%	1001	1	0,10%
1000	0	0,00%	998	-2	-0,20%
1002	2	0,20%	1000	0	0,00%
1001	1	0,10%	1002	2	0,20%
1000	0	0,00%	1002	2	0,20%
1002	2	0,20%	1001	1	0,10%
998	-2	-0,20%	999	-1	-0,10%
1000	0	0,00%	1000	0	0,00%
1000	0	0,00%	1000	0	0,00%
1000	0	0,00%	1002	2	0,20%
1005	5	0,50%	1001	1	0,10%
1000	0	0,00%	1000	0	0,00%
1002	2	0,20%	999	-1	-0,10%
999	-1	-0,10%	1000	0	0,00%

#### 4.3 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE ENSAQUE AUTOMATIZADO

Depois de realizado a programação no CLP, instalado o painel da automação e feito todas as ligações necessárias no painel já existente, observou-se um ótimo funcionamento da programação da automação e respostas da parte elétrica.

Durante os testes e coletas de amostragens, observou-se a praticidade do sistema através de alguns relatos expressos por alguns colaboradores. O operador de empilhadeira X, relatou que ficaram satisfeitos com o sistema implantado, pois facilita muito o trabalho deles.

Após alguns ajustes de tempo de acionamento e desligamento dos instrumentos observou-se o desempenho do sistema através dos sensores de nível do silo pulmão e do reservatório do classificador. No período de ensaque das 30 amostras em *big bag* e de 45000 kg de produtos ensacados em sacarias de 25 kg, não houve transbordo dos reservatórios e nem sobrecarga das roscas devido ao excesso de produto.

#### 4.4 CUSTOS DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA AUTOMÁTICO

Para aprovação do novo sistema de ensaue automatizado foi realizado um levantamento dos custos de material e de mão-de-obra necessária para que o processo de implantação ocorresse. Foi necessário também comparar o custo total do projeto com opções prontas no mercado, apresentados por empresas terceiras.

A Tabela 4 apresenta o custo médio dos materiais, que serão utilizados na execução do projeto, disponíveis no almoxarifado da empresa. O custo total é de R\$185,96 reais. Os produtos descritos como fora de estoque são materiais que já foram utilizados em outras oportunidades e que podem serem reutilizados no trabalho.

**Tabela 4 - Relação de custos dos materiais disponíveis na Unidade.**

<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo</b>
01	12	m	Eletroduto Galvanizado ¾'	Fora de estoque
02	25	m	Cabo flex. 1x1 mm <sup>2</sup>	R\$ 7,50
03	10	Pça	Condutele ¾'	R\$ 39,50
04	08	Pça	Borne Relé 24 Vcc	Fora de estoque
05	03	Pça	Válvula Gaveta Pneumática	Fora de estoque
06	02	Pça	Botão Liga/Desliga	R\$ 11,00
07	05	Pça	Elemento E-111	R\$ 71,76
08	03	Pça	Manopla de duas posições	R\$ 56,20
09	01	Pça	Chave fim de curso	Fora de estoque

A Tabela 5 relaciona o custo de compra dos materiais que foram adquiridos para execução do trabalho. O custo total dos materiais que foram adquiridos foi de R\$999,09. Parte dos materiais que necessitavam ser adquiridos estavam disponíveis para transferência nas outras filiais da empresa.

**Tabela 5 - Relação de custos para aquisição de materiais.**

<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo</b>
01	01	Pça	CLP – Controlador Lógico Programável	R\$ 590,00
02	01	Pça	Fonte de Alimentação	R\$ 165,00
03	60	m	Cabo PP 2x1 mm <sup>2</sup>	R\$ 63,60
04	01	Pça	Botão de emergência	R\$ 42,59
05	01	Pça	Painel Elétrico	R\$ 137,90

Foi feito a relação de custos somente das peças que foram adquiridas na realização do trabalho. Não está incluso o painel já existente, com todos os seus elementos, como disjuntores, contadores e bornes, nem a balança com o indicador, já existente no sistema de ensaque de amido de milho.

O custo da mão-de-obra utilizada no trabalho foi de R\$ 2.250,00, pois o realizador do trabalho utilizou aproximadamente 150 horas de trabalho, sendo que cada hora de trabalho equivale R\$ 15,00.

Se observar os dados das Tabelas 4 e 5, estima-se os custos do projeto em R\$ 3450,00, considerando o custo da mão-de-obra,. Através de pesquisa de mercado, foi recebido orçamento para automação em *big bags*. O valor para esta automação é de R\$ 39.900,00. Este orçamento está disponível em anexo, no fim deste documento. Se for comparado o valor do trabalho com um sistema pronto, somente para ensaque em *big bag*, o trabalho fica no mínimo R\$ 35.000,00 mais barato, ou seja, aproximadamente 87% mais em conta.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término deste trabalho, pode-se observar, mediante funcionamento, a importância da automação nos processos industriais. Como teve uma aplicação prática em uma Cooperativa do Oeste do Paraná, acentuou-se o bom resultado expresso por esse trabalho.

Com o novo sistema automatizado, comprovou-se através de amostragem a garantia da minimização dos erros de pesagem, evitando assim sobre pesos que acarretam perdas no processo e também falta de peso minimizando ou eliminando futuras reclamações por parte de clientes. O controle de estoque da indústria que antes considerava, mesmo com os grandes erros de medição, que todos os *big bags* possuem 1000 kg de produto será muito mais preciso, pois agora os *big bags* possuem mínima divergência do peso ideal. Esta informação trará ainda mais confiabilidade nos demais parâmetros medidos, como, por exemplo, rendimento industrial e eficiência do setor de ensaque de amido de milho.

Devido a montagem do painel separado ao de força, espera-se que o sistema de ensaque automatizado funcionará por longo tempo sem nenhuma interferência externa, mesmo sabendo que o local que foi instalado possui muita poeira. Os equipamentos utilizados para a automação são robustos e precisos para este tipo de aplicação.

Após o sistema ter sido colocado em funcionamento e repassados estes dados à gerência da Unidade Industrial, foi expressado o interesse da aplicação de um sistema similar para a linha de ensaque de fécula de mandioca. Diante disso conclui-se então que os bons resultados obtidos neste trabalho produziram ótimos resultados para a Cooperativa.

## REFERÊNCIAS

ABARCA, C. **Inovações tecnológicas na agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil**. 2010. Disponível em: <[http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ENEGEP1999\\_A0105\\_000fxgg417302wyiv80soht9h4yxjyhn.pdf](http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/ENEGEP1999_A0105_000fxgg417302wyiv80soht9h4yxjyhn.pdf)>. Acesso em: 05 Jul. 2014.

GEORGINI, Marcelo. **Automação aplicada: descrição e implementação de sistemas sequenciais com PLCs**. 9 ed. Sao Paulo: Erica, 2007. 236p.

GROOVER, Mikell P. **Automation, production systems, and comput manufacturing**. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2008. 831p.

MIKOYELOV, D. **A Method for Analysis of Industrial Distributed Embedded Systems**. International Journal of Electrical and Electronics Engineering, 2007.

OLIVO, M, C. **Sistema didático de controle distribuído para automação industrial**. Trabalho de Conclusão. Universidade do Planalto Catarinense. 2004

**Portal Célula de Carga**. Disponível em- [http://www.celuladecarga.com.br/portal/?page\\_id=8](http://www.celuladecarga.com.br/portal/?page_id=8)- Acesso em 02 de out de 2014.

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

SCHNEIDER, Guilherme. **Notas de aula do curso de especialização em automação industrial**. Curso promovido pela UTFPR. Curitiba, 2012.

VITOR, L. D.; ROCHA, P. **CLPs e seu papel na automação**. 2002. A importância do CLPs na automação de processos indústrias e sua utilização. Disponível em <[http://www.portaldautomacao.com.br/artigo\\_020.asp](http://www.portaldautomacao.com.br/artigo_020.asp)>. Acesso em: 23 jul. 2014.

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

**ANEXOS**



## ANEXO A – ORÇAMENTO

**6 Preço**

Código	Qtde.	Unitário (R\$)	Total (R\$)	ICMS (%)	IPI (%)
9613/D-1-Z-15	2	39.900,00	79.800,00	8,80	0,00

Os valores do ICMS, PIS e COFINS, inclusos no preço de venda, poderão ser creditados por V.Sas., respeitando-se a legislação em vigor. Eventuais diferenças de recolhimento em postos fiscais em divisas estaduais correrão por conta de V.Sas. **Os valores do IPI e ISS, quando existirem, estarão inclusos no preço de venda.**

**FOB**

Os equipamentos, devidamente embalados para despacho, estarão *disponíveis para serem retirados* em nossa unidade em São Bernardo do Campo / SP.

**CNPJ** do local do faturamento: 00000000000000

**Local de Instalação:** Oeste do Paraná

Orçamento recebido por uma empresa terceirizada na área de automação em linhas de ensaque.