

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

BRUNO REZENDE FRANÇA NOLASCO

**PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE
PRODUÇÃO DE PREMIX/PREVIT DE UMA FÁBRICA DE
RAÇÕES**

VIÇOSA
2019

BRUNO REZENDE FRANÇA NOLASCO

**PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE
PRODUÇÃO DE PREMIX/PREVIT DE UMA FÁBRICA DE
RAÇÕES**

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, para a obtenção dos créditos da disciplina ELT 490 – Monografia e Seminário – e cumprimento do requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos da Costa Campos

VIÇOSA
2019


BRUNO REZENDE FRANÇA NOLASCO

**PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE
PRODUÇÃO DE PREMIX/PREVIT DE UMA FÁBRICA DE
RAÇÕES**

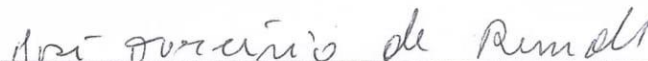
Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Federal de Viçosa, para a obtenção dos créditos da disciplina ELT 490 – Monografia e Seminário e cumprimento do requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Aprovada em 25 de junho de 2019.

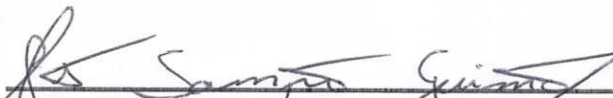
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. José Carlos da Costa Campos - Orientador
Universidade Federal de Viçosa



Prof. Dr. José Tarcísio de Resende - Membro
Universidade Federal de Viçosa



B. Sc. Heitor Sampaio Guimarães - Membro
Universidade Federal de Viçosa

“Let me tell you something you already know. The world ain't all sunshine and rainbows. It's a very mean and nasty place and I don't care how tough you are it will beat you to your knees and keep you there permanently if you let it. You, me, or nobody is gonna hit as hard as life.

But it ain't about how hard ya hit. It's about how hard you can get hit and keep moving forward. How much you can take and keep moving forward. That's how winning is done!”

(Rocky Balboa)

*Dedico este trabalho à minha família, amigos e a todos que engrandeceram e
contribuíram com esta minha caminhada.*

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a minha família, principalmente minha mãe e meu irmão, por sempre acreditarem e me apoiarem durante esse período, sendo sempre um porto seguro, onde pude buscar forças para seguir em frente.

Agradeço também aos meus amigos, a família que eu escolhi, sejam eles do meu tempo em Itaúna ou em Viçosa, por sempre me darem motivos para sorrir. Eu os carregarei no coração o resto da vida.

Por fim, à Universidade Federal de Viçosa e principalmente ao Departamento de Engenharia Elétrica, eu agradeço pela oportunidade de usufruir de tudo o que poderia, desde o espaço físico até os conhecimentos de seus funcionários. Um agradecimento especial ao meu orientador, que hoje posso chamar de amigo, Professor José Carlos, pelo apoio incondicional durante os últimos anos de graduação.

Resumo

NOLASCO, B. R. F. Proposta de automatização do processo de produção de premix/previt de uma fábrica de rações. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema automatizado para o processo de produção de Premix/Previt de uma fábrica de rações, com foco principal em aprimorar a etapa de dosagem visando melhorar a conformidade e a eficiência do processo. Após a análise de dados operacionais coletados no dia-a-dia da fábrica, identificou-se a necessidade de implantação de um sistema automatizado visando reduzir os erros e desperdícios do processo, que hoje é controlado manualmente. Esta proposta baseia-se no controle da rosca dosadora, comandada por um CLP e um inversor de frequência, com base em informações de uma balança industrial. Será respeitada a sequência das etapas do processo para garantir a integridade física e segurança dos funcionários do setor e dos equipamentos. O processo manual tem provocado oscilações e erros de dosagens esporádicos. Assim, com base na eficiência e precisão do processo, é elaborado um software capaz de realizar o controle da dosagem, segundo os dados dos parâmetros de peso informados pelo operador. Até o momento, já houve a troca da balança manual por uma célula de carga, troca esta que por si só já aumentou consideravelmente a confiabilidade do processo e reduziu as oscilações durante a dosagem. Espera-se que se implantado em sua plenitude, o processo apresente ganhos de: eficiência de controle, uso de matéria prima, produtividade, tempo, ergonômicos, segurança dos operadores e manutenção.

Palavras-chave: Dosagem, sistema automatizado, rosca dosadora, eficiência, célula de carga.

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Objetivo Geral	13
1.1.1	Objetivos Especificos.....	13
2	Elementos de Automação.....	14
2.1	Célula de Carga / Módulo de Pesagem.....	14
2.2	Sensores	16
2.2.1	Sensores de Proximidade	16
2.2.2	Sensores de Fim de Curso	19
2.3	Valvulas Eletropneumáticas	19
2.4	Inversores de Frequência	20
2.5	Controlador Logico Programavel – CLP	20
2.6	Interface Homem-Máquina – IHM.....	22
2.7	Linguagens de Programação.....	23
2.7.1	A Linguagem LADDER	24
2.7.2	O Diagrama de Blocos de Funções.....	25
2.8	Ferramentas da Qualidade: Ciclo PDCA.....	25
3	O Processo e o Setor	27
3.1	Nutrição Animal	28
3.1.1	O PREMIX.....	28
3.1.2	O PREVIT.....	29
3.2	O Setor.....	29
3.2.1	A Rotina.....	30
3.2.1.1	Início (Receita)	31
3.2.1.2	Pesagem Micro	31
3.2.1.3	Pesagem Macro	32
3.2.1.4	Transporte e Despejo via Skip.....	33
3.2.1.5	Silo de Fubá.....	34
3.2.1.6	Silo Pulmão de Fubá e Balança de Fubá	35
3.2.1.7	Misturador	38
3.2.1.8	Pulmão.....	39
3.2.1.9	Rosca de Saída.....	39

3.2.1.10 Balança de Ensacamento	40
3.2.1.11 Despacho	40
3.2.1.12 Limpeza	41
4 Resultados e Discussão	42
4.1 A Troca do Sistema de Pesagem	42
4.2 O Novo Painel Elétrico.....	43
4.3 A Programação	44
4.4 Os Ganhos Futuros	46
5 Custos.....	48
6 Conclusões	50
Referências Bibliográficas	51
Anexo A – Exemplo de Formulação – Previt Abate Aves	55
Anexo B – Diagramas Elétricos	56
Anexo C – Lógica de Programação	62

Lista de Figuras

Figura 1 - Exemplo: Módulo de Pesagem e Célula de Carga.....	14
Figura 2 - Ponte de Wheatstone e <i>Strain Gauge</i>	15
Figura 3 - Exemplo: Sensor Infravermelho	17
Figura 4 - Exemplo: Sensor Capacitivo.....	18
Figura 5 - Exemplo: Sensor Indutivo	18
Figura 6 - Exemplo: Válvula Eletropneumática Tipo Borboleta.....	19
Figura 7 - Exemplo: Inversores de Frequência.....	20
Figura 8 - Exemplo: CLP LOGO! 8 Siemens.	21
Figura 9 - Estrutura básica de um CLP.....	21
Figura 10 - CLP LOGO!8 e sua IHM LOGO TDE.....	23
Figura 11 - Contatos Básicos da Linguagem <i>LADDER</i>	24
Figura 12 - Exemplo: Circuito de Intertravamento em <i>LADDER</i>	25
Figura 13 - Ciclo PDCA	26
Figura 14 - Fábrica de Rações e suas demandas	27
Figura 15 - Ponto Ótimo versus Toxicidade – Quantidade de Nutrientes na Ração.....	28
Figura 16 - Setor de Premix – Fábrica de Rações	29
Figura 17 - Fluxograma do Processo de Produção	30
Figura 18 - Tempos das Etapas de Produção.....	30
Figura 19 - Operador Executando a Etapa de Pesagem Micro.....	32
Figura 20 - Operador Executando a Etapa de Pesagem Macro	32
Figura 21 - Acionamento do Elevador Skip e Despejo do Produto no Misturador.....	33
Figura 22 - Exemplo: Elevador tipo Skip.....	34
Figura 23 - Silo Externo de Armazenamento de Fubá	34
Figura 24 - Silo Pulmão de Fubá e Balança Dosadora Manual.....	35
Figura 25 - Exemplo: Silo Pulmão de Armazenagem	36
Figura 26 - Exemplo: Rosca Dosadora Tubular – Dosagem de Fubá	37
Figura 27 - Exemplo: Rosca Dosadora Tipo U – Despacho.....	37
Figura 28 - Misturador de Premix/Previt.....	38
Figura 29 - Exemplo: Misturador Helicoidal – Peso Máximo 1000kg	39
Figura 30 - Pulmão (1), Rosca Dosadora (2) e Balança de Ensacamento (3)	40
Figura 31 - Operador pesando o produto final e realizando o despacho	41
Figura 32 - Troca do Silo Pulmão de Fubá e Implantação do Modulo de Pesagem	42
Figura 33 - Operador Ajustando a Balança Manual	43

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Mapeamento de Variáveis da Programação:	44
Tabela 2 - Componentes e Custos do Projeto:.....	48

1 Introdução

Diz TEZA (2002) que pode-se considerar automatização como qualquer processo que auxilie o ser humano nas suas tarefas do dia-a-dia, sejam elas comerciais, industriais, domésticas ou no campo, como exemplo, roda d'água no processo de moagem, serrarias, ferrarias e trituração de grãos em geral.

A Revolução Industrial do século XVIII propiciou ainda mais a dissiminação da automação no mundo, através da mecanização, ao qual utilizamos até hoje em muitos processos produtivos. Desta forma, podemos definir automatização como um processo pelo qual utiliza-se dispositivos automáticos, eletrônicos e inteligentes para dar-se a automação dos processos em questão. Dentro da indústria, ela é responsável pelo controle das máquinas produtivas em operação em uma planta (TEZA, 2002).

Conforme KLEIN (1999), investimentos em fábricas de rações devem ser feitos procurando oferecer maior segurança, padronização e confiabilidade aos produtos. Embora uma fábrica de rações trabalhe na premissa de ser um processo simples, sua operação se mostra complexa ao ser analisado detalhadamente, de forma que não é raro a ocorrência de graves erros em funções de esquecimentos e/ou tempos mal controlados. Ele também afirma que nos dias atuais, é inadmissível a ausência de automação durante este processo produtivo, já que esta área, assim como qualquer outra, não foge das exigências do mercado, de modo que seu produto deve ser disponibilizado com a melhor qualidade possível, associado ao menor custo de produção, além de, é claro, sempre respeitar os bons modos de fabricação.

Segundo MARTINS (2012), os componentes básicos de um sistema automatizado são:

- Sensoriamento;
- Comparação e Controle;
- Atuação;

Estes elementos associados, tem como objetivo básico facilitar os processos produtivos, de forma que os bens produzidos possuam:

- Menor Custo;
- Maior Quantidade;

- Menor Tempo;
- Maior Qualidade.

MARTINS (2012) também diz que ao analisarmos estes aspectos, podemos notar que a automação está intimamente ligada aos sistemas de qualidade, pois ela é a facilitadora de garantia de manutenção de um sistema produtivo padronizado e altamente produtivo, de forma que o cliente é atendido no menor prazo possível, oferecendo um produto de qualidade e com preço competitivo.

Por fim, MARTINS (2012) ainda aborda a questão do meio ambiente, onde podemos observar que a automação de processos produtivos facilita e garante o cumprimento das normas ambientais, realizando o controle de efluentes, de emissão de gases, diminuição do desperdício de produtos, além da reciclagem.

1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral elaborar e propor um sistema automatizado para a fabricação de Premix/Previt. Atualmente, este processo é controlado manualmente, inclusive etapas que requerem uma precisão considerável, como a dosagem.

1.1.1 Objetivos Específicos

Afim de alcançarmos satisfatoriamente o objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Realizar uma revisão e um aprofundamento teórico sobre automação de processos e suas vantagens;
- Familiarizar-se com elementos que compõe um sistema automatizado;
- Estudar o processo de produção de Premix/Previt, suas normas e aspectos de qualidade e analisar o processo em vigor atualmente, detectando suas falhas e pontos de melhoria;
- Coletar dados e levantar equipamentos necessários para automação do processo;

2 Elementos de Automação

A seguir, são apresentados os elementos relacionados à automação e que foram utilizados, além do conceito do Ciclo PDCA, que norteou este trabalho.

2.1 Célula de Carga / Módulo de Pesagem

KLEIN (1999) ressalta que outro ponto crítico no processo de dosagem, tanto em seu projeto quanto em sua aplicação, são as balanças. Seu número, em um processo, depende diretamente da velocidade de dosagem requisitada e dos ingredientes a serem dosados. Quanto maior for a capacidade de uma balança, geralmente, menor será sua precisão, por isso as mesmas devem ser dimensionadas com cautela, sempre levando em consideração sua aplicação. Na Figura 1, podemos ver um exemplo de uma célula de carga e seu módulo de pesagem.



Figura 1 - Exemplo: Módulo de Pesagem e Célula de Carga (ALFA INSTRUMENTOS, 25/01/2019).

Elemento chave de balanças, células de carga transformam a força exercida pelo peso do ingrediente, uma grandeza física, em um sinal elétrico mensurável normalmente na unidade de sensibilidade de miliVolts por Volts (mV/V), sendo que os valores de sensibilidade típicos são de 1 para 3 mV / V;. Essas variações são lidas por um indicador e convertidas em quilogramas, com estas informações sendo dispostas em um display.

No ano de 1843, o físico inglês Sir Charles Wheatstone criou um circuito em formato de ponte que tinha a característica peculiar de medir resistências elétricas. O circuito da ponte Wheatstone é ideal para medir as mudanças de resistência que ocorrem nos *strain gauges*,

sensores extensômetros que embora tenham sido desenvolvidos nos anos de 1940s, precisaram esperar até a era da eletrônica moderna para se tornarem tecnicamente aplicáveis e economicamente viáveis (CROSBY SP, 2019).

Abaixo, na Figura 2, vemos a estrutura de uma ponte de Wheatstone de um *strain gauge*.

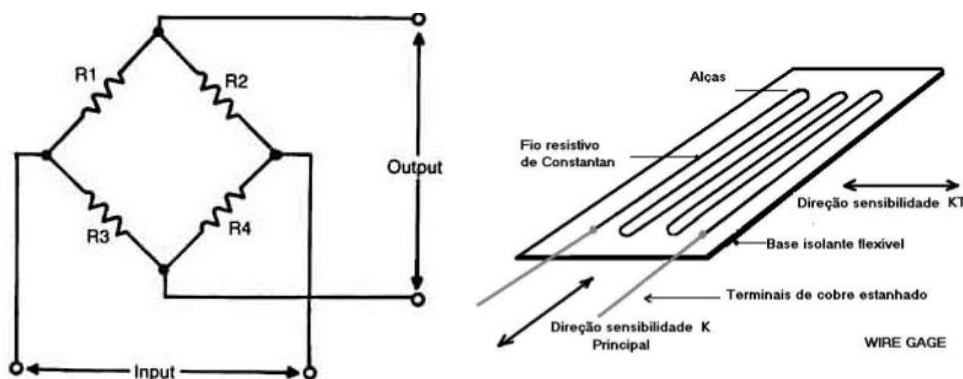


Figura 2 - Ponte de Wheatstone e *Strain Gauge* (GUILHERME, 2016).

Para as células de carga converterem a carga sobre elas em sinais elétricos, os próprios medidores são ligados ao corpo da célula de carga em posições cuidadosamente calculadas, de forma que quando uma força é aplicada, o corpo da célula de carga se deforma. Na maioria dos casos, quatro medidores de tensão, dois em tensão e dois em compressão afim de equilibrar o zero, são usados para obter a máxima sensibilidade e compensação de temperatura (CROSBY SP, 2019).

Quando a carga é aplicada, a tensão altera a resistência elétrica dos medidores em proporção à carga, neste caso, os equipamentos eletrônicos transmitem esse sinal a fim do mesmo ser interpretada por uma central de leitura, convertendo a unidade elétrica em uma unidade de interesse como tonelada, libras, KiloNewtons ou Kilogramas que permitem a medição precisa e repetitiva do operador da célula de carga (CROSBY SP, 2019).

Existem vários tipos comuns de célula de carga:

- Loadlink: trata-se de um bloco de material com um orifício de carga em cada extremidade, permitindo que as forças de tração sejam aplicadas;
- Raio de cisalhamento: trata-se de um bloco reto de material fixado em uma extremidade e carregado no outro;

- Fio de cisalhamento de extremidade dupla: parecido com o Raio de Cisalhamento, porém trata-se de um bloco reto de material fixado em ambas as extremidades e carregado no centro;
- Câmara de carga de compressão: trata-se um bloco de material projetado para ser carregado em um ponto ou área em compressão;
- Feixe 'S': trata-se de um bloco em forma de "S" que pode ser usado em compressão e tensão (os links de carga e as células de carga de tensão são projetados apenas para tensão);
- Célula de cisalhamento: trata-se de uma célula de carga redonda que detecta a força aplicada através dele, através de strain gauges instalados dentro de um pequeno furo através do centro do pino. Dois trilhos são usinados na circunferência externa do pino para definir os planos de cisalhamento.

2.2 Sensores

Segundo LAMB (2015), o sensor é um dispositivo que recebe um estímulo de natureza variável e o converte em um sinal elétrico compatível com circuitos eletrônicos. Este estímulo pode ser uma quantidade, uma propriedade ou um estado que são convertidos em um sinal elétrico de saída na forma de tensão ou corrente. Este sinal de saída pode ser analógico, onde a valor de saída corresponde proporcionalmente dentro de sua faixa de medição ao estímulo de entrada, ou digital, funcionando como uma chave liga-desliga.

Dentro de qualquer planta de qualidade, os sensores são indispensáveis, pois são eles que fazem a leitura e informam as variáveis do processo produtivo e de seus ajustes na realização do controle, através de atuadores, do mesmo.

2.2.1 Sensores de Proximidade

Trata-se de um sensor adequado para determinar a presença ou a distância de algum objeto ou elemento, sem que haja a necessidade de contato direto. Ao ser acionado, ele ativa um circuito elétrico interno responsável por transmitir o sinal para um receptor. O funcionamento de um sensor de presença ou proximidade, pode ocorrer de duas maneiras: movimento e temperatura. Para escolher o melhor sensor, é preciso analisar o ambiente da fábrica e quais áreas deseja-se automatizar, é importante também selecionar dispositivos que permitem obter qualidade e exatidão (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019).

Abaixo citamos alguns tipos de sensores de proximidade e suas principais características:

- Sensor Infravermelho:

Esse modelo de sensor de proximidade (Figura 3), como o próprio nome diz, detecta objetos por meio da reflexão de raios infravermelhos. O sensor lança uma luz invisível e no momento em que o material invade seu espaço de alcance, ele estima as partículas de luz que foram redirecionadas pelo objeto que adentrou o local. Através do cálculo de frequência do sinal alcançado é possível verificar sua distância da luz retratada pelo objeto (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019).

As grandes desvantagens deste tipo de sensor são as distorções em sua precisão devida à interferência com distintas fontes de luz a sua volta, no entanto, existem protótipos desenvolvidos para diminuir essa interferência de luzes, por meio de uma frequência própria (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019).



Figura 3 - Exemplo: Sensor Infravermelho (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019).

- Sensor Acústico:

O funcionamento desse sensor é semelhante ao do infravermelho, mas, ao invés de fótons, a máquina percebe a resposta após emitir inúmeras variadas ondas inaudíveis e identifica a reflexão estimulada pelo fechamento de uma matéria estranha, de forma semelhante a uma cicatriz (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019).

- Sensor Capacitivo:

Sensores capacitivos (Figura 4) possuem um método de funcionamento distinto dos anteriores, já que são sensores de proximidade que utilizam do mesmo princípio de operação de um capacitor. Desta forma, os mesmos não precisam ter contato com o material a ser detectado e podem ser utilizados para líquidos e materiais sólidos (LAMB, 2015).

O sensor possui em sua face um capacitor que está ligado a um oscilador. Com a aproximação do alvo, a capacitância a frente do sensor varia, fazendo com que o oscilador eleve sua amplitude de saída e, com isso, acionando o circuito de disparo, enviando um sinal digital na sua saída (FRANCHI ,2008).



Figura 4 - Exemplo: Sensor Capacitivo (MUNDO DA ELÉTRICA, 2019).

- Sensor Indutivo:

Com aparência muito parecida com os sensores capacitivos, os sensores indutivos (Figura 5) possuem uma bobina na sua face, interligada com um oscilador responsável por energizar a bobina para gerar um campo magnético. Com a aproximação de algum material, o campo magnético gerado pela bobina induz correntes parasitas no alvo, gerando perdas na energia do oscilador e disparando o sinal de saída do sensor (FRANCHI ,2008).



Figura 5 - Exemplo: Sensor Indutivo (JNG, 25/01/2019).

2.2.2 Sensores de Fim de Curso

Sensores, ou chaves fim de curso, do inglês micro switches, são comutadores elétricos acionados por uma força física pequena. São muito comuns devido ao seu pequeno custo e extrema durabilidade, normalmente maior que 1 milhão e acima de 10 milhões de ciclos para modelos destinados a aplicações pesadas onde a função principal é avisar que o comando ou determinada situação foi completada, ou determinado componente chegou no ponto alvo. O princípio de funcionamento básico deste sensor é simples, de forma que quando a haste do sensor é tocada, os terminais do sensor comutam de estado e o sensor entende que foi acionado, enviando um sinal elétrico para o sistema receptor em questão (ANDRADE, 2017).

2.3 Válvulas Eletropneumáticas

Muito utilizadas no setor industrial, principalmente em fábricas de rações, as válvulas eletropneumáticas são dispositivos que operam através de fluxo de ar e são acionadas por um solenoide quando energizado. Ao se energizar o solenoide, uma bobina é acionada dentro da válvula de forma que o fluxo de ar no aparelho é alterado internamente, realizando o movimento de um atuador pneumático. Ao cortar-se a alimentação elétrica, o equipamento volta para a sua posição de repouso. Suas principais aplicações são o controle de silos ou balanças de gavetas, de forma que essa velocidade de acionamento pode ser ajustada conforme a necessidade do processo (LAMB, 2015).

Na Figura 6 vemos um exemplo de uma válvula pneumática, a válvula tipo borboleta.



Figura 6 - Exemplo: Válvula Eletropneumática Tipo Borboleta (DIFERO, 25/01/2019).

2.4 Inversores de Frequência

Inversores de frequência (Figura 7) são dispositivos capazes de controlar as características de funcionamento de um motor de indução, mais especificamente sua velocidade de rotação e seu torque.



Figura 7 - Exemplo: Inversores de Frequência (WEG, 25/01/2019).

Seu funcionamento se dá através de um circuito eletrônico interno responsável por variar a tensão de alimentação do motor conectado ao aparelho, fazendo assim um controle da frequência de giro e torque do eixo do motor. Estes aparelhos são capazes de receber entradas analógicas (geralmente 0-10V ou 4-20mA) ou receber comandos externos de acordo com os diversos protocolos industriais, possibilitando assim sua comunicação com elementos controladores, como CLPs, dessa forma é possível a troca de informações e controle do processo em tempo real (WEG, 2016) e (INSTITUTO NEWTON C.BRAGA, Texto Digital, 2016).

2.5 Controlador Lógico Programável – CLP

WEBB e REIS (2003) denominam como CLP um computador micro processado especial capaz de realizar várias funções de controle de diferentes tipos de níveis ou complexidade. Sua premissa básica é a de monitorar parâmetros cruciais do processo o qual ele está inserido, e de acordo com estas informações e sua programação, realizar o devido ajuste da operação. Apesar de primordial em uma planta, o CLP pode ser programado, controlado e operado por pessoas sem um conhecimento aprofundado em computação. Dentre as funções de um CLP, MORAES e CASTRUCCI (2001) citam o controle de energização/desenergização de contatos, temporização, contagem, sequenciamento, operações matemáticas e manipulação de

dados, salientando que todas estas operações são limitadas apenas pela capacidade de armazenamento da memória programável do aparelho. Abaixo, na Figura 8, temos a foto do LOGO! 8, um dos CLPs produzidos pela Siemens.



Figura 8 - Exemplo: CLP LOGO! 8 Siemens. Adaptado. (SIEMENS, 25/01/2019).

Estruturalmente, podemos dividir os CLPs em duas classes: compactos e modulares. Os CLPs compactos possuem sua estrutura física e seus limites de entradas e saídas já definidos, ou seja, já são incorporados de uma única unidade de fonte de alimentação, além da CPU, responsável pelo processamento do programa, e de um número já determinado de entradas e saídas, sendo elas analógicas ou digitais. Já os CLPs modulares, como o próprio nome diz, são compostos por módulos, de forma que cada um destes módulos é responsável por uma função, ou seja, há o módulo apenas da CPU, o módulo da alimentação, o módulo das entradas digitais e assim sucessivamente, possibilitando a montagem de um aparelho que atenda especificamente as necessidades do projeto. (FEHRENBACH, 2017).

A Figura 9 apresenta a estrutura básica de um CLP.

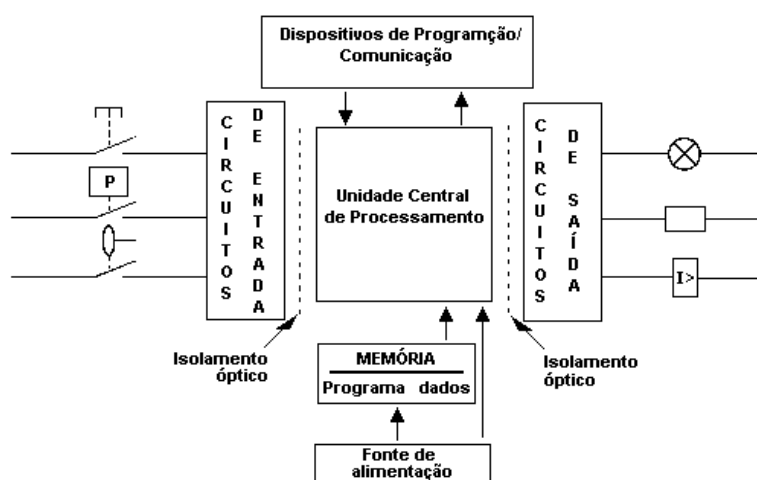


Figura 9 - Estrutura básica de um CLP (DA ROCHA, 2013).

Dentro de uma indústria, podemos citar como vantagens de se utilizar um CLP em realção a um painel de controle eletromecânicos:

- Ocupam menor espaço;
- Requerem menor potência elétrica;
- Podem ser reutilizados;
- São programáveis, ou seja, permitem alterar os parâmetros de controle facilmente;
- Apresentam maior confiabilidade;
- Mais fáceis e rápidos de se realizar manutenção;
- Maior flexibilidade;
- Maior rapidez na montagem do sistema.

E como desvantagens, podemos citar as intrínsecas de um sistema centralizado, sendo elas:

- Grande quantidade de cabeamento;
- Centralização das funções;

NATALE (2006) afirma que as interfaces de comunicação são indispensáveis em um processo automatizado, pois as mesmas possibilitam uma série de facilidades no compartilhamento de informações entre CLPs, sensores e atuadores. O autor ressalta também que é através destas interfaces de comunicação que o tráfego pelos dados do processo, e sua gerência pelos operadores é facilitado e menos técnico, utilizando-se uma interface homem máquina, assunto que abordaremos a seguir.

2.6 Interface Homem-Máquina – IHM

DA ROCHA (2015) classifica o IHM como um equipamento com um visor ou tela que tem a função de facilitar a comunicação entre pessoas e máquinas, de forma que qualquer usuário seja capaz de operar, alterar parâmetros e executar funções em uma máquina ou sistema produtivo. Uma restrição importante de uma IHM (Figura 10) é que a mesma é incapaz de alterar a programação presente no CLP ou controlador associado, ou seja, o operador só consegue acessar informações e ações que o programador deixar disponível.



Figura 10 - CLP LOGO!8 e sua IHM LOGO TDE (ZBYSIŃSKI, 2017).

DA ROCHA (2015) ainda acrescenta que em indústrias, o IHM é bastante usado, associado a um CLP, em funções como fazer uma esteira andar ou parar, fazer um elevador levantar ou abaixar, determinar tempo de mistura, determinar *setpoints* e tantas outras configurações que variam de acordo com a aplicação. A IHM também pode conter informações extras, como o status, detecção e alerta de problemas ou falhas de algum equipamento.

2.7 Linguagens de Programação

Linguagem de programação trata-se de um conjunto padronizado de instruções que um sistema computacional é capaz de reconhecer (FRANCHI, 2008).

A norma internacional IEC 61131-3 foi a norma responsável por uniformizar as várias metodologias de programação dos controladores industriais, em seus mais diversos segmentos, de forma que existam cinco tipos de linguagens de programação com estruturas sintáticas e semânticas definidas. São elas:

- Linguagem *Ladder*;
- Diagrama de Blocos de Funções;
- Lista de Instruções;
- Texto Estruturado;
- Sequenciamento de Gráficos de Funções.

Discutiremos um pouco mais sobre a Linguagem *Ladder* e o Diagrama de Blocos devido as duas linguagens serem aceitas pelo CLP escolhido.

2.7.1 A Linguagem LADDER

Também conhecida como Diagrama de Contatos, a linguagem *LADDER* é baseada no princípio de contatos elétricos, de forma que cada um dos componentes é capaz de possuir um número infinito de contatos que são limitados, apenas, pela memória do CLP (SENAI-SP, 2012).

A Figura 11 demonstra os símbolos básicos da linguagem *LADDER*.

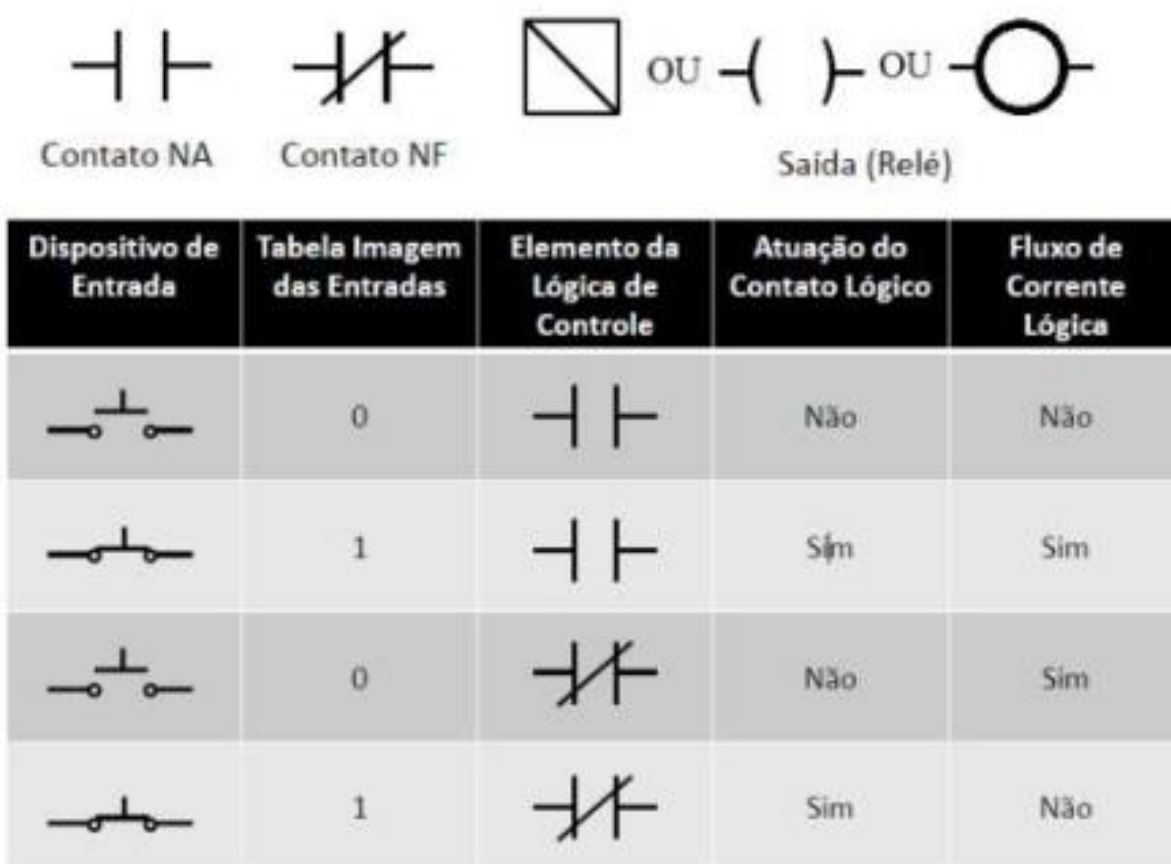


Figura 11 - Contatos Básicos da Linguagem *LADDER*. Adaptado. (RIBEIRO, 2014).

A palavra *ladder*, que dá o nome a este tipo de linguagem, é uma palavra de origem inglesa cuja tradução é “escada”, objeto este que se assemelha a representação gráfica dos contatos neste tipo de programação, onde a mesma é feita horizontalmente em linhas paralelas.

Um exemplo de programação em *LADDER*, um circuito de acionamento com intertravamento, se encontra na Figura 12.



Figura 12 - Exemplo: Circuito de Intertravamento em *LADDER* (EUÍPEDES, 25/01/2019).

Cada linha pode ser dividida em duas partes, a primeira parte pode ser definida como “condições”, podendo ser “se” e/ou ”então”, onde temos os contatos que definem o funcionamento das saídas. As saídas estão presentes na parte “solução” de cada linha, podendo ser, por exemplo, bobinas, saltos, rótulos ou flip-flops biestáveis (SENAI-SP, 2012).

2.7.2 O Diagrama de Blocos de Funções

Linguagem gráfica de programação, com grande popularidade na Europa, seus elementos são expressos por blocos interligados, semelhantes aos símbolos lógicos utilizados em eletrônica digital. Trata-se de uma linguagem que permite o desenvolvimento hierárquico e modular do software, de forma que podem ser construídos blocos de funções mais complexos a partir de outros menores e mais simples. (FRANCHI, 2008).

2.8 Ferramentas da Qualidade: Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA (Figura 13), criado a partir do método científico desenvolvido por grandes filósofos como René Descartes (1596-1650) e Francis Bacon (1561-1626) e popularizado pelo professor, consultor e estatístico americano William Deming (1900-1993), é uma ferramenta de qualidade voltada ao método de gestão de produtos e projetos visando a melhoria constante de processos baseado na repetição. Trata-se de uma metodologia que pode ser aplicada em empresas do setor público, privado, organizações sem fins lucrativos e até mesmo na gestão da vida pessoal, dada a sua versatilidade (CARVALHO, 2018).

Este método é composto por quatro etapas, sendo elas: Planejar – Fazer – Verificar – Agir, do inglês *Plan – Do – Check – Act*. A etapa do planejamento - *Plan* consiste na base da

sistematização de todo método, pois os próximos estágios dependem diretamente deste. Nela ocorre toda preparação inicial, definindo-se o real problema a ser solucionado e o objetivo final desse processo, estabelecendo assim métodos e metas para atingi-lo (FALCONI, 2013).

Após a concepção do plano de ação e cumprida a primeira etapa, passamos para a segunda etapa: a execução - *Do*. Neste ponto ocorre a coleta de dados e informações que serão usadas posteriormente na execução propriamente dita além de feito os treinamentos necessários para os envolvidos (CARVALHO, 2018).

A terceira etapa trata-se da verificação - *Check* é feita em paralelo à execução do planejamento, analisando todos os seus passos, sendo necessário avaliar os resultados dos indicadores adotados, validando-os em relação a eficácia das etapas anteriores. Nesta etapa é feito um levantamento dos erros cometidos ao longo do processo para que eles não sejam repetidos quando um novo ciclo for iniciado, caso seja necessário (FALCONI, 2009).

Por fim, o quarto passo do ciclo é atuar - *Act*, etapa responsável por padronizar os resultados positivos obtidos ao longo da resolução do problema em questão. Trata-se de um passo extremamente necessário e importante pois, além de criar uma base de informações e medidas que ajudarão em futuros problemas similares ao ali tratado, também envolve os resultados negativos, criando assim a necessidade de reavaliar as etapas predecessoras. Aqui o ciclo se dá por fechado e avalia-se a necessidade de realizar outro giro no ciclo PDCA afim de sanar as lacunas levantadas. Assim, realiza-se um novo planejamento levando em consideração as dificuldades encontradas anteriormente para que possam ser solucionadas (CARVALHO, 2018).

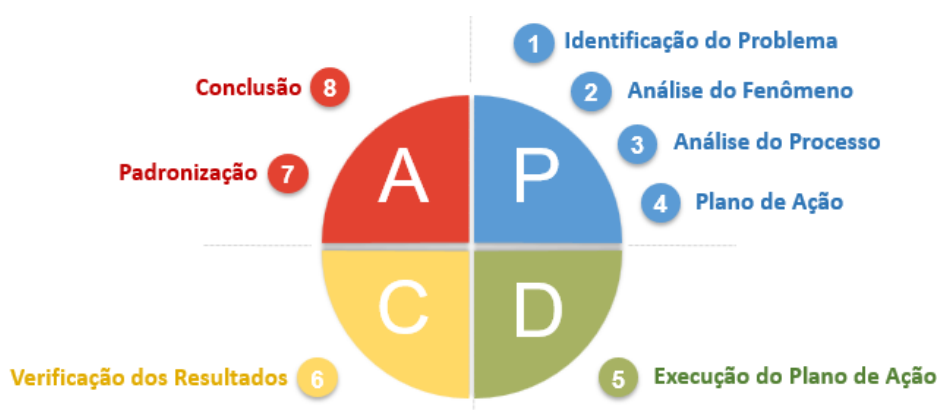


Figura 13 - Ciclo PDCA (COUTINHO, 2017).

Neste trabalho utilizamos o ciclo PDCA duas vezes, o primeiro correspondeu à troca da balança manual pela célula de carga e o segundo relacionado à automação da planta em si.

3 O Processo e o Setor

A fábrica de rações que servirá como base para esse estudo possui uma importância produtiva e estratégica inestimável para seu grupo empresarial no tocante à produção de alimentos de origem animal. Dela saem, uma média mensal, entre 19 e 20 mil toneladas de ração para aves, uma produção diária na casa das 960 toneladas. Ração essa que compõe a base da pirâmide de qualidade, exigida em todos os processos produtivos da empresa.

Além de rações, esta mesma planta é a responsável pela produção de 14 toneladas adicionais de Previt, uma mistura de vitaminas essenciais na produção de rações, consumidas pelas outras duas fábricas de rações do grupo.

A Figura 14 demonstra as demandas da fábrica estudada neste trabalho.

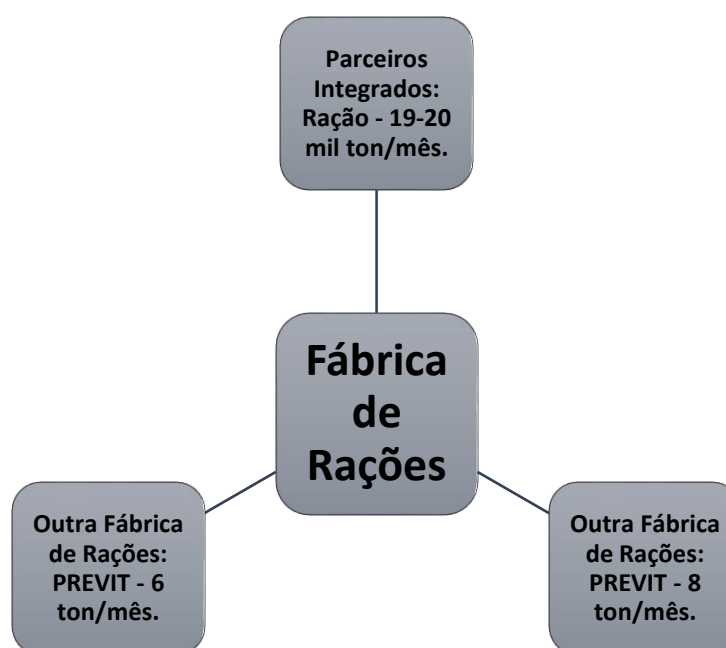


Figura 14 - Fábrica de Rações e suas demandas (Acervo do Autor).

Apesar de não se tratar de um gargalo produtivo, sabemos da importância produtiva e estratégica do processo de produção de Premix/Previt, um ingrediente indispensável na produção de ração animal, produzido apenas nesta fábrica e responsável por abastecer mais duas fábricas de rações. Logo uma análise visando melhorias no processo destes subprodutos poderá resultar em ganhos para a empresa. Sendo assim, o foco deste trabalho é propor um sistema automatizado para este processo produtivo, que hoje é operado 100% manualmente, gerando assim ganhos de qualidade, confiabilidade, segurança, tempo e rentabilidade.

3.1 Nutrição Animal

Sabendo que o custo com a alimentação, em média, corresponde a 65% dos gastos em granjas, notamos que o maior gargalo da produção de animais é como obter alimentos em menor quantidade, maior qualidade e menor preço. Desta forma, a nutrição animal é uma área de constante estudo e desenvolvimento, para obter o máximo de eficiência, ou seja, proporcionar ao animal uma alimentação adequada, havendo uma ótima absorção dos nutrientes necessários, evitando desperdícios ou excessos de nutrientes, para que o animal cresça e produza em perfeitas condições (VILAÇA, 2010).

Na Figura 15, retirada de um estudo realizado pela EMBRAPA, podemos observar a relação entre a quantidade de nutrientes na dieta de um animal e a resposta do mesmo.

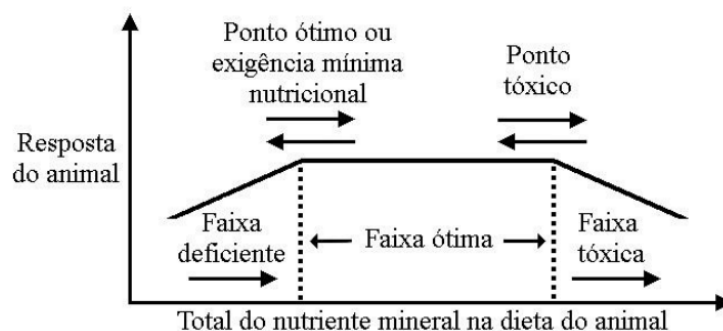


Figura 15 - Ponto Ótimo versus Toxicidade – Quantidade de Nutrientes na Ração (EMBRAPA, 25/01/2019).

É importante ressaltamos, que por mais que seja uma área de muitas pesquisas e testes, as regras para fabricação em larga escala de rações, Premix, suplementos e qualquer outro tipo de insumo voltado ao consumo animal, estão indicadas na Normativa 15/2009 (MAPA, 2009).

3.1.1 O PREMIX

Em sua definição, o Premix nada mais é que uma mistura de micronutrientes essenciais para o desenvolvimento de aves. Normalmente este é composto por vitaminas, minerais e outros aditivos utilizados na fabricação de rações, como enzimas, agentes promotores de crescimento e anticoccidianos. (AVISITE, nov/2009).

A formulação do Premix a ser fabricado varia de acordo com fase de vida do animal, e focando nos nutrientes mais importantes para o seu desenvolvimento nesta fase, de forma que exista três variações básicas de mistura: Inicial, Crescimento e Abate. Fatores externos à fábrica, como as condições climáticas, também interferem na fórmula da mistura do Premix.

O fator comum na produção de Premix e na produção de qualquer outro bem, é que a empresa deve sempre ter um bom controle do processo, garantindo dosagens e misturas certas, sempre utilizando matérias primas de qualidade e zelando pelas boas práticas de fabricação.

Cuidados no manuseio e armazenagem dos micronutrientes do Premix devem ser tomados, de forma que os operários que estiverem em contato com os produtos usem dos EPIs necessários, como máscara, óculos protetores e roupas adequadas, pois estes elementos podem causar irritação na pele, nos olhos, na cavidade nasal além de problemas derivados em caso de ingestão (CARVALHO, 2013).

3.1.2 O PREVIT

Antes de continuarmos, é importante salientar a diferença entre Premix e Previt, que, de maneira simplória nada mais é que os nutrientes que compõem cada mistura, pois, enquanto o Premix é composto pelos nutrientes citados no tópico acima, o Previt é composto apenas por vitaminas. Na planta em questão, o método e os equipamentos para a produção do Previt são os mesmos que os utilizados na fabricação do Premix.

3.2 O Setor

Abaixo apresentaremos brevemente a rotina do setor de produção de Premix/Previt, apresentado na Figura 16, os equipamentos que o compõem, além de suas funções dentro do processo.



Figura 16 - Setor de Premix – Fábrica de Rações (Acervo do Autor).

3.2.1 A Rotina

Conhecendo os equipamentos presentes na planta, e suas funções durante o processo produtivo, nos resta agora apresentar a rotina de trabalho da mesma e as ações que ocorrem em cada etapa. O fluxograma, representado pela Figura 17, e os tempos das etapas (Figura 18), fornecem um panorama sobre o funcionamento da produção. Um dos objetivos visados para este trabalho é a diminuição do tempo total de produção.

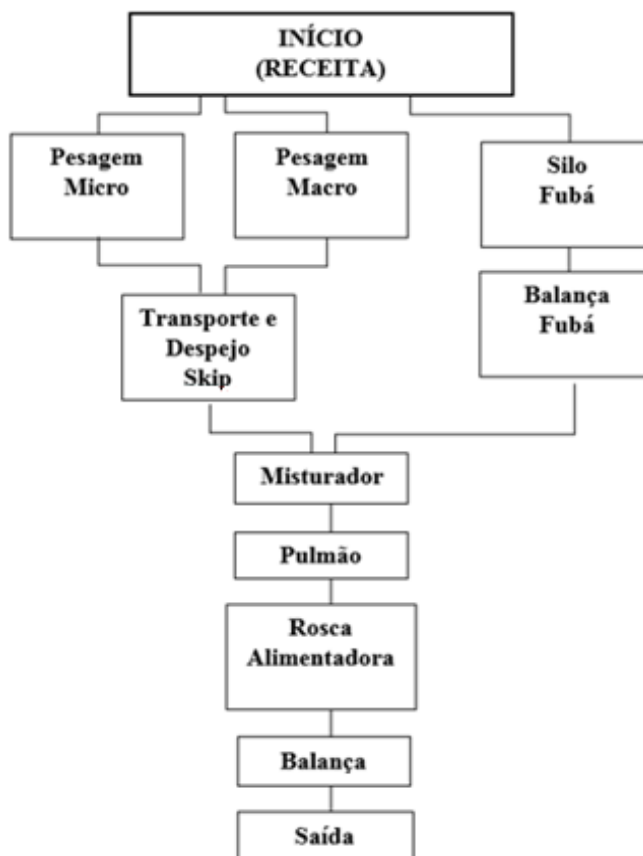


Figura 17 - Fluxograma do Processo de Produção (Acervo do Autor).

Pesagem Micro (Todas Bateladas)	• Média de 2:18:31 horas.
Pesagem Macro (Todas Bateladas)	• Média de 1:53:54 horas.
Pesagem Fubá	• Média de 04:40 minutos.
Transporte e Despejo via Skip	• Média de 22:34 minutos.
Misturador	• Média de 8:00 minutos.
Despacho	• Média de 24:37 minutos.

Figura 18 - Tempos das Etapas de Produção (Acervo do Autor).

Estes são dados de tempo médios, através da coleta de informação de uma semana de produção. É importante ressaltar que durante o período do projeto, a houve uma certa rotação dos operadores responsáveis pelo processo, de forma que num período de 8 meses de acompanhamento no turno da manhã, pelo menos sete operadores diferentes foram avistados. Por se tratar de um processo extremamente dependente do operador, podem ocorrer variações significativas nos tempos de cada etapa do processo.

Não conseguimos coletar dados exatos dos pesos excedentes ou faltantes, principal ponto de melhora que esse projeto buscou alcançar e principal reclamação de quem convive com o processo. Os operadores sabendo desta falha do sistema usualmente compensam o valor de desvio da batelada anterior no próximo lote da mesma formula propagando assim o erro do equipamento, as variações, por relatos dos mesmos, iriam de cinco quilos excedentes ou faltantes por batida.

3.2.1.1 Início (Receita)

O nutricionista encarregado envia para o responsável do setor a formula a ser batida, com a relação entre os componentes e suas respectivas quantidades em uma batelada. O peso total, por batida, na grande maioria dos casos é de 500kg, com alguns poucos casos de batidas com 350kg. Em anexo, se encontra um exemplo de receita de Premix/Previt utilizada na fábrica estudada.

HAWKINS (2006) define um sistema de fabricação por batelada (do inglês, *batch*) como um processo onde não há um fluxo constante de produto tanto na entrada quanto na saída. A saída de processos assim, geralmente possuem características de serem uma massa homogênea, e um provável subproduto para outro processo produtivo.

Um lote, oriundo de um sistema de produção por batelada, pode ser composto por uma ou várias bateladas, esse conceito, definido pelas normas ANSI/ISA-88.01 surge do fato de um lote ser considerado como uma quantidade única, identificável e com as mesmas características de um produto.

3.2.1.2 Pesagem Micro

Esta etapa do processo consiste na pesagem manual, por um operador, dos componentes cujo o peso é pequeno, se comparado ao peso total da batida. O operador, com o copo específico para o produto, pesa o componente e o separa em um recipiente para que o mesmo seja

despejado no tambor do skip posteriormente. Na Figura 19, observa-se um operador realizando a etapa em questão.



Figura 19 - Operador Executando a Etapa de Pesagem Micro (Acervo do Autor).

3.2.1.3 Pesagem Macro

Assim como a Pesagem Micro, esta etapa do processo também é manual, sendo que o operador abre os sacos de 25kg necessários do produto especificado e os despeja no tambor. Em caso de pesos fracionados, ou seja, menores de 25kg, executa-se a pesagem manual em uma balança desta quantidade de produto requisitado pela formula. A Figura 20 demonstra um operador realizando esta etapa.



Figura 20 - Operador Executando a Etapa de Pesagem Macro (Acervo do Autor).

3.2.1.4 Transporte e Despejo via Skip

Após as pesagens, os produtos são colocados em um tambor e o mesmo é levado e preso através de uma corrente a um skip, de modo que eles possam ser despejados no misturador. O acionamento do elevador, demonstrado na Figura 21, tanto para subir quanto para descer é manual, e o operador descarrega cada tambor duas vezes para assegurar que todo o conteúdo do seu interior tenha sido despejado. Costuma-se a fazer de duas a quatro operações de despejo nessa fase. Neste momento, a comporta do pulmão deve estar fechada e o misturador deve ser acionado de modo a evitar sua partida carregado, exigindo uma corrente de partida acima do esperado e assim colocando em risco sua integridade.



Figura 21 - Acionamento do Elevador Skip e Despejo do Produto no Misturador (Acervo do Autor).

Os elevadores de carga desempenham uma função muito importante em indústrias, pois são equipamentos que satisfazem a necessidade de transporte vertical de um ou mais componentes. São equipamentos robustos e com qualidade testada, de forma que podem ser projetados de acordo com sua aplicação, desde que respeite as normas da ABNT (BOXTOP, 2019).

A seguir, na Figura 22, podemos ver um exemplo de um elevador tipo Skip.



Figura 22 - Exemplo: Elevador tipo Skip (FIESC, 25/01/2019).

O elevador de carga tipo Skip tem como função o transporte e despejo de produtos para uma área elevada, oferecendo agilidade no processo. São utilizados na alimentação separada de equipamentos, no nosso caso o misturador, de elementos necessários, no processo, em pequenas quantidades (FERRAZ MAQUINAS, 2019).

3.2.1.5 Silo de Fubá

Simultaneamente aos processos de pesagem micro e macro e de transporte e despejo dos produtos para o misturador, outro operador confere se há presença de fubá no silo de armazenamento (Figura 23) que se encontra no exterior da estrutura do setor. Em caso de fabricação de Previt, esta etapa e a etapa seguinte não são executadas.



Figura 23 - Silo Externo de Armazenamento de Fubá (Acervo do Autor).

3.2.1.6 Silo Pulmão de Fubá e Balança de Fubá

Detectando a presença de fubá suficiente no silo de fubá, o operador regula uma balança de peso manual, determinando um *setpoint* de corte no peso desejado de fubá na formula e aciona uma rosca dosadora, sem controle ou ajuste fino, que transporta fubá do silo para a balança. Ao se alcançar o peso desejado, o motor da rosca dosadora é automaticamente desligado e o fubá é liberado para o misturador. Este pode ser considerado nosso principal foco de melhora do processo, de forma que a pesagem de fubá seja o mais precisa possível, eliminando-se as oscilações recorrentes. Na Figura 25, podemos ver as antigas estruturas do silo pulmão de fubá e da balança dosadora manual presentes na planta.



Figura 24 - Silo Pulmão de Fubá e Balança Dosadora Manual (Acervo do Autor).

Silos de Dosagem, também conhecidos como silos intermediários, normalmente são estruturas feitas de metal voltadas para o armazenamento de produtos já dosados (neste caso, conhecidos como silos pulmão) ou prontos para passarem por alguma dosagem, após o mesmo passar por algum tipo de processo, como moagem ou seleção prévia (FEHRENBACH, 2017).



Figura 25 - Exemplo: Silo Pulmão de Armazenagem (MAQ1, 25/01/2019).

É KLEIN (1999) que expressa o cuidado que deve-se ter com estes tipos de silos, levando em consideração seus tamanho e formatos, que devem ser estipulados sabendo previamente o tipo de produto que ele armazenará e a quantidade que dele será dosada. Tal preocupação se deve ao fato de garantir que a produção não pare por falta de produto ou por um escoamento deficiente do mesmo.

Já as roscas dosadoras estão entre os elementos mais versáteis dentro de uma indústria, devido a sua ampla gama de possibilidades de vazão e velocidades, adequando-se as mais diversas aplicações, principalmente em sistemas de pesagem e dosagem. As roscas dosadoras participam das mais diversas etapas do processo produtivo, atendendo diversas demandas de produtos durante o fluxo produtivo. (CONSOLID, texto digital, 2019)

Uma das propriedades que viabilizam o uso de roscas dosadoras em plantas no setor alimentício, químico e farmacêutico é sua resistência a elementos abrasivos e corrosivos, garantindo sua integridade ao longo prazo. Outra característica interessante deste equipamento é o fato do mesmo ser bastante versátil quanto a sua instalação, podendo estar no plano inclinado ou horizontal, além de sua estrutura poder ser na forma tubular ou em calha.

A Figura 26 traz um exemplo de rosca dosadora tubular que se assemelha muito com a rosca dosadora de fubá presente no setor e que queremos controlar através da automação.



Figura 26 - Exemplo: Rosca Dosadora Tubular – Dosagem de Fubá (WAM GROUP, 25/01/2019).

Seu acionamento para dosagens, geralmente, se inicia na velocidade máxima do equipamento ou numa velocidade alta, de forma que conforme o produto dosado vai se aproximando ao valor desejado, um sistema de controle (usualmente um inversor de frequência) faz com que a velocidade da rosca diminua, possibilitando assim um ajuste fino da dosagem. O ajuste do controle de velocidade deve-se atentar a aplicação da rosca, levando-se em consideração os padrões de conformidade do produto em relação a margem de erro, de forma que quanto menor a margem de erro permitida, melhor deverá ser o ajuste fino e, portanto, melhor deve ser o controle de velocidade (FEHRENBACH, 2017).

Já na Figura 27, vemos um exemplo de rosca dosadora tipo U que é muito semelhante à rosca que realiza a dosagem de Premix/Previt, já pronto, para o despacho.



Figura 27 - Exemplo: Rosca Dosadora Tipo U – Despacho (EBM MACHINE, 25/01/2019).

3.2.1.7 Misturador

Estando todos os componentes no interior do misturador, conta-se o tempo de mistura de três a oito minutos, onde apenas o misturador está em operação. Nesta etapa, caso a próxima batida seja da mesma fórmula, os operadores vão adiantando as pesagens micro, macro e de fubá, a última apenas em caso de produção de Premix, do próximo processo. Ao fim do tempo de mistura, um sinal luminoso é acionado, indicando a liberação para a continuidade do processo.

Na figura 28, podemos ver o misturador helicoidal instalado no setor.



Figura 28 - Misturador de Premix/Previt.

Elemento responsável por executar a mistura dos ingredientes, o misturador, em um sistema de produção por batelada, também estabelece o limite máximo, dada suas dimensões físicas, de cada batelada, de forma que todos os elementos presentes na mistura devem ser carregados dentro do equipamento ao mesmo tempo durante a mistura (TOSO e MORABITO, 2005).

Abaixo, na figura 28, podemos ver mais um exemplo de um misturador helicoidal, muito semelhante ao visto na Figura 28.



Figura 29 - Exemplo: Misturador Helicoidal – Peso Máximo 1000kg (AGRIFORTE, 25/01/2019).

TOSO e MORABITO (2005) estabelece que uma mistura normalmente obedece a três fases, podendo variar seus tempos de acordo com os ingredientes a serem dosados ou a qualidade pretendida. Na produção do Premix/Previt, apenas a primeira fase é contemplada, que corresponde a fase de mistura a seco, já que não há acréscimo de líquidos em sua formula.

Conforme BELLAVAR e NONES (2000), o processo de mistura dos ingrediente é crucial durante a produção da ração animal e seus subprodutos, pois ela está diretamente relacionada a qualidade da ração final. Uma mistura mal feita pode acarretar em um produto não-uniforme, comprometendo desta forma o fornecimento de minerais, vitaminas e medicamentos, de forma que a performance do animal seja prejudicada.

3.2.1.8 Pulmão

Vencido o tempo de mistura, o operador aciona a chave e a comporta do pulmão é aberta, liberando o produto para o pulmão de armazenagem onde o produto fica à espera de ser embalado.

3.2.1.9 Rosca de Saída

Com o pulmão preenchido, a rosca alimentadora acionada por pedaleira fica responsável por levar o produto ao fim do duto de saída para que o produto seja embalado. Nesta etapa, através de uma botoeira, o operador também aciona um vibrador, cuja função é garantir o melhor escoamento de produto para a rosca.

3.2.1.10 Balança de Ensacamento

Com o produto no duto de saída, o operador deposita um saco (embalagens de 25kg) ou um balde (embalagens de 16kg) numa balança e controla a saída de produto do duto. Nesta etapa do processo, quando a quantidade de produto começa a diminuir, um operador desliga e sobe no misturador e através da uma haste conectada a um tubo com ar comprimido, complementa a atuação do vibrador e faz com que o resto de produto desça, tal ação também ocorre ao se trocar a formula de batida e ao se efetuar a limpeza das máquinas.

O sistema de saída, mostrado na Figura 30, é composto por três elementos: um reservatório pulmão, uma rosca dosadora, controlada manualmente, e uma balança.



Figura 30 - Pulmão (1), Rosca Dosadora (2) e Balança de Ensacamento (3) (Acervo do Autor).

3.2.1.11 Despacho

Ao se alcançar o peso desejado da embalagem, o operador sela a mesma e a deposita em um palete, organizando os mesmos de acordo com a embalagem (baldes de 16kg ou sacos de 25kg). Este processo é demonstrado na Figura 31, onde o operador realiza a pesagem do produto finalizado e já o posiciona em paletes para seu despacho.

Ocorre casos onde há excesso de produto, resultando em uma embalagem incompleta, em casos assim, esse excesso é guardado e utilizado para completar, se necessário, alguma embalagem do mesmo produto em uma batida posterior. Ao fim desse processo, o sistema está liberado para limpeza ou para uma próxima batida.



Figura 31 - Operador pesando o produto final e realizando o despacho (Acervo do Autor).

3.2.1.12 Limpeza

Não demonstrada no fluxograma, esta é uma parte do processo que apenas ocorre quando os operadores finalizam seus turnos ou devem fazer uma troca do lote a ser produzido, seu foco é evitar o contato de resíduos de misturas anteriores com as misturas subsequentes, causando assim contaminação indireta destas. Após o termino da última batelada do lote, um operador portado de uma haste conectada a uma mangueira de ar comprimido, faz a limpeza do elevador skip, do recipiente do misturador e do pulmão. Por não passar nenhum outro produto que não seja fubá por ele, o silo pulmão de fubá não é limpo.

4 Resultados e Discussão

Dentre os resultados obtidos, descrevemos abaixo o processo, já implantado, de troca do sistema de pesagem de fubá da planta, além da elaboração dos diagramas elétricos do novo painel elétrico do setor, e a programação implantada no CLP. É exposto também os potenciais ganhos futuros, após este projeto ser adotado por completo.

4.1 A Troca do Sistema de Pesagem

Aqui é propiciado o primeiro ganho real para o processo, efetuando a troca do silo pulmão antigo por um novo e da balança manual pela célula de carga, e conectando um inversor de frequência ao motor da rosca dosadora de fubá com o intuito de deixar disponível para o operador a possibilidade de ajuste fino durante a pesagem. Este processo foi realizado no dia dois de novembro de 2018 e contou com a colaboração de funcionários da empresa e terceirizados.

Abaixo, na Figura 32, podemos ver uma das etapas do processo de construção do novo silo pulmão do setor, e a célula de carga já implantada na planta.



Figura 32 - Troca do Silo Pulmão de Fubá e Implantação do Modulo de Pesagem (Acervo do Autor).

Na semana seguinte foi disponibilizado o aparelho para uso e demonstrado para os operários responsáveis pela produção de Premix/Previt as mudanças feitas. Foi possível notar que além de receber o feedback dos operadores, uma diminuição de tempo de cada ciclo de

produção, apesar do aumento já esperado no tempo de dosagem de fubá devido ao ajuste fino. O processo possui uma menor variação da quantidade de produto final, não passando de um desvio de um quilo de excesso/falta por lote.

Além do ganho na precisão de dosagem de fubá, outro ponto relevante que se espera melhoria é em relação a manutenção/calibração do equipamento, já que por se tratar de um equipamento antigo, a balança manual era propensa a várias oscilações, gerando a necessidade de calibração. Com a instalação da célula de carga, as calibrações periódicas são suficientes para garantir a integridade dos valores apresentados pelo componente.

Outro ganho interessante obtido após essa troca foi o ganho na ergonomia e segurança dos operadores do setor, já que os mesmos não necessitam mais de subir na plataforma submetendo-se a posturas inadequadas ergonomicamente, mostradas na Figura 33, causadas pela proximidade do teto e pela a distância entre a plataforma e a balança, para alterar o *setpoint* da balança manual.



Figura 33 - Operador Ajustando a Balança Manual (Acervo do Autor).

4.2 O Novo Painel Elétrico

Nesta etapa foi feita a construção do diagrama elétrico do novo painel de comando, mostrados em anexo, construído com o auxílio do *software AutoCad 2019* e sua expansão *AutoCad 2019 Electrical*. Este novo painel substituirá o painel de comando dos equipamentos já existente no setor. Após a aprovação do Supervisor e dos técnicos da Manutenção e a chegada

dos materiais requeridos, foi dado o início da montagem física do painel. Importante ressaltar que este painel foi elaborado em conformidade com as normas NR10 e NBR5410.

4.3 A Programação

Paralelamente a elaboração do diagrama elétrico do painel, foi feita a programação implementada no CLP, respeitando as restrições da planta e do processo. Esta programação, mostrada em anexo, feita no *software LOGO! SoftComfort V8.0*, foi pensada a fim de possibilitarmos aos operadores flexibilidade ao disponibilizar opções de alterar os *setpoints* da pesagem e tempo de mistura, de forma que o mesmo não precise controlar o corte da dosagem de maneira manual, gaste tempo desnecessário na mistura ou misture por tempo insuficiente a batida. A Tabela 1 mostra o mapeamento das variáveis presentes no programa:

Tabela 1 - Mapeamento de Variáveis da Programação:

VARIÁVEL	TAG	TIPO
Botão de Pulso – Liga/Pausa	I1	Entrada Digital - NA
Retorno Inversor de Frequência	I2	Entrada Digital – NA
Retorno Contator - Misturador	I3	Entrada Digital – NA
Retorno Contator – Rosca Alimentadora	I4	Entrada Digital - NA
Botão de Pulso – Skip Sobe	I5	Entrada Digital – NA
Botão de Pulso – Skip Desce	I6	Entrada Digital – NA
Sensor de Fim de Curso – Topo do Skip	I7	Entrada Digital – NA
Sensor de Fim de Curso – Parte Baixa do Skip	I8	Entrada Digital – NA
Sensor de Fim de Curso – Porta do Skip	I9	Entrada Digital – NA
Sensor de Nível Máximo - Pulmão	I10	Entrada Digital – NA
Botão de Pulso/Pedaleira – Rosca Alimentadora	I11	Entrada Digital – NA
Comutador Válvula Pulmão	I12	Entrada Digital - NA
Botão Desliga	I13	Entrada Digital – NF
Retorno Contator – Skip Desce	I14	Entrada Digital – NA
Sensor de Nível Máximo – Silo Pulmão de Fubá	I15	Entrada Digital – NA
Sensor de Nível Máximo - Misturador	I16	Entrada Digital – NA
Retorno Contator – Skip Sobe	I17	Entrada Digital - NA
Entrada Informando o Peso – Modulo de Pesagem	AI1	Entrada Analógica – 4-20mA
Ligar Motor Fubá	O1	Saída Digital – NA
Contator Skip Sobe	O2	Saída Digital - NA
Contator Skip Desce	O3	Saída Digital – NA
Contator Misturador	O4	Saída Digital – NA
Válvula Comporta Silo Fubá	O5	Saída Digital – NA
Válvula Comporta Pulmão	O6	Saída Digital - NA
Vibrador	O7	Saída Digital - NA
Rosca Alimentadora	O8	Saída Digital – NA
LED Dosagem de Fubá	O9	Saída Digital – NA
LED Misturador	O10	Saída Digital – NA
LED Skip em Funcionamento	O11	Saída Digital – NA
Sinal de Emergência	O12	Saída Digital - NA
LED ON/PAUSA/OFF	O13	Saída Digital - NA
Contator Estrela – Misturador	O14	Saída Digital - NA
Contator Triangulo – Misturador	O15	Saída Digital - NA
Saída Reguladora de Velocidade - Inversor	AO1	Saída Analógica – 4-20mA

Note que não há chave de emergência na lista de variáveis da programação, este fato se deve ao fato de preferirmos colocar a mesma antes de todo circuito de comando, de forma que ao acionarmos ela, todo o sistema para, independente do status.

Outro fator importante levado em consideração na programação, foi a obrigatoriedade de obedecermos as restrições de segurança e de processo quanto o uso dos aparelhos. Desta forma, respeitamos a lógica da linha de produção, a integridade de cada batelada (por exemplo, enquanto uma batelada está sendo misturada, o skip não pode subir e a válvula do silo pulmão de fubá não pode abrir) e o mais importante, a segurança dos funcionários. Estas foram as restrições primordiais implementadas na rotina do programa:

- A dosagem de fubá não pode começar se a válvula estiver aberta, se o peso desejado já estiver sido alcançado e se o sensor de nível máximo do silo pulmão de fubá estiver acionado;
- A válvula de fubá não deve abrir caso a válvula da comporta do pulmão não estiver fechada, o sensor de nível máximo do misturador esteja acionado ou se a batelada anterior ainda estiver no misturador;
- Antes de qualquer produto adentrar o misturador, via Skip ou Silo Pulmão de Fubá, o mesmo deverá ser ligado, evitando-se assim um torque muito grande em sua partida;
- O Skip jamais será ligado sem que o sensor de fim do curso da porta do mesmo esteja acionado;
- Caso o sistema entre em pausa, o misturador só será desligado após a abertura da válvula do pulmão, evitando-se assim um grande torque de partida quando o mesmo for religado;
- Cada acionamento na válvula do silo pulmão de fubá e no sensor de fim de curso no alto do Skip resetará a contagem do tempo de mistura;
- A válvula do pulmão jamais deverá ser aberta caso o sensor de nível máximo do pulmão estiver acionado;
- Caso a lógica mande acionar um componente, e o mesmo não enviar um sinal de retorno para o CLP, o sinal de emergência deve ser acionado. O mesmo sinal também deve ser ligado caso algum sensor de nível máximo seja acionado;

4.4 Os Ganhos Futuros

Como mostrado anteriormente, obteve-se ganhos reais consideráveis apenas com a troca da balança manual pela célula de carga, entretanto, ao juntar-se todos os resultados anteriores em um produto final, pode-se potencializar os ganhos no processo. São eles:

- Ganhos em Qualidade e Confiabilidade do Produto:

Com a implantação da célula de carga, houve uma diminuição da variação na pesagem de fubá, diminuindo um valor excedente/faltante para no máximo um quilo, valor que representa 0,2% do valor total de uma batelada (500kg). Com a implantação desta proposta, esperamos um erro ainda menor, garantindo assim uniformidade na produção e confiabilidade no produto, de forma que podemos garantir uma razão final com as propriedades nutritivas requisitadas.

- Ganhos no Controle do Processo:

Ao substituímos a balança manual pela célula de carga, possibilitamos aos operários um acesso fácil ao controle da quantidade de fubá a ser dosada. Este ponto está propenso a ainda mais ganhos após a implementação da automação, de forma que além de alterar o corte manual da dosagem pelo corte automático, o operador terá a possibilidade de alterar o *setpoint* da pesagem e o tempo de mistura.

- Ganhos no uso dos Recursos:

Outro ganho oriundo da implantação da célula de carga e que será aprimorado com a automação, diminuindo-se a quantidade de produto parado, resultado dos excessos, garantindo assim que o que é produzido segue adiante na cadeia de produção, e não fica retido até a próxima batida do produto em questão. Ou seja, em cada lote se produz, dentro da margem de erro, apenas a quantidade necessária para o processo seguinte.

- Abre a possibilidade de Ganhos em Produtividade e Tempo:

Este ganho resulta-se do estudo da rotina do setor, além da futura automação do processo, de forma que a economia no tempo de produção, junto com uma otimização da alocação e funções dos operadores, poderá resultar num aumento de bateladas diárias, além de necessitar de um funcionário a menos no setor.

- **Ganhos na Manutenção:**

Além do já mencionado ganho em relação a calibração do equipamento, citado no item que descreve a troca da balança manual pela célula de carga, com a implantação da automação, espera-se um ganho na vida útil dos aparelhos, diminuindo-se assim os gastos com manutenção dos mesmos.

5 Custos

Um dos pontos cruciais deste trabalho foi definir qual a célula de carga e qual o CLP que seriam implantados. Foi escolhida a célula de carga tipo S, modelo Z, da Alfa Instrumentos porque a mesma é apropriada para pesagem de tanques, neste caso caso de silos, suspensos. Ela possui tamanho compacto, construção muito robusta e é cuidadosamente balanceada além de manter boa rejeição de cargas excêntricas ou laterais mesmo em condições adversas de operação. O Indicador de Pesagem escolhido foi o modelo 3107C também da Alfa Instrumentos, empresa que já possui indicadores de pesagem já instalados na planta e de funcionamento, além de características já conhecidas por alguns dos envolvidos.

Para o controle da automação, o CLP escolhido foi o Siemens LOGO! 24CE, aparelho amplamente utilizado em indústrias no mundo inteiro para microautomações tanto no ramo predial quanto no ramo industrial. Trata-se de um aparelho que atende e fornece as funções que implantaremos na programação, além de expansível através de módulos e com uma interface de programação agradável. É fabricado em padrão industrial e é resistente a vibrações e às condições impostas no ambiente que ele é instalado.

Na Tabela 2, estão explicitados os componentes e seus respectivos custos para a realização deste projeto:

Tabela 2 - Componentes e Custos do Projeto:

COMPONENTE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (EM REAIS)	CUSTO TOTAL (EM REAIS)
Borne para Cabo 4mm ²	9 unidades	3,45	31,05
Borne para Cabo 8mm ²	6 unidades	5,62	33,72
Borne para Cabo 16mm ²	4 unidades	7,80	31,20
Tampa Borne**	10 unidades	1,90	19,00
Poste de Fixação – Trilho	2 unidades	2,99	5,98
Anilhas Identificadora**	1000 unidades	0,12	120,00
Terminal Ilhós Simples**	200 unidades	0,18	36,00
Terminal Ilhós Duplo**	100 unidades	0,26	26,00
Sinaleiro Refletivo	1 unidades	130,98	130,98
Trilho de Fixação 50cm	2 unidades	438,00	876,00
Célula de Carga 1000kg	1 unidade	1245,53	1245,53
Indicador de Pesagem ALFA Instrumentos 3107C	1 unidade	2958,32	2958,32
Inversor de Frequência WEG CFW500*	1 unidade	1513,03	1513,03
Módulo Siemens LOGO! 24CE	1 unidades	630,00	630,00
Expansão Siemens LOGO! TDE	1 unidades	699,00	699,00

Expansão Siemens LOGO! DM 1624	2 unidades	550,00	1100,00
Expansão Siemens LOGO! AM2 AQ	1 unidades	965,00	965,00
Expansão Siemens LOGO! AM2	1 unidades	965,00	965,00
Fonte de Alimentação 240W Siemens SITOP PSU200M	1 unidade	1250,00	1250,00
Chapa para Silo Pulmão	1 unidades	750,00	750,00
Relé de Acoplamento Finder	17 unidades	58,50	994,50
Disjuntor Tripolar WEG MDW C63*	1 unidades	45,10	45,10
Disjuntor Tripolar Schneider iC60N C6A*	1 unidades	379,50	379,50
Disjuntor Tripolar Siemens Motor Sirius 4,5-6,3A*	1 unidades	160,00	160,00
Disjuntor Tripolar Siemens Motor Sirius 2,8-4A*	1 unidades	175,00	175,00
Disjuntor Tripolar WEG Motor MPW25 16-20A*	1 unidades	156,24	156,24
Disjuntor Bipolar Steck SD C6*	1 unidades	58,52	58,52
Disjuntor Monopolar WEG MDW C6*	1 unidades	14,81	14,81
Contator Siemens 3TS33 25A*	3 unidades	64,60	193,80
Contator Siemens SIRIUS 3RT1016 9A*	3 unidades	99,80	299,40
Cabo 1 mm²**	100 metros	1,35	135,00
Cabo 4 mm²**	3 metros	1,79	5,37
Cabo 6 mm²**	5 metros	2,69	13,45
Chave de Emergência – Tipo Cogumelo NF*	1	117,00	117,00
Botoeira de Pulso NA*	4	11,00	44,00
Botoeira de Pulso NF*	1	11,00	11,00
Comutador de Comando 2 Posições*	1	19,00	19,00
LEDs Sinalizadores*	4	51,20	204,80
Painel Elétrico*	1	1440,00	1440,00
TOTAL	-	-	16887,30

Fonte: Próprio autor. * Valores Correspondentes a última compra da empresa no SAP. **Valores de Mercado

Considerando um custo no valor aproximado de 17 mil reais para a realização da automação no setor, este projeto é altamente viável para a empresa, pois nele apresentamos soluções para desperdício de produtos, ganho de tempo e qualidade no processo, aumento na flexibilidade de alocação de operadores ao diminuir-se a necessidade de postos de trabalho no setor, além de evitar possíveis problemas de saúde para os funcionários, e trabalhistas para a empresa, do ponto de vista de segurança e ergonômico.

6 Conclusões

A implantação de uma parte da proposta explanada neste trabalho, que é a troca da balança manual por uma célula de carga, já proporcionou ganhos reais para a fábrica de rações na qual fizemos o estudo do processo, de forma que o sistema que já se encontra implantado permitiu realizar dosagens com maiores velocidades e melhor precisão em comparação ao sistema anterior, gerando ganhos em confiabilidade, eficiência e segurança do processo produtivo. Com a esperada implementação do restante do projeto, a tendência é que tenhamos mais ganhos nessas áreas já que iremos inserir um algoritmo capaz de controlar gradativamente a rosca dosadora, melhorando assim o ajuste fino da pesagem, além de rotinas relacionadas ao acionamento seguro e coerente dos equipamentos que fazem parte deste processo produtivo.

Ao possibilitarmos ao sistema um ganho de precisão, confiabilidade e tempo após a implementação deste projeto, sem alterar a conformidade dos produtos, a empresa consequentemente obteve ganho de produtividade e redução de desperdícios durante o processo produtivo de Premix/Previt.

O processo, após nossos estudos e propostas de melhorias, não é perfeito e alguns dos pontos de melhorias ainda podem ser estudados, sendo que a maioria deles é oriunda de problemas mecânicos e/ou estruturais dos equipamentos. Problemas estes que acarretam em erros esporádicos no ponto de corte da balança e que também contribuem para a retenção de produto como, por exemplo, nas quinas dos aparelhos. Dito isso, ainda podemos citar problemas operacionais como um fator de atenção, pois durante todo o estudo pôde-se notar os descuidos dos operários que resultaram em desperdício de tempo e material.

Referências Bibliográficas

AGRIFORTE. Misturador de Ração. Disponível em: <http://www.agriforte.com.br/produtos/0,2913_misturador-misturador-de-racao> Acesso em 25/01/2019;

ALFA, Instrumentos. Site Alfa Instrumentos. Disponível em: <<http://www.alfainstrumentos.com.br>> Acesso em 25/01/2019;

ALFA, Instrumentos. Célula de Carga SV. Disponível em: <<http://www.alfainstrumentos.com.br/produto/sv/>> Acesso em 25/01/2019;

ANDRADE, Camila. O que é chave fim de curso e onde usar. Texto Digital, 2017. Disponível em: <<https://www.saladaeletrica.com.br/chave-fim-de-curso/>> Acesso em: 31/05/2018.

BELLAVER, C.; NONES, K. A importância da Granulometria, da Mistura e da Peletização da ração Avícola. IV Simpósio Goiano de Avicultura, Goiânia, abril 2000.

BOXTOP. Elevadores de Carga. Disponível em: <<https://www.boxtop.com.br/blog/elevadores-de-carga-o-que-sao-como-funcionam/>> Acesso em 25/01/2019;

CARVALHO, Gustavo Lamounier Chaves de. Utilização Do Ciclo Pdca Para Otimização Da Eficiência De Uma Lavadora De Garrafas De Vidro Na Indústria De Bebidas. 2018. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

CARVALHO, R. Conheça o método PDCA, que fez da Falconi a maior consultoria de gestão do Brasil. 2017. Disponível em: <<https://www.napratica.org.br/o-que-e-e-como-funciona-o-metodo-pdca/>> Acesso em: 18/11/2018.

CONSOLID. Rosca Dosadora. Disponível em: <<http://www.consolid.com.br/rosca-dosadora>> Acesso em 25/01/2019;

COUTINHO, Thiago. O que é o ciclo PDCA? Entenda como funciona cada etapa! Texto Digital. 2017. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-o-ciclo-pdca>> Acesso em 25/01/2019;

CROSBY SP. O Que É Uma Célula De Carga. Texto Digital. Disponível em: <<https://www.straightpoint.com/pt/what-is-a-load-cell.html>> Acesso em: 31/05/2018.

DA ROCHA, Jordão da Silva. Como funciona o CLP. Texto Digital. Disponível em: < <http://saladaautomacao.com.br/como-funciona-o-clp/>> Acesso em 25/01/2019;

DA ROCHA, Jordão da Silva. O que é IHM. Texto Digital. Disponível em: < <http://www.ajautomacao.com/o-que-e-ihm/>> Acesso em 25/01/2019;

DIFERO. Válvula Borboleta com Atuador. Disponível em: < <http://www.diferodobrasil.com.br/valvula-borboleta-com-atuador>> Acesso em 25/01/2019;

EBM MACHINE. Rosca Dosadora. Disponível em: < <http://www.ebmmachine.com.br/rosca-dosadora> > Acesso em 25/01/2019;

EUÍPEDES, Marcelo. CLP – Linguagem Ladder. Texto Digital. Disponível em: <<http://www.automatebrasil.comunidades.net/clp-linguagem-ladder>> Acesso em 25/01/2019;

EMBRAPA. Formulação de Misturas Minerais para Bovinos de Corte. Texto digital, 1987. Disponível em: <<http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/ct/ct19/index.html>> Acesso em 25/01/2019;

FALCONI, V. . 2009. O verdadeiro poder. Nova Lima: INDG;

FALCONI, V. . 2013. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia. s.l.:INDG;

FEHRENBACH, Rodrigo Bönemann. Desenvolvimento De Sistema Automatizado Para Controle De Dosagem De Ração Animal. 2017. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2017.

FERRAZ MÁQUINAS. Elevador Skip. Disponível em: < <http://www.ferrazmaquinas.com.br/conteudo/elevador-skip.html> > Acesso em 25/01/2019;

FIESC. Elevador Tipo Skip Clam. Disponível em: <<https://www.industriasc.com.br/loja/clam-industria-e-comercio-/produto/02/elevador-tipo-skip>> Acesso em 25/01/2019;

FRANCHI, Claiton Moro; CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. Controladores Lógicos Programáveis - Sistemas Discretos. 1ª edição. São Paulo, SP, Érica. 2008.

GUILHERME, José. Extensometria (Strain Gauge) – O que é? Quando utilizar? Texto Digital, 2016. Disponível em: < <http://ensus.com.br/extensometria-strain-gauge-o-que-e-quando-utilizar/> > Acesso em: 31/05/2018.

HAWKINS, W. M. Batch control systems: design, application and implementation. 2ª. ed. [S.l.]: ISA, 2006.

INST. NEWTON C. BRAGA. Os Inversores de Frequência (MEC125). Texto digital, 2016. Disponível em: <<http://www.newtonbraga.com.br/index.php/automacaoindustrial/5443-mec125>> Acesso em: 25/01/2019.

JNG. Sensores de Proximidade. Disponível em: < <http://www.jng.com.br/produtos-detalhes.asp?idprod=110>> Acesso em 25/01/2019;

KLEIN, A. A. Pontos críticos do controle de qualidade em fábricas de ração - Uma abordagem prática. I Simpósio Internacional ACAV—Embrapa sobre Nutrição de Ave, Concórdia, Novembro 1999.

LAMB, Frank. Automação Industrial – Na Prática. Porto Alegre: AWGH, 2015.

MAPA. 2009. Instrução Normativa 15/2009. Diário Oficial da União. 28 de maio de 2009.

MAQ1. Silo Pulmão. Disponível em: < <http://www.maq1.com.br/Silo-Pulm%C3%A3o.php> > Acesso em 25/01/2019;

MORAES, C. C. de.; CASTRUCCI, P. de L. Engenharia de Automação Industrial. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

MUNDO DA ELÉTRICA. Como Funciona um Sensor de Proximidade? **Texto Digital**. Disponível em: < <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funciona-um-sensor-de-proximidade/>> Acesso em: 31/05/2018.

NATALE, F. Automação Industrial. 8ª. ed. São Paulo: Érica, 2006.

PORTAL CÉLULA DE CARGA. Célula de Carga. Texto digital, 2016. Disponível em: <http://www.celuladecarga.com.br/portal/?page_id=8> Acesso em: 25/01/2018.

RIBEIRO, Patrícia Pedroso Estevam. Linguagem Ladder. Texto Digital. 2014. Disponível em: < <https://www.slideserve.com/ursula/aula-5-linguagem-ladder> > Acesso em 25/01/2019;

ROIG, M. Sete Benefícios da Automação de Processos. Administradores Mídias Digitais. 2017. Disponível em:<<https://www.administradores.com.br/noticias/negocios/7-beneficios-da-automacao-de-processos/120576/>> Acesso em: 10/09/2018.

SENAI- SP. Programação Ladder. Curso de Ensino a Distância. 2012. Disponível em: < https://danielnunes1.files.wordpress.com/2012/11/u2_linguageladder1.pdf > Acesso em 25/01/2019;

SIEMENS. Novidades Sobre o LOGO!8. Disponível em: <<https://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/automacao-e-controle/automacao-industrial/simatic-plc/logo-ml/pages/novidades-sobre-o-logo!-8.aspx>> Acesso em 25/01/2019;

TEZA, Vanderlei, Alguns aspectos sobre automação residencial – Domótica. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/83015>> Acesso em: 24/06/2019;.

TOSO, E. A. V.; MORABITO, R. Otimização no dimensionamento e sequenciamento de lotes de produção: estudo de caso numa fábrica de rações. Gestão e Produção, São Carlos, Maio 2005.

VILAÇA, Daniel. Importância da Nutrição Animal. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/importancia-da-nutricao-animal-por-daniel-vilaca/20100526-150051-j260>> Acesso em 25/01/2019;

WAM GROUP. Roscas Transportadoras Tubulares. Disponível em: <<http://wamgroup.com.br/pt-BR/WAMBR/Product/TU/Roscas-Transportadoras-Tubulares>> Acesso em 25/01/2019;

WEBB, J. W.; REIS, R. A. Programmable Logic Controllers: Principles and Applications. 5. ed. Ohio: PEARSON Prentice Hall, 2003.

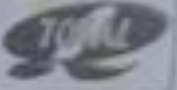
WEG. Inversores de Frequência. Disponível em: <https://www.weg.net/catalog/weg/BR/pt/Automa%C3%A7%C3%A3o-e-Controle-Industrial/Drives/Inversores-de-Freque%C3%A7%C3%A2ncia/c/BR_WDC_IA_DRV_IVT> Acesso em 25/01/2019;

WEG. Motores de Indução Alimentador por Inversores de Frequência PWM. Disponível em: <<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h35/h10/WEG-motores-de-inducao-alimentados-por-inversores-de-frequencia-pwm-50029351-brochure-portuguese-web.pdf>> Acesso em: 25/01/2019.

ZBYŃSKI, Piotr. [LOGO! 8] Przykład aplikacji: wirtualizacja panelu HMI w LOGO!. Texto Digital. Disponível em: <<http://mikrokontroler.pl/2017/04/01/logo-8-przyklad-aplikacji-wirtualizacja-panelu-hmi-logo/>> Acesso em 25/01/2019;

Anexo A – Exemplo de Formulação – Previt Abate Aves

SISTEMA INTEGRADO DA GESTÃO PELA QUALIDADE
FORM. 1151 - LISTA TÉCNICA DE PREMIX



Emissão: 02/02/2010 - Revisão: 01

Nutricionista Animal Responsável: [REDACTED]
Assinatura/Caremba: [REDACTED]

Premix Franquia de Corte - PREVIT abate aves Código: 02-094,314
Quantidade de base: 500 kg

Nº	Código SAP	DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS	UNID.	QUANTIDADE	
				Quantidade	PREC. UNIT. - D
1	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	431,820
2	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	3,120
3	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	25,000
4	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	3,130
5	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	0,630
6	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	5,740
7	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	17,060
8	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	0,830
9	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	1,500
10	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	5,720
11	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	0,510
12	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	1,530
13	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	0,530
14	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	3,880
15	[REDACTED]	[REDACTED]	kg	-	1,000
TOTAL DE MATERIAS PRIMAS				-	500,00

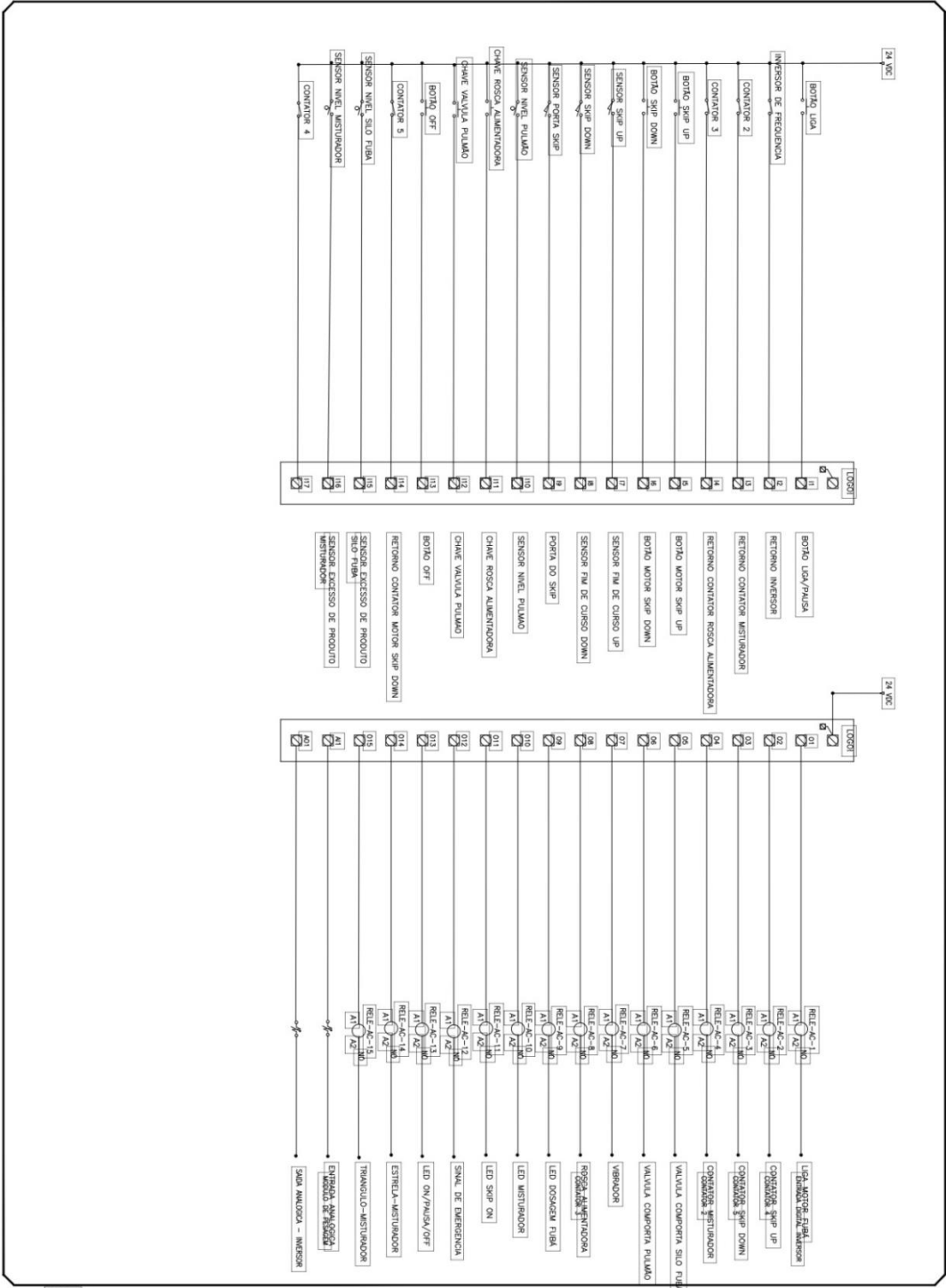
Controlado escrito no SAP em: 11/08/11 [REDACTED]

Emissão na Franquia em: 14.9.18 [REDACTED]

ADEREX

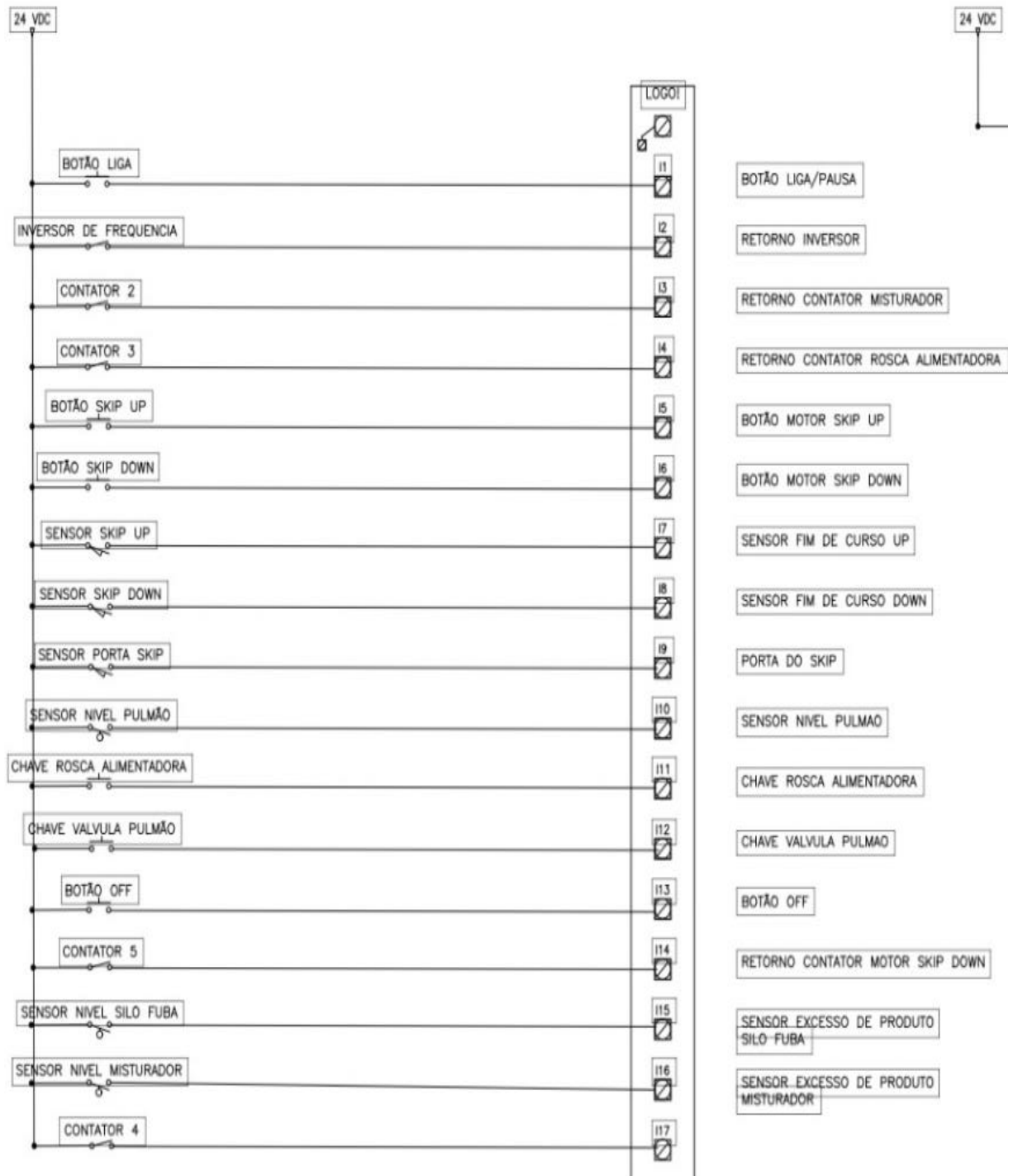
OBSERVAÇÃO: (360 de volume A=02)
17 sacos + 6,95 kg

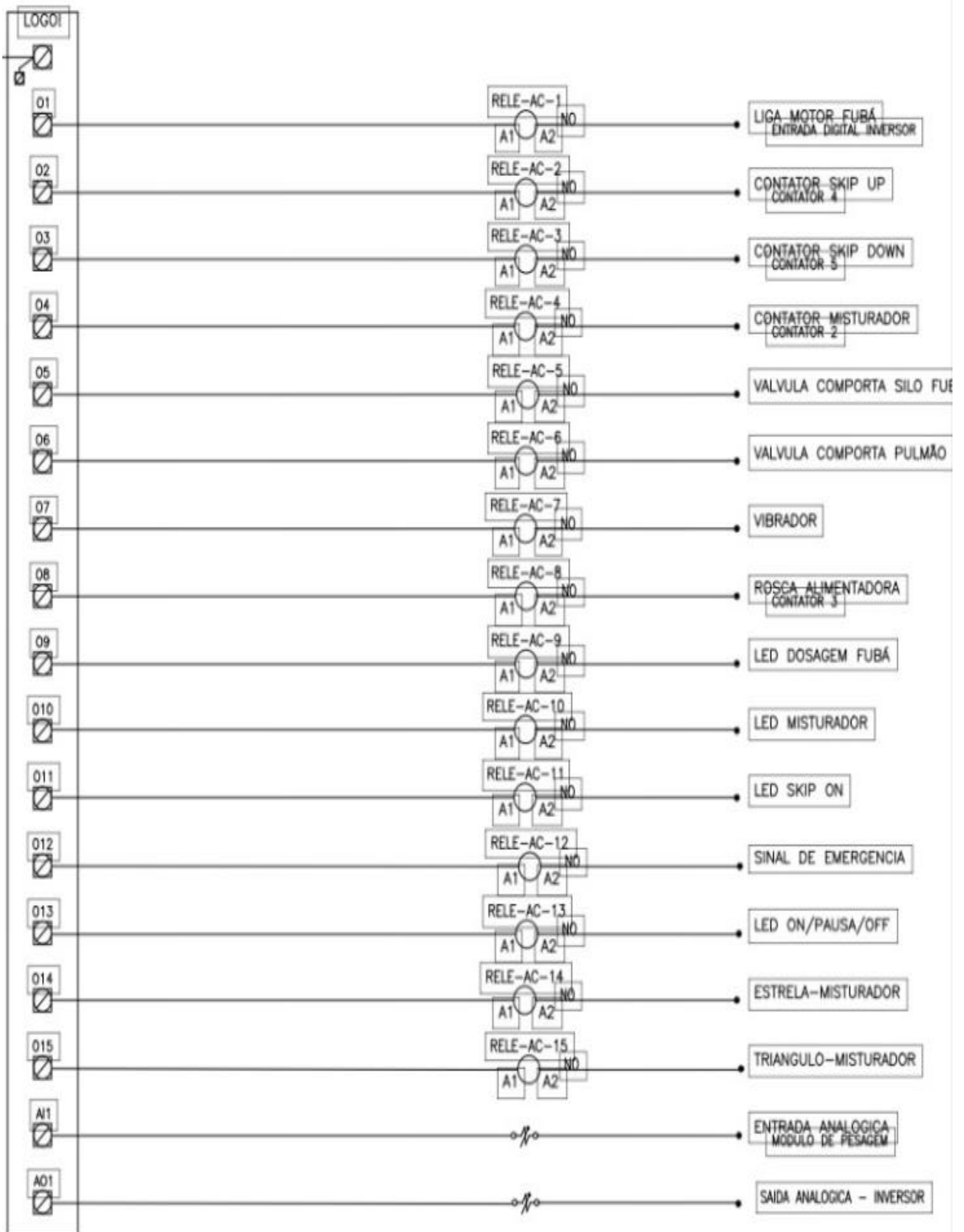
Anexo B – Diagramas Eléctricos

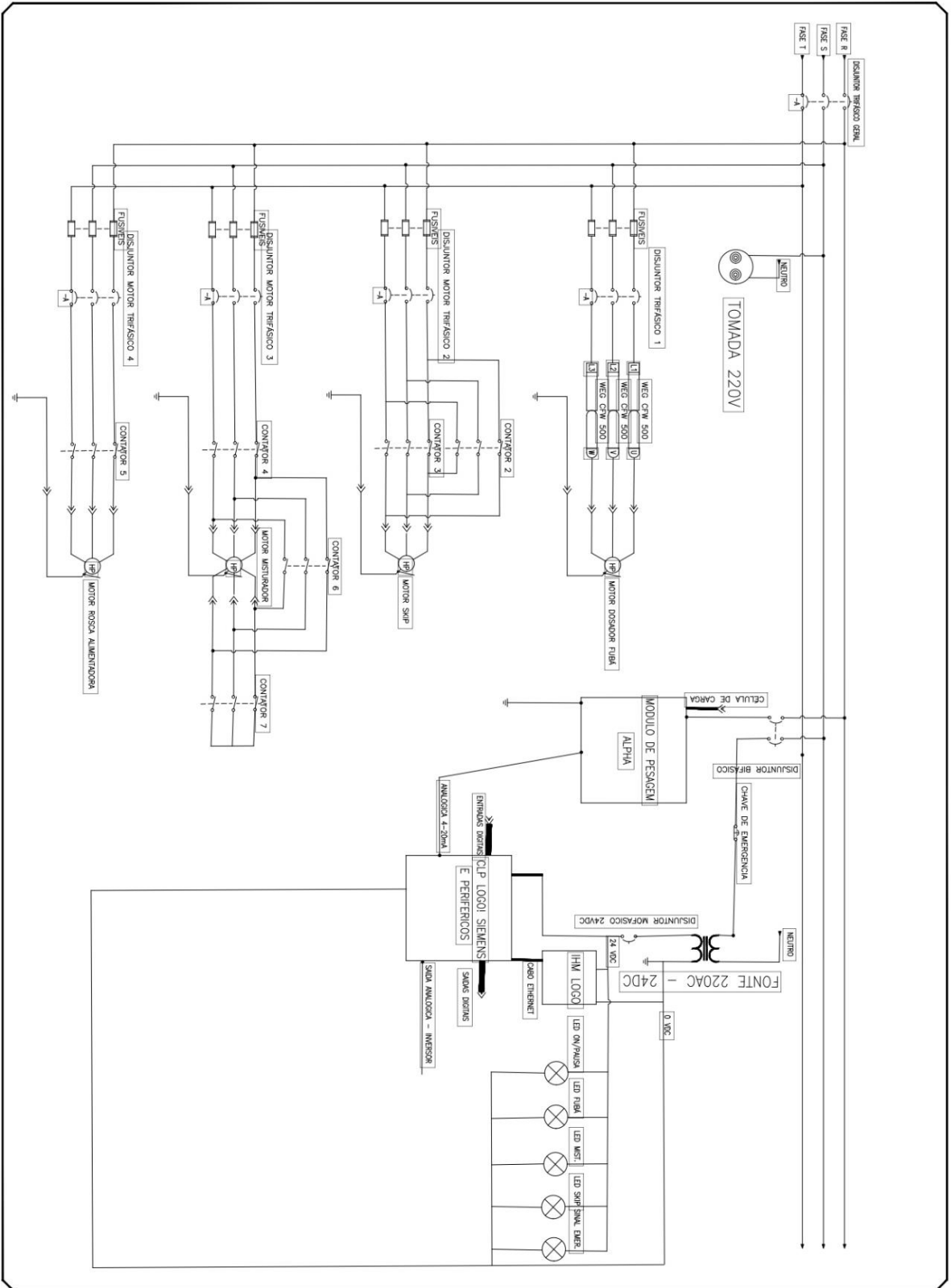


001	001
001	001

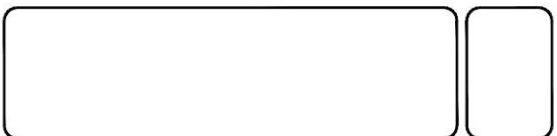


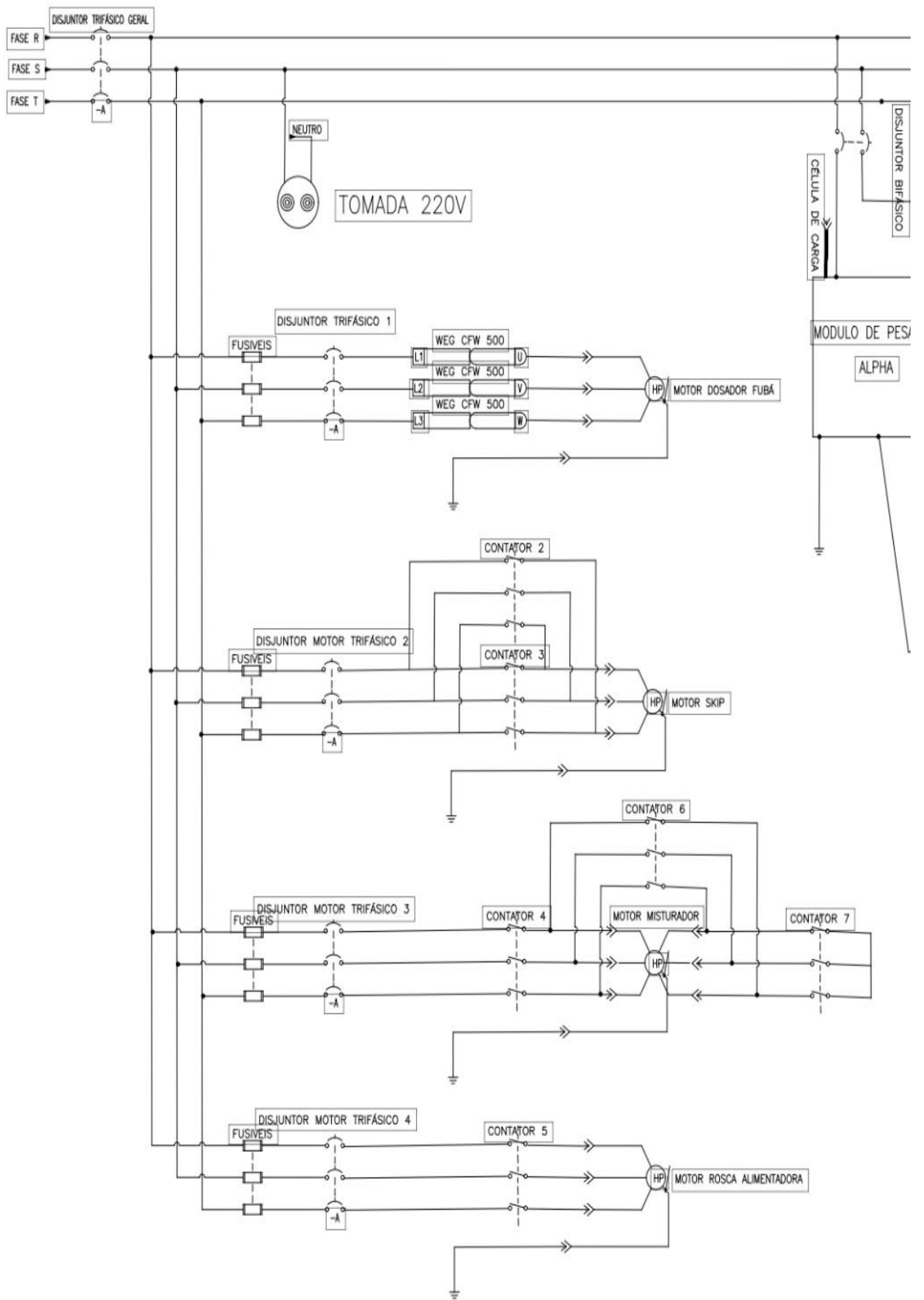


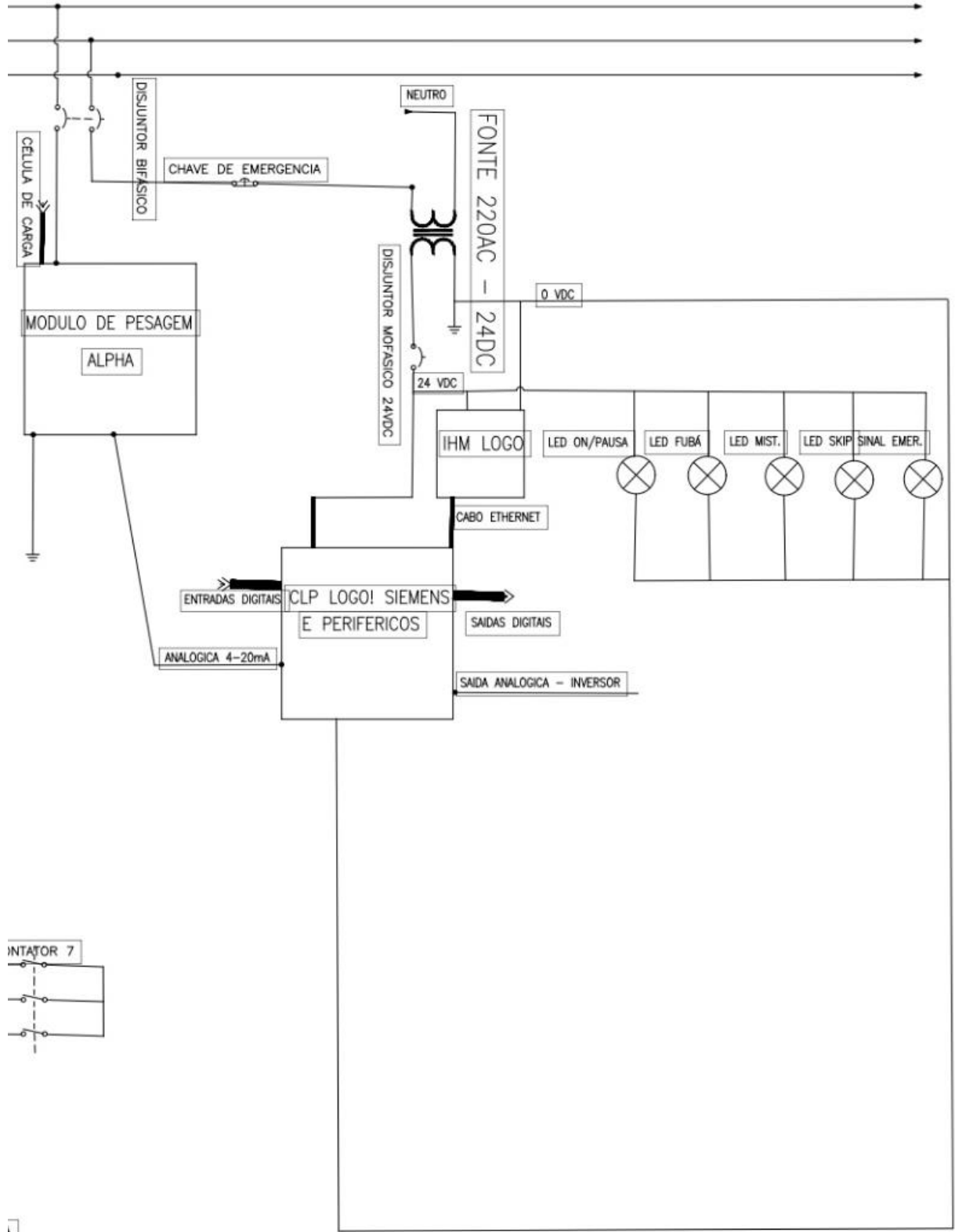




COMANDO E POTENCIAL	
NO.	REVISION
002	
Elaborado por: WOLFFSON Revisado por: WOLFFSON Data: 10/07/2018 Projeto: 002 Folha: 01 de 002	







Anexo C – Lógica de Programação

