

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

RONALDO BATISTA

**AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE DESCARGA DE
CANA-DE-AÇÚCAR EM USINAS DE AÇÚCAR E ÁLCOOL
COM O ACIONAMENTO DO HILO DE CANA PICADA EM MODO
AUTOMÁTICO OU PELA SALA DE CONTROLE**

**CORNÉLIO PROCÓPIO
2016**

RONALDO BATISTA

**AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE DESCARGA DE
CANA-DE-AÇÚCAR EM USINAS DE AÇÚCAR E ÁLCOOL
COM O ACIONAMENTO DO HILO DE CANA PICADA EM MODO
AUTOMÁTICO OU PELA SALA DE CONTROLE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Tecnólogo em
Automação Industrial, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Me. Clovis Ronaldo da
Costa Bento

**CORNÉLIO PROCÓPIO
2016**

RONALDO BATISTA

**AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE DESCARGA DE
CANA-DE-AÇÚCAR EM USINAS DE AÇÚCAR E ÁLCOOL
COM O ACIONAMENTO DO HILO DE CANA PICADA EM MODO
AUTOMÁTICO OU PELA SALA DE CONTROLE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 15 h do dia 30 de março de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.(a) Clovis Ronaldo da Costa Bento
Professor(a) Orientador(a)
UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

Prof.(a) Angelo Feracin Neto
Professor(a) Convidado(a)
UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

Prof.(a) Edmar Piacentini Júnior
Professor(a) Convidado(a)
UTFPR/ Campus Cornélio Procópio

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

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por ter me dado força para superar as adversidades e dificuldades encontradas, sabedoria para resolver os problemas, muita paciência para progredir e principalmente conforto nas horas difíceis.

Ao professor e orientador Clóvis pelo seu empenho e dedicação nas diversas análises deste trabalho.

Aos meus cunhados Angelita e Emerson que sempre estiveram de prontidão em me auxiliar no que fosse necessário.

A minha esposa Anetrina e os meus filhos Gabriela e Eduardo, obrigado pela paciência, pelo incentivo, pela força e principalmente pelo carinho. Valeu a pena toda distância, todo sofrimento, todas as renúncias.

Valeu a pena esperar, hoje estamos colhendo, juntos, os frutos da nossa dedicação!

RESUMO

Desde o momento que o transporte da cana-de-açúcar se inicia no campo até o descarregamento na usina é fundamental haver sincronização destas etapas para conseguir o máximo rendimento e economia das máquinas envolvidas nesse processo. Se houver atraso no descarregamento pode gerar um congestionamento de caminhões carregados no pátio da usina. Com isso, acarretará a falta de caminhões vazios no campo para a colheita da cana. Conseqüentemente, as colhedoras e os tratores irão parar suas atividades, o que diminuirá a eficiência do processo de transporte e recebimento da cana na usina.

Nas usinas de açúcar e álcool, o Tombador Lateral Hilo, também conhecido por "Guincho Hilo", é um equipamento usado para descarregar os caminhões de cana. O princípio de funcionamento é muito simples: o caminhão estaciona ao lado do tombador e dois operadores engatam as correntes ou cabos do caminhão aos ganchos do tombador hilo. O guincho eleva a carga do caminhão despejando na mesa alimentadora onde todo o processo de fabricação de açúcar e álcool irá começar.

Diante destas condições, pode-se verificar que o acionamento da descarga do caminhão é, basicamente, manual, com a presença de dois operadores e mais o motorista do caminhão que aguarda o fim da descarga para retirar o caminhão do local.

Desta forma, será possível automatizar o processo de descarga, com a implementação de um controle automático para descarga da cana de açúcar, com isto diminuirá o tempo de permanência dos caminhões dentro do pátio da indústria e melhorará a eficiência na extração da matéria-prima.

Palavras-chave: Usinas de açúcar e álcool; Guincho Hilo; Mesa de descarga.

ABSTRACT

From the moment that the transport of sugarcane starts in the field until unloading at the plant the timing of these steps will be crucial to achieve maximum efficiency and economy of the machines involved in this process. If there is a delay in unloading it can generate a jam of trucks loaded in the plant yard. With this, it will result in a lack of empty trucks in the field to harvest the cane. Consequently, harvesters and tractors will stop their activities, which will reduce the transportation process efficiency and the receiving of sugarcane at the plant.

In the sugar and alcohol plants, the Lateral Tilter Hilo, also known as "Hilo Winch" is a device used to unload the cane trucks. The operating principle is very simple: the truck parks next to the tilter and two operators engage chains or truck cables to the hooks of the hilo tilter. The winch raises the charge of the dumping truck on the feed table where the whole process of production of sugar and alcohol will start.

Given these conditions can be seen that the drive of the truck unloading is basically manual with the presence of two operators and more the driver of the truck awaiting discharge to remove the location of the truck.

This way, it will be possible to automate the discharge process, with the implementation of an automatic control for discharge of sugar cane, with this the time spent inside the plant yard will decrease and the efficiency in the extraction of raw materials will improve.

Keywords: Sugar and Alcohol Plants; Hilo Winch; Discharge table.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sensor de Barreira	6
Figura 2 - Sensor Fotoelétrico retroreflexivos	7
Figura 3- Diagrama de blocos do processo	8
Figura 4 - Guincho suspendendo as carretas de cana de açúcar.....	9
Figura 5 - Operador engatando as correntes.....	14
Figura 6 - Hilo tombador com sensores.....	17
Figura 7 - Esquema de um espalhador.....	18
Figura 8 - Funcionamento de um espalhador	18
Figura 9 - CLP GE FANUC montado	20
Figura 10 - Tela do supervisório hilo tombador	22

LISTA DE QUADROS

Quadro1 - Planilha de custos do projeto	21
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 OBJETIVOS	4
2.1 OBJETIVO GERAL	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL	5
3.2 SENSORES FOTOELÉTRICOS ÓPTICOS	5
3.2.1 SENSOR FOTOELÉTRICO DE BARREIRA	6
3.2.2 SENSORES FOTOELÉTRICOS RETRO-REFLEXIVOS	6
3.3 COMPONENTES DE UMA USINA DE CANA-DE-AÇUCAR	7
3.4 TOMBADOR LATERAL – HILO	8
4 JUSTIFICATIVA	10
5 MÉTODO DE PESQUISA	11
5.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	11
5.2 PESQUISA APLICADA	11
5.3 PESQUISA EXPERIMENTAL	12
6 DESCRIÇÃO DO PROJETO	13
6.1 ESTRUTURA ATUAL	13
6.2 ESTRUTURA FINAL	14
6.3 PROCEDIMENTOS PARA OPERAÇÃO	15
6.4 SEQUÊNCIA DO FUNCIONAMENTO	16
6.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS	17
6.6 AUTOMAÇÃO DO SISTEMA	19
6.7 REVISÃO DOS CUSTOS	20
7 SUPERVISÓRIO IFIX	21
8 RESULTADOS OBTIDOS	22
9 CONCLUSÃO	23
10 TRABALHOS FUTUROS	25
REFERÊNCIAS	26
ANEXOS	29
Anexo A - Imagens dos dispositivos instalados	29
Anexo B - Descritivo da programação em <i>ladder</i>	32

1 INTRODUÇÃO

A partir da revolução industrial as empresas têm buscado, cada vez mais, novas tecnologias para aperfeiçoar seus processos produtivos, para que a substituição da intervenção humana, total ou parcial, por máquinas e equipamentos, mantenha seus processos mais contínuos, com menor custo, melhor qualidade e mais segurança. Essa substituição nos dias atuais foi denominada automação de processos ou automação industrial, tornando as empresas mais competitivas, gerando maior rentabilidade, qualidade e principalmente a segurança dos seus colaboradores.

Neste contexto, a automação industrial alcança todos os setores da produção industrial e, particularmente, este trabalho trata de alguns problemas específicos da indústria alcooleira e propõe a implementação de soluções através da automação.

Neste trabalho, será proposta uma solução de automação para a descarga de cana de açúcar, que é a matéria prima para as usinas de álcool.

Atualmente, o processo de descarga de cana é manual, além de ser oneroso, oferece risco para os colaboradores envolvidos nesta atividade. Desta forma, esta proposta visa uma mudança do processo de descarga de cana, alterando os procedimentos efetuados pelos operadores, bem como a inserção de dispositivos de automação (sensores e atuadores) para melhorar a qualidade, produtividade e segurança do processo.

2 OBJETIVOS

Este trabalho de pesquisa tem como objeto geral melhorar e desempenho do processo de descarga de cana de açúcar e a segurança das pessoas envolvidas neste processo, objetivos estes que poderão ser alcançados mediante o cumprimento de alguns objetivos específicos essenciais.

2.1 OBJETIVO GERAL

Melhorar o desempenho do processo de descarga dos caminhões de cana em usinas de açúcar e álcool.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Dentre os objetivos específicos deste trabalho, pode-se citar:

- Configuração de equipamentos e ferramentas de automação industrial (CLP, dispositivos de campo e supervisório);
- Instalação de sensores para garantir que o caminhão esteja estacionado corretamente;
- Desenvolver procedimentos para o motorista realizar o engate dos ganchos e liberação para acionamento do hilo;
- Melhorar junto com a segurança do trabalho a sinalização para prevenção de acidentes das pessoas circulando na área de risco;
- Treinamento dos colaboradores que irão fazer os ajuste e manutenção do equipamento

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

Controlador Lógico Programável é um equipamento eletrônico digital com *hardware* e *software* compatíveis com aplicações industriais. Segundo a NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*), é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos. Segundo Moraes Castrucci (2012, p.25).

3.2 SENSORES FOTOELÉTRICOS ÓPTICOS

Em aplicações industriais automatizadas existe a necessidade de monitorar determinadas grandezas físicas da planta ou processo a controlar, a fim de que o controlador possa aplicar o adequado sinal de excitação dos atuadores para obter a resposta desejada.

Os sensores fotoelétricos ópticos (SICK Soluções em Sensores, 2005, p. 5) são fabricados com a finalidade de emitir e receber a irradiação de luz infravermelha modulada com a função de alterar seu estado de saída inicial na interrupção ou presença de acionador.

Os sensores são indicados quando o contato físico não é possível, ou quando o material não pode ser detectado por outros tipos de sensores. Ex: para medir a posição, o deslocamento e contagem de objetos. Podem ser de diversos tipos, sendo empregados numa infinidade de aplicações na indústria e em outros campos. Sensores que trabalham com a luz são muito mais rápidos, não apresentando praticamente inércia e não têm peças móveis que quebram ou desgastam.

3.2.1 SENSOR FOTOELÉTRICO DE BARREIRA

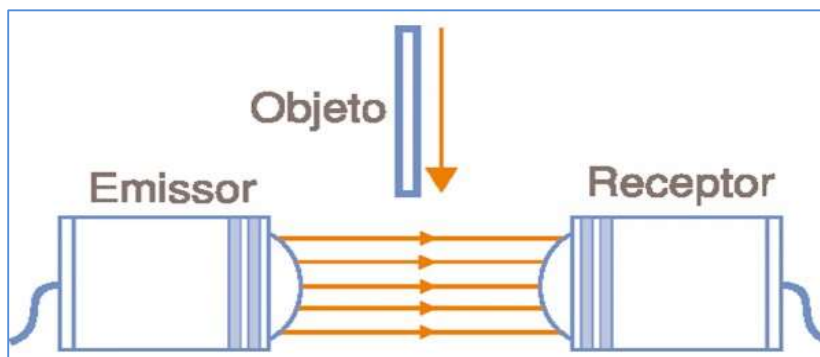


Figura 1: Sensor de barreira.
Fonte: Werneck (1996).

Neste tipo de transdutor, o emissor e o receptor encontram-se em dois dispositivos diferentes. Assim temos o emissor e o receptor de luz em dois invólucros diferentes. Para a sua instalação, as partes de emissão e recepção da luz necessitam estar um de frente para o outro. As partes são alinhadas para que o feixe de luz seja dirigido para o receptor, assim, quando um objeto passa entre as partes o feixe de luz é interrompido, dando-se então a detecção do objeto.

Dependendo da fonte luminosa, tem a grande vantagem que pode permitir uma distância considerável entre emissor e receptor, podendo chegar a alguns casos, até 50m. Como exemplo na figura 1, o objeto a detectar encontra-se na passagem do feixe luminoso

3.2.2 SENSORES FOTOELÉTRICOS RETROREFLEXIVOS

Neste sistema o transmissor e o receptor estão na mesma unidade. O feixe de luz chega ao receptor somente após ser refletido por um espelho prismático, e o acionamento da saída ocorrerá quando o objeto a ser detectado interromper este feixe. Tem como vantagens, a precisão, distância de detecção média e simples de trabalhar, detecta objetos opacos e transparentes.

Na figura 2 há uma representação do feixe de luz sendo refletido.

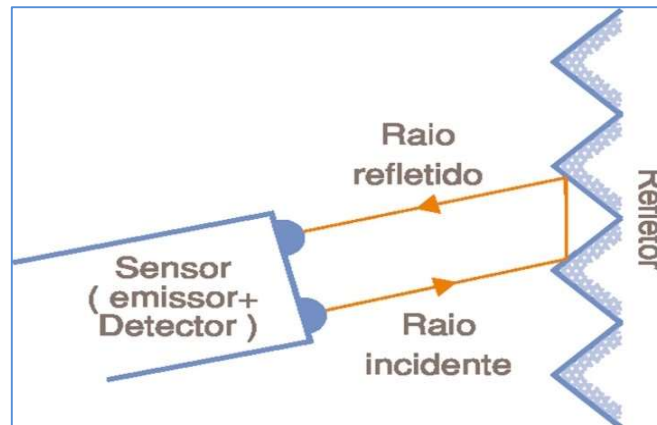


Figura 2: Sensor Fotoelétrico retroreflexivos.
Fonte: Werneck (1995).

3.3 COMPONENTES DE UMA USINA DE CANA-DE-AÇUCAR

Para auxiliar a compreensão do funcionamento de uma usina, o sequencial a seguir mostra um resumo dos passos da produção:

- Recepção, controle, descarga e limpeza da cana
- Preparação da cana
- Extração do caldo
- Tratamento do caldo
- Evaporação e cozimento do caldo
- Produção de açúcar
- Fermentação
- Destilação de álcool
- Produção do álcool
- Geração de vapor
- Geração de energia elétrica

Na figura 3 tem-se uma representação típica do processo produtivo de uma usina de açúcar e álcool.

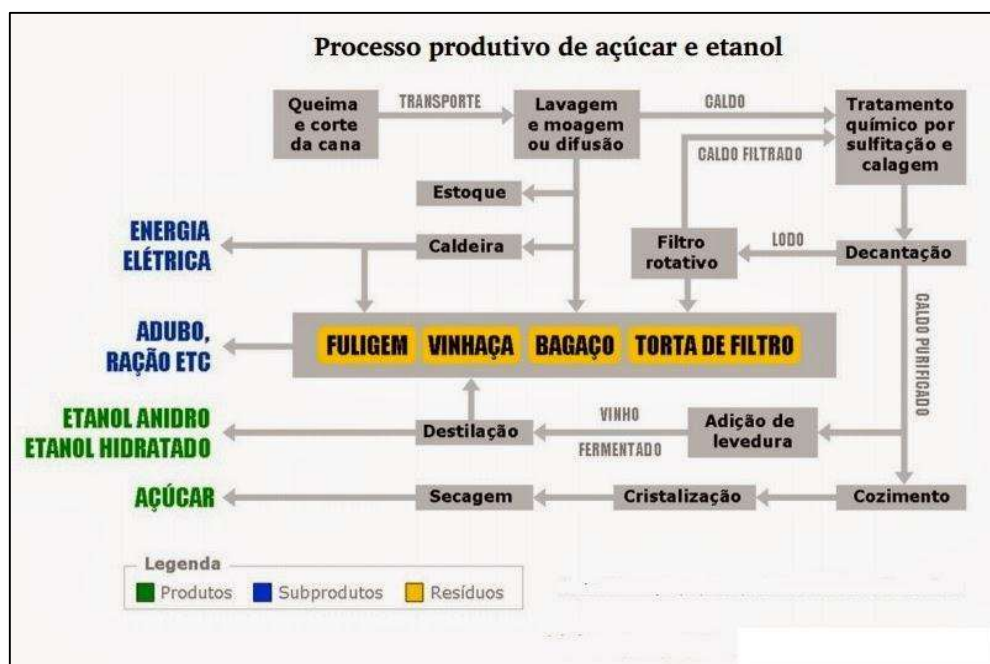


Figura 3: Diagrama de blocos do processo.
Fonte: Camelini (2011).

3.4 TOMBADOR LATERAL – HILO

O hilo é um guincho composto de uma estrutura tubular com altura variando entre 13 e 16 metros. Efetua o descarregamento da carga de cana geralmente em uma rampa de descarregamento, ou nas mesas alimentadoras. Sua capacidade de tombamento pode chegar a 60 toneladas. Os hilos são equipados com moto-redutor, inversores de frequência, freios eletromagnéticos, chaves fim de curso.

O princípio de funcionamento é simples, o motorista estaciona caminhão ao lado do tombador¹ e um operador engata as correntes ou cabos do caminhão aos ganchos do tombador hilo. O guincho eleva a carga do caminhão despejando na mesa alimentadora.

¹Tombador: equipamento utilizado para descarregar os caminhões de cana nas usinas de açúcar e álcool.

Para a manutenção preventiva necessita de alguns cuidados, como por exemplo: atentar para a lubrificação dos cabos, efetuarem regulagem dos cabos, freios e correntes quando necessário.

Como na manutenção, a operação também tem os seus cuidados pessoais como: utilizar os EPIs corretamente, atentar para não escorregar sobre as canas que possam cair no piso, observar atentamente o movimento de subida e descida do balanço², atentar para a movimentação dos caminhões e do trator de limpeza do piso, ficar atento para um possível rompimento dos cabos.

Na figura 4 tem-se uma representação real do processo de descarga de um caminhão com o auxílio do hilo



Figura 4: Guincho suspendendo as carretas de cana-de-açúcar.
Fonte: Próprio autor.

²Balanço: é provido de ganchos que levantam o tubo ao qual estão presos os cabos, movimentando-o no sentido ascendente.

4 JUSTIFICATIVA

Segundo (MEREDITH, 1973) um sistema pode ser definido como uma coleção de componentes, conectados por algum tipo de interação ou relacionamento, sendo capaz de responder a estímulos ou demandas e de realizar algum propósito ou função. Cada componente responde a um estímulo de acordo com a sua natureza, porém o estímulo recebido, assim como o comportamento do componente, é condicionado pela sua interação com os demais componentes.

Diante deste contexto o sistema de automação do processo de descarga de cana-de-açúcar em usinas de açúcar e álcool com acionamento do hilo em modo automático descrito aqui pode ser considerado um sistema dentro do sistema maior que é a produção de açúcar e álcool.

A melhoria continua dos produtos e serviços, garantindo também a segurança dos seus colaboradores, é uma regra geral válida para as empresas que desejam alavancar os negócios e permanecer no mercado.

É possível relacionar as seguintes justificativas para este projeto ser realizado:

- Aumento do desempenho de descarga de cana;
- Processo contínuo, pois evitará falhas nas esteiras transportadoras;
- Diminuição no embuchamento do espalhador, causado por excesso de cana na esteira;
- Diminuição do tempo que o caminhão permanece dentro do parque industrial;
- Garantia de que o caminhão esteja estacionado corretamente;
- Evita que o caminhão se desloque com os cabos engatados, ou até mesmo seja içado pelo hilo;
- Prevenção de acidentes, reduzindo o número de pessoas circulando na área de risco;

5 MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia aplicada na realização do projeto obedecerá às etapas como listadas a seguir: método de pesquisa foi realizado de acordo com os seguintes tópicos abaixo:

- Pesquisa bibliográfica: levantamento materiais referentes ao assunto e revisão bibliográfica;
- Pesquisa aplicada: seleção dos materiais a serem utilizados no projeto (sensores, câmeras, atuadores);
- Pesquisa experimental: construção e montagem e instalação do equipamento.

5.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Trata-se da busca incessante sobre a delimitação do assunto ou tema, do material já existente, do que já foram estudado e/ou publicado, e a partir destes materiais: livros, revistas reconhecidas, publicações, artigos, periódicos e até mesmo com material da internet de sites confiáveis permitidos sem manipulação externa.

5.2 PESQUISA APLICADA

Segundo Boa Ventura (2004) a pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. Gil (2008) complementa afirmando que as pesquisas com esse tipo de natureza estão voltadas mais para a aplicação imediata de conhecimento sem uma realidade circunstancial, relevando o desenvolvimento de teorias.

Para implementação deste projeto, foram estudadas teorias relacionadas à automação de processos e controladores lógicos programáveis com suas diversas aplicações na indústria.

5.3 PESQUISA EXPERIMENTAL

Caracteriza-se por manipular diretamente as variáveis relacionadas com o objeto de estudo. Interfere-se diretamente na realidade, manipulando-se a variável independente a fim de observar o que acontece com a dependente. Pretende dizer de que modo ou por que causas o fenômeno é produzido.

6 DESCRIÇÃO DO PROJETO

O presente projeto propõe uma mudança do procedimento de descarga de cana-de-açúcar na usina de álcool ou açúcar. Pois, atualmente o acionamento da descarga do caminhão é executado com auxílio de dois funcionários responsáveis pelo engate da carga ao guincho de tombamento.

A proposta é efetuar o acionamento do hilo de cana picada de modo automático ou pela Sala de Controles da Moenda. Neste novo procedimento, não haverá necessidade de funcionários na descarga, será apenas o motorista do caminhão que liberará, através de botoeiras instaladas na casa de comandos do hilo, indicando à Sala de Controles da Moenda que a operação de tombamento da cana na mesa alimentadora poderá ser iniciada, ou até mesmo, liberando a automação independente da Sala de Controles da Moenda. A Sala de Controles da Moenda monitora a atuação dos sensores para a descarga de cana na mesa alimentadora, intervindo se necessário.

Vistos os benefícios, tanto na segurança dos colaboradores, quanto no ganho de desempenho no processo que o presente projeto apresenta, será de grande importância a sua implementação na Unidade. Diante de sua importância no quadro geral da organização, a produção é um setor que precisa de atenção específica e processos de melhoria contínua de operações.

De acordo com Martins (2005) ao se trabalhar em prol da produtividade e segurança dos colaboradores consideram-se e constitui-se em consequentes a melhoria na satisfação dos clientes, a redução de desperdícios de estoques de matéria-prima, há melhora na eficiência do sistema produtivo quando considerada em relação às entradas e saídas de todo o processo.

6.1 ESTRUTURA ATUAL

Assim que o caminhão se aproxima do hilo, um operador auxilia para estacionar no local exato, em seguida engata as correntes ou cabos e fica aguardando um sinal sonoro vindo do operador de supervisorio que fica na sala de controle da

moenda. Após receber o sinal, o operador aciona a chave para subir o balanço que eleva a carreta do caminhão para tombar a carga de cana-de-açúcar. Com a carga descarregada, faz-se o processo inverso, abaixa o balanço e desengata as correntes liberando o caminhão.

A figura 5 mostra o procedimento de engate efetuado pelo operador. Enquanto isso, o motorista aguarda na cabine do caminhão.

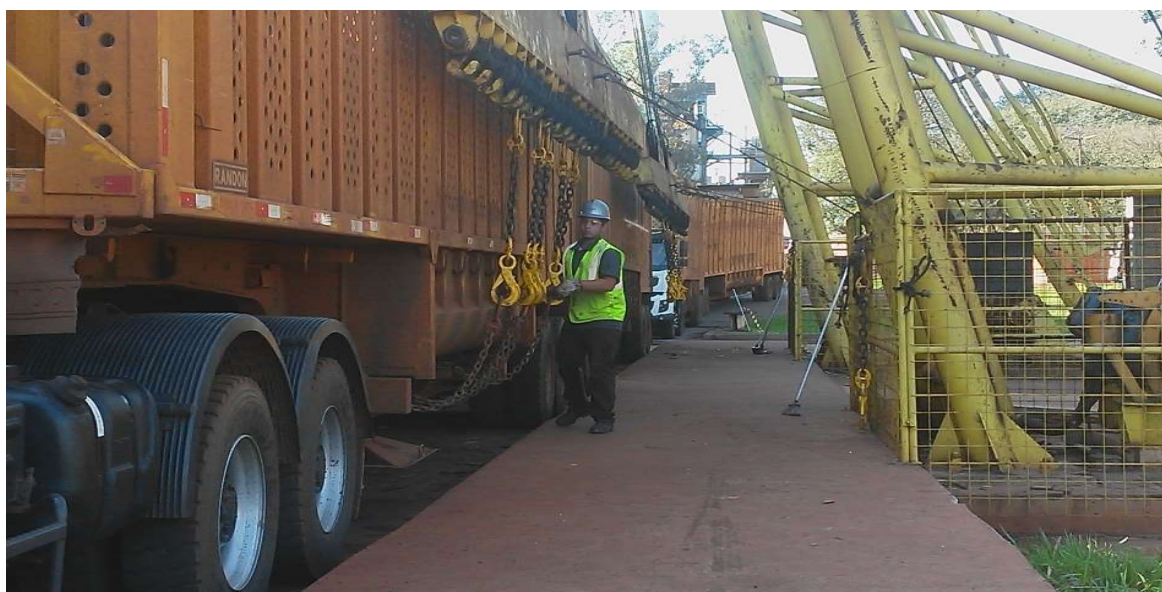


Figura 5: Procedimento de engate efetuado pelo operador.
Fonte: Próprio autor

6.2 ESTRUTURA FINAL

Os procedimentos de descarga da cana de açúcar serão feitos pelo motorista (engate / desengate do guincho) e não mais pelo operador. Para garantir a sua segurança, o motorista ficará protegido dentro de uma sala aguardando o término da descarga.

Nesta área, foi estudado o melhor posicionamento para as câmeras, sensores (1 a 12) e demais dispositivos para acionamento e segurança, tais como, botoeiras, lâmpadas de sinalização, entre outros (ver anexo A). Além disso, tem-se também as botoeiras para comunicação com a sala de comando (ver anexo A). Na figura 6 é mostrada a estrutura final.

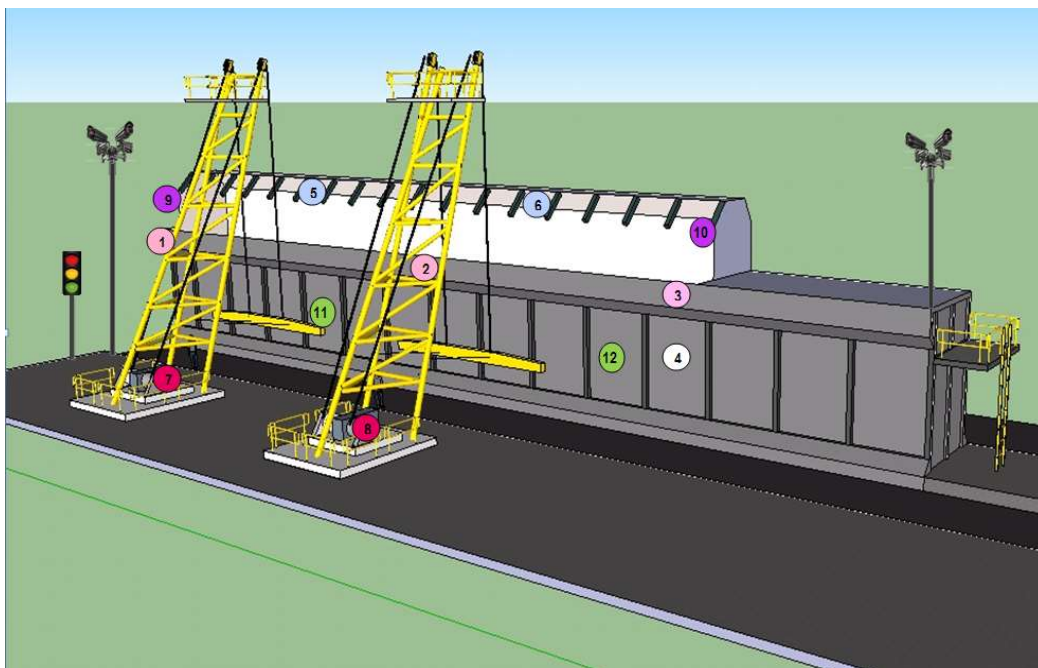


Figura 6: Hilo tombador com sensores de 1 a 12.
Fonte: Próprio autor.

6.3 PROCEDIMENTOS PARA OPERAÇÃO

Partindo-se da posição de repouso, com o operador de frente para o comando, deve-se:

- Examinar a área de trabalho.
- A barra de gancho estando no alto deverá descer. Para que isso ocorra, acionar a alavanca de comando e ligar o motor elétrico.
- Para o descarregamento da matéria prima uma vez o caminhão já posicionado ao lado da mesa alimentadora, deverá ser feita a ligação das correntes ou cabo de aço na barra de gancho.
- Uma vez engatado os ganchos na carroceria, passar à operação de descarga.
- Para suspender e rolar, basta acionar a alavanca do comando. A barra de ganchos irá subindo, levantando um lado da carga, enquanto que do outro, a carga irá rolando, escorregando sobre a carroceria do caminhão, caindo diretamente na mesa alimentadora.

6.4 SEQUÊNCIA DO FUNCIONAMENTO

1. Os sensores Fotoelétricos retroreflexivos (1, 2 e 3) farão o posicionamento dos caminhões.
 - A combinação lógica da presença da caçamba nos sensores indicará o tamanho da caçamba, e acionará uma sirene e o semáforo, sinalizando ao motorista o momento de parada.
 - Considera-se que uma pequena diferença (300 mm) no posicionamento da caçamba, não será problema para se efetuar a descarga.
2. Após o engate da caçamba no hilo, o sistema irá verificar se existe cana na esteira através do sensor de barreira (4) para liberar o tombamento da caçamba
3. Os fins de curso baixo dos programadores rotativos evidenciam se houve falha no acionamento. Por segurança, é necessário o uso dos dois programadores rotativos, nos dois carretéis de içamento.
4. A caçamba será içada até atingir os sensores de inclinação da caçamba (5 e 6), sendo o fim de curso alto do programador rotativo (7 e 8), equipamento de segurança adicional ao sensor de inclinação. Não será considerada a utilização do avanço e recuo do balanço, já que no hilo o avanço e recuo são feitos por um contrapeso.
5. Os sensores de presença de cana no tombador (9 e 10) evidenciam se a carga foi totalmente descarregada, e aciona o retorno da caçamba.
6. O sensor de inclinação também evidencia se a caçamba foi retornada ao seu local de repouso, servindo como resposta do acionamento do hilo.
7. O fim de curso baixo (7 e 8) desativa o hilo.
8. O motorista retira os cabos, e o próximo caminhão estaciona, repetindo o ciclo de descarga.
9. A velocidade da esteira de descarga ocorre em função da altura do colchão de cana, medida pelo sensor capacitivo inicial (11).
10. O sensor capacitivo final (12) garante a uniformidade da altura do colchão, após a movimentação da cana entre esteira de descarga e esteira metálica, evitando formação de buchas devido ao excesso de cana na esteira.

11. Todo processo será monitorado pelo operador da sala de controle, que através de quatro câmeras, posicionadas estrategicamente, possa garantir a segurança das pessoas envolvidas no processo de descarga e também intervir na operação caso necessário.

6.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Uma das principais vantagens nesse projeto será diminuição no embuchamento do espalhador que tem a função de descompactar a cana desfibrada que sai em forma de pacotes. É necessária esta descompactação para se obter um nível de colchão mais fino e uniforme para a esteira transportadora de cana desfibrada, facilitando assim o trabalho do eletroímã e conseqüentemente o restante do processo de extração do caldo da cana de açúcar (D' AVILA, 2003).

O embuchamento é causado, devido ao excesso de cana na esteira, que por não haver comunicação do operador do Hilo, com a sala de controle, as descargas da matéria-prima são feitas, ora atrasada ora adiantado. Na figura 7 temos representação de um espalhador e na figura 8 o seu funcionamento.

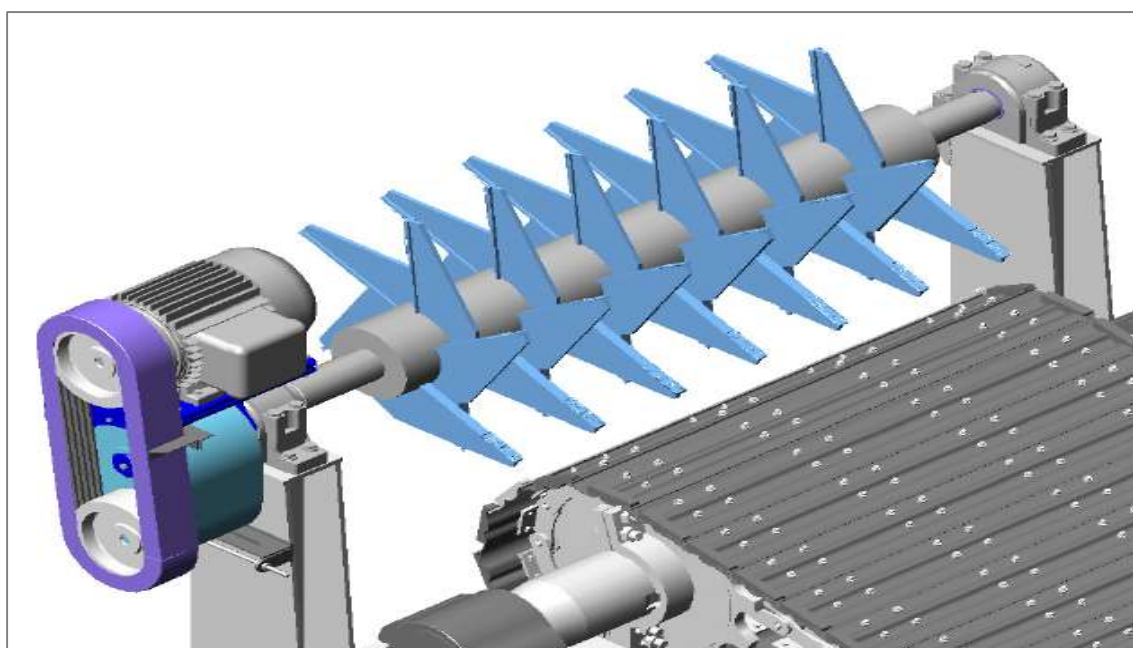


Figura 7: Esquema de um espalhador.
Fonte: Dedini (2007).

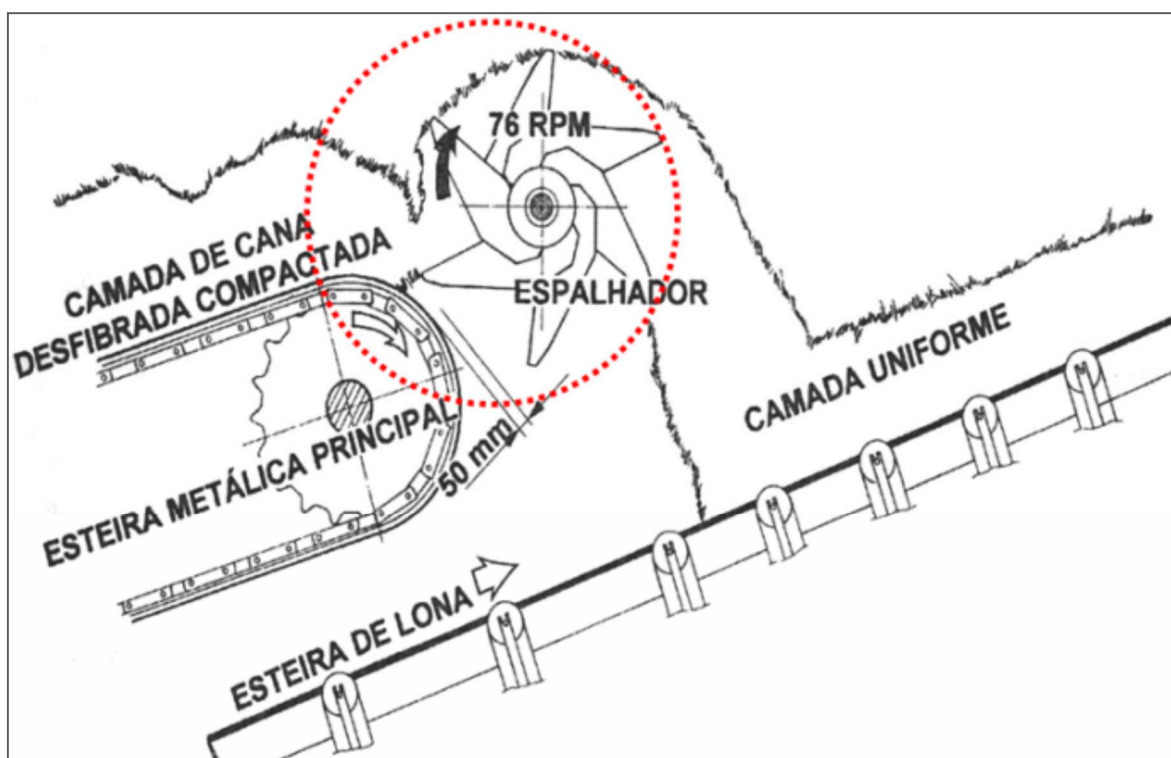


Figura 8: Funcionamento de um espalhador.
Fonte: Caltarosso (2011).

Dentre outras vantagens podemos citar também:

- Moagem constante e sem falhas;
- Diminuição do tempo que o caminhão permanece dentro do parque industrial;
- Diminuição do risco de acidentes no pátio;
- Otimização do quadro de funcionários.

Como desvantagens podem citar:

- Custo da implantação;
- Custo de manutenção dos equipamentos;

6.6 AUTOMAÇÃO DO SISTEMA

Com os equipamentos de campo devidamente instalados e testados, o próximo passo do projeto foi interligar as entradas e as saídas discretas (digitais) nos cartões do controlador lógico programável (CLP), já existente na planta.

Um CLP possui a seguinte arquitetura:

- Fonte de alimentação;
- Unidade Central de Processamento (UCP);
- Memórias dos tipos: fixa (ROM) e volátil (RAM);
- Dispositivos de entrada e saída;
- Terminal de programação;

A seguir a relação dos componentes que compõem o CLP GE FANUC, instalado no CCM (centro de controle de motores) da extração de cana-de-açúcar:

- Fonte de alimentação – mod. IC693PWR321M
- Módulo CPU- mod. IC693CPU3331M
- Módulo Coprocessor- mod. IC693PCM301L
- Módulo Ethernet- mod. IC693CMM321
- Módulo Profibus DP- mod. IC693PBM200
- Cartão de saída Digital- mod. IC693MDL310
- Cartão entrada digital- mod. IC693MDL240
- Cartão saída analógica- mod. IC693ALG390
- Cartão entrada analógica – mod. IC693ALG220

No anexo B tem-se as configurações da lógica do CLP com detalhes da programação em *ladder*.

Na Figura 9 um *rack* com um CLP com seus respectivos módulos.



Figura 9: CLP GE FANUC montado.
Fonte: Control & Protection (2015).

6.7 REVISÃO DOS CUSTOS

Como já existe um CLP montado e instalado na área da moagem, não haverá custo com este equipamento, será necessário apenas acrescentar a lógica de programação definida para o projeto.

No quadro 1 tem-se uma relação dos materiais a serem utilizados no projeto.

Descrição	Quantidade	Valor [R\$]	Total [R\$]
Sensores ópticos	4pc	2.500,00	10.000,00
Sensores capacitivos	2pc	1200,00	2400,00
Câmeras	4pc	2.400,00	9.600,00
Software gerenciamento	1pc	7.300,00	7.300,00
Pack de expansão 08 câmeras	1pc	4.800,00	4.800,00
Switch 8 portas	1pc	450,00	450,00
Botão <i>push-botton</i>	3pc	100,00	300,00
Cabo UTP	600m	0,85	510,00
Cabo 3x18 AWG	250m	2,70	675,00
Cabo 2x1,5 mm ²	900m	0,89	801,00
Fim de curso	2pc	500,00	1000,00
Botão emergência	2pc	165,00	330,00
Serviço de montagem	1un.	12.000,00	12.000,00
TOTAL GERAL [R\$]			50.166,00

Quadro 1: Planilha de custos do projeto.
Fonte: Próprio autor.

7 SUPERVISÓRIO IFIX

Supervisório IFIX é um sistema de hardware e software que permite ao operador informações em tempo real (online) de um processo, com, por exemplo, variáveis de temperatura, nível, vazão, pressão, densidade, e também executa comando com, ligar e desligar motores, abrir e fechar válvulas, monitorar alarmes, etc.

O iFIX ® é o software HMI/SCADA da GE Fanuc. É constituído por dois servidores SCADAS (*SupervisoryControlAnd Data Acquisition*) que estão ligados aos CLPs (Controle Lógico Programável) também da GE Fanuc, que faz a aquisição dos dados de instrumentos e equipamentos de campo e no mínimo mais duas estações clientes. NA figura 10, tem-se a tela do sistema de supervisão do Hilo Tombador, rodando no sistema HMI/SCADA.

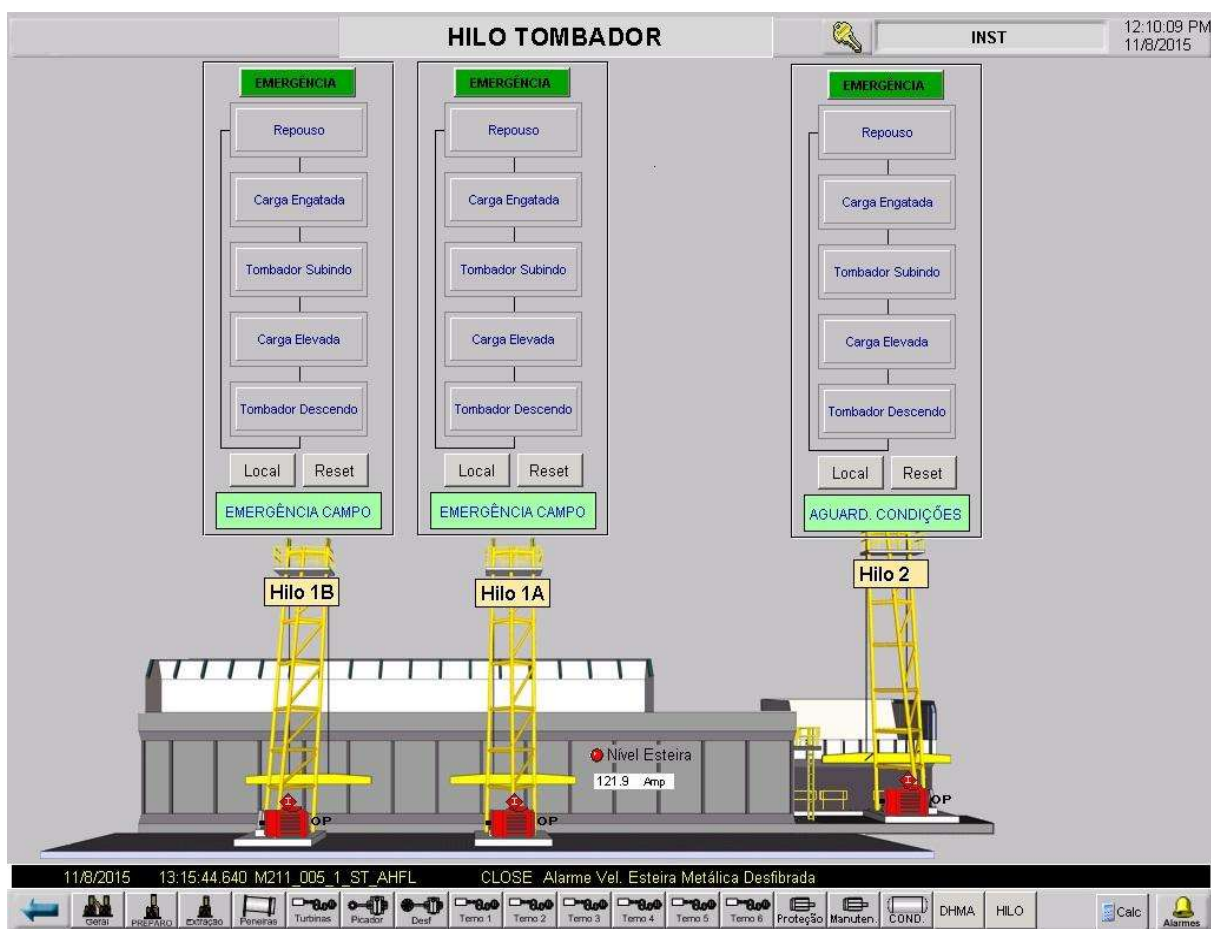


Figura 10 – Tela de supervisão do hilo tombador.
Fonte: Próprio autor.

8 RESULTADOS OBTIDOS

No período de uma semana foram feitas as medições do tempo em que o operador leva para fazer todo o procedimento, desde o sinal para o motorista parar o caminhão, engate das correntes, elevação da carga, descer a caçamba do caminhão e finalmente o desengate das correntes e liberação do caminhão. Chegou a uma média de 6 minutos por ciclo.

Feito a mesma medição de tempo com o motorista fazendo todo o procedimento em modo automático, sendo que os sensores de parada do motorista ao local correto para estacionar, o tempo de descarga também atingiu a média de 6 minutos.

Com relação ao tempo, já era previsto que não tivesse grande variação, pois a descarga depende do nível de cana que existe sobre a esteira que recebe a matéria prima, pois uma nova carga sobre a anterior resultaria em uma possível bucha³ sobre a esteira e, conseqüentemente, uma parada no processo de moagem, descontinuando as demais etapas de fabricação.

Portanto, na análise do tempo de descarga, não depende apenas da agilidade do funcionário, mas também de como o processo está nas próximas etapas da indústria, vimos então que o tempo entre uma descarga e outra na houve diferença significativa e sim um processo mais contínuo e uniforme, porém a possibilidade de deslocar os funcionários para outras funções (otimização dos colaboradores).

Outros aspectos importantes foram observados:

- O motorista pode executar as manobras de engate do guincho e permanecer na sala de controle com mais segurança.
- Os sensores garantem o posicionamento do caminhão com mais exatidão.
- O procedimento de operação padroniza e facilita as manobras de engate e desengate do guincho pelo motorista.
- As câmeras e a nova sinalização do local aumentam a segurança da operação de descarga.

³Bucha: termo utilizado nas usinas para se referir ao excesso de cana sobre o espalhador.

9 CONCLUSÃO

Um fator de grande importância, em que as empresas de modo geral vêm investindo e exigindo cada vez mais, é o quesito segurança, onde a integridade física dos colaboradores passa a ter papel principal e, ao mesmo tempo, sem comprometer o desempenho da produção. Desta forma, a empresa teve motivação para implementar este projeto e optou pelo investimento para melhorar a área de descarga de cana de açúcar.

Dentre os resultados obtidos, foi observado um aumento da segurança na operação desta área, visto que as novas câmeras e sensores garantem o posicionamento do caminhão com mais exatidão e a nova sinalização do local melhora a visualização dos pontos de risco do ambiente durante a operação de descarga da usina.

Em relação à segurança das pessoas, um fator importante é o motorista poder executar as manobras de engate do guincho e permanecer na sala de controle com mais segurança até ao final do processo. Isto implica um menor número de funcionários circulando nesta área, assim o risco de acidentes tende a diminuir.

Além disso, a padronização do procedimento de operação facilita as manobras de engate e desengate do guincho realizadas pelo motorista.

Outro item de grande importância para a empresa é o retorno financeiro do investimento aplicado, independente do porte e/ou ramo de atividade, pois é dele que as empresas sobrevivem. Pois, com a nova configuração o operador será um funcionário disponível para outra área, causando até mesmo uma redução do quadro, isso resultaria em menor custo na folha de pagamento e demais custos por conta do empregador, e, conseqüentemente, no aumento do lucro.

Levando em consideração que o custo total de um funcionário para a referida função é em média R\$ 1800,00 mensais; contabilizando a folha mensal, FGTS, férias, 13º salário, adicional noturno, e demais taxas e impostos de responsabilidade da empregadora, isso resultaria no custo anual de, aproximadamente, R\$ 24.000,00 por funcionário, lembrando que a empresa trabalha 24 horas por dia em sistema de três turnos, esse custo triplicaria para R\$ 72.000,00 anuais.

Analisando o custo para automatizar o hilo, que ficou pouco mais de R\$ 50.000,00 (ver quadro 1) e tornar o processo mais contínuo e com maior segurança,

podemos concluir que os resultados obtidos nesse projeto fornecem informações de grande importância na tomada de decisão na gestão da empresa, tanto no aspecto do retorno financeiro sobre o investimento aplicado, que teve resultado positivo em pouco menos de um ano, quanto na qualidade e segurança do trabalho das pessoas envolvidas. Tudo isso contribui com a melhora do desempenho e produtividade na produção e a sustentabilidade da empresa.

10 TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido projeto para automatizar o processo de descarga dos caminhões de cana-de-açúcar em usinas de açúcar e álcool, com o principal intuito de otimizar o quadro de funcionários e garantir a segurança dos colaboradores.

Como sugestão de trabalhos futuros, dando sequência a este projeto, um outro projeto de tornar totalmente automatizado todo o processo de descarga da cana, construindo um dispositivo no caminhão que o motorista não precisaria descer para engatar os cabos, bastando apenas estacionar no local correto e indicar para o supervisor que está liberado na sequência de descarga.

Outra sugestão seria efetuar o treinamento dos funcionários quanto aos procedimentos de operação do supervisor e das manobras de engate / desengate do guincho, incluindo procedimentos de manutenção e primeiros socorros em caso de acidentes.

REFERÊNCIAS

AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 4., Piracicaba, 1976. Anais. Piracicaba: Copersucar, 1976. p.417-424.

BOAVENTURA, Edivaldo Machado. “**Metodologia da pesquisa**”: monografia, dissertação, tese. São Paulo: Atlas, 2004. 160 p.

CAPELLI, Alexandre.”**CLP Controladores lógicos programáveis na prática**”.São Paulo: Antenna. 2007.

CALTAROSSO, Fábio - Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos –“**Análise de tensão em equipamentos de moagem da cana-de-açúcar usando o método dos elementos finitos**”. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18145/tde-17012011-144324/publico/DISSERTACAOFABIO .pdf> acessado em: 5/outubro/2015

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
D’ AVILA, A. C. (2003). **Processos de recepção, preparo e moagem da matéria prima**. [S.L.: s.n]. 224p.

MEREDITH, D. D., K. W. *Wong*, R. W. Woodhead e R. H. Wortman, **Design and Planning of Engineering Systems**, Prentice-Hall, N. J., 1973.

MARTINS, Petrônio Garcia. **Administração da Produção**/ Petroni G. Martins, Fernando P. Laugení. – 2. ed. rev., aum. E atual. – São Paulo: Saraiva, 2005.

MORAES, Cícero Couto; CASTRUCCI, Plínio de Lauro.**Engenharia de Automação Industrial**.2ª Ed. São Paulo: LTC.2012

MOTOCANA. **Sequência de operações**. Disponível em: <http://www.motocana.com/2011/painel/docs/a4fd1a15cae156d1acfe79b64fc6925a.pdf>. Acessado em: out/2015.

SICK SOLUÇÕES EM SENSORES. **Sensores Industriais**, São Paulo, v.8, p.5-8, 2005.

SIMISARecepção. Disponível em: <www.simisa.com.br/arquivos/download/Download13.pdf>. Acessado em: 9/novembro/2015.

CALTAROSSO, Fábio - Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos - **Análise de tensão em equipamentos de moagem da cana-de-açúcar usando o método dos elementos finitos**. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18145/tde-17012011-144324/publico/DISSERTACAOFABIO.pdf>>. Acessado em: 5/novembro/2015.

HUGOT, E. **Manual da engenharia açucareira**. São Paulo: Mestre Jou, 1969. v.1, 97p.

HULETT, D.J.L. **Controle automático e instrumentação usados no processamento da cana-de-açúcar.** In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA

PAYNE, J.H. **Operações unitárias na produção do açúcar de cana.** São Paulo: Nobel, 1989. 245p.

WERNECK, Marcelo Martins. **Transdutores e interfaces.** 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. 225 p

ANEXOS

ANEXO A – Imagens dos dispositivos instalados



Figura A-1 – Fim de curso rotativo (7 e 8).
Fonte: Próprio autor.



Figura A-2 – Fim de curso rotativo (7 e 8).
Fonte: Próprio autor.



Figura A-3 – Sensor de nível (11 e 12).
Fonte: Próprio autor.



Figura A-4 – Sensor de inclinação (5 e 6).
Fonte: Próprio autor.



Figura A-5 – Sensor de estacionamento (1 e 2).
Fonte: Próprio autor.

Figura A-6 – Sensor de inclinação (1 e 2).
Fonte: Próprio autor



Figura A-7 – Semáforo.
Fonte: Próprio autor.



Figura A-8 – Painel de comando manual e automático .
Fonte: Próprio autor.



Figura A-9 – Placas de Segurança e Emergência.
Fonte: Próprio autor.

ANEXO B - Descritivo da programação em *ladder*

A descrição a seguir, detalha o funcionamento geral do hilo tombador, os intertravamentos, bem como suas condições de segurança.

Na página “Operação do hilo 1A” inicia-se a sequência de operação de funcionamento (figura B-1), na qual a primeira opção é a determinação do funcionamento em modo manual ou automático, sendo validada pela memória %M331, onde em nível lógico 0 o comando está em manual, sendo executado somente pelo operador via campo, e nível 1 com execução pelo CLP; sendo também sinalizado com sinaleiro no campo em que modo está o funcionamento, para facilitar no trabalho do operador.

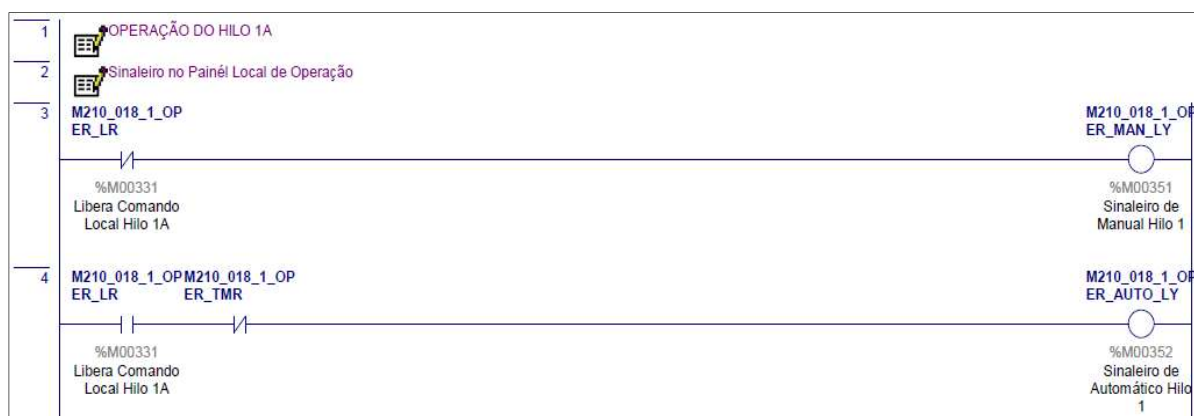


Figura B-1 – Início da operação.

Fonte: Próprio autor.

A etapa inicial é “Repouso”, onde devem obedecer alguns itens para garantir a segurança do patrimônio da empresa e a integridade física dos funcionários; onde:

%M294 – Emergência do supervisor deve estar liberada;

%M324 – Emergência de campo deve estar liberada;

%M331 – Funcionamento deve estar em modo automático;

%M325 – O hilo tombador deve estar com o sensor baixo atuado, garantindo assim sua posição;

%M326 – O sensor alto não pode estar atuado também para garantir que o tombador não esteja fora da condição de repouso;

%M16164 – O tombador não deve estar com status de subindo;

- %M16193 – O tombador não deve estar com status de descendo;
- %M296 – O sistema não deve apresentar nenhuma falha;
- %M16141 – O sistema deve estar em modo Programa;
- %M298 – A etapa elevação não pode estar ativa;
- %M299 – A etapa descendo não pode estar ativa;
- %M301 – O motorista ainda não pode ter liberado a descarga;

Obedecendo todos os itens acima simultaneamente, o hilo estará na etapa repouso ativando %M293, só então poderá iniciar o descarregamento.

Na figura B-2, mostra a etapa repouso em *ladder*.



Figura B-2 – Etapa repouso em *ladder*.

Fonte: Próprio autor.

Estando na etapa repouso, o próximo passo é operacional, onde o motorista deve posicionar o caminhão na lateral do tombador e engatar as correntes disponíveis do tombador no caminhão, e só então apertar o botão na cabine de comando, informando ao programa que a carga está liberada para descarga, como mostra a figura B-3.

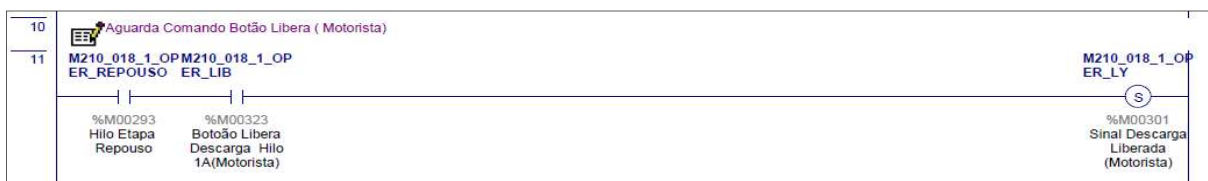


Figura B-3 – Descarga liberada.

Fonte: Próprio autor.

Com a carga liberada para descarregar, a próxima condição é aguardar o nível de a esteira metálica baixar, através de 3 sensores localizados na lateral da mesma que verificam o nível de cana, e também o monitoramento da corrente do motor, determina o momento correto para descarga, e juntos atuam o %M402, como na figura B-4.

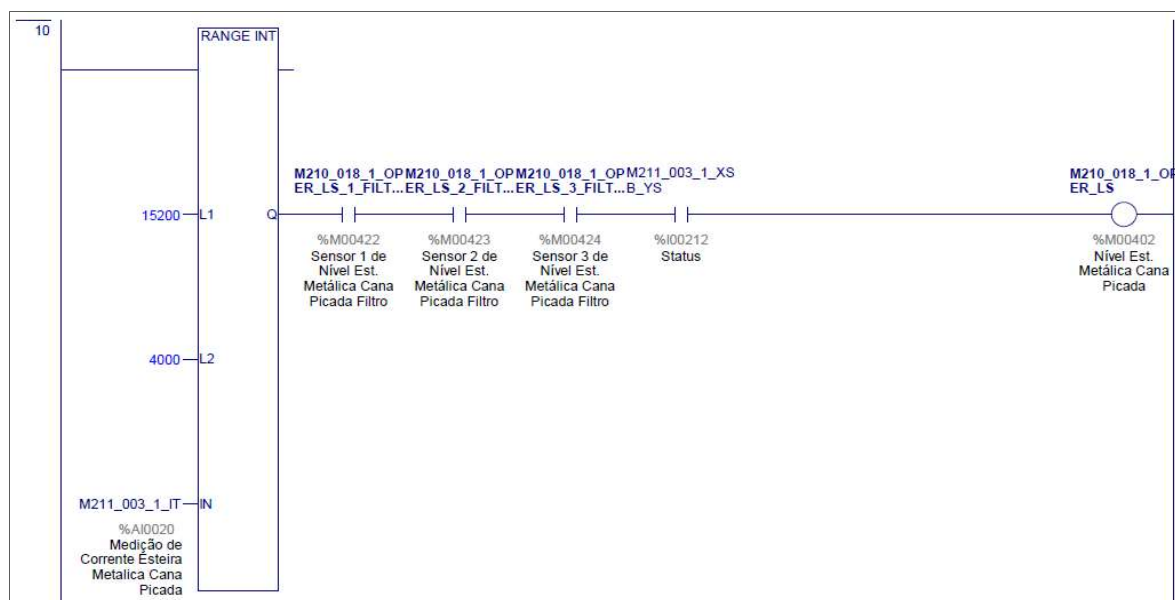


Figura B-4 – Monitoramento de nível e corrente da esteira.

Fonte: Próprio autor.

Com isso, garante para não tombar uma carga sobre a anterior, evitando assim possíveis buchas na esteira devido muito peso sobre ela, liberando a etapa “elevação”, como mostrado na figura B-5.

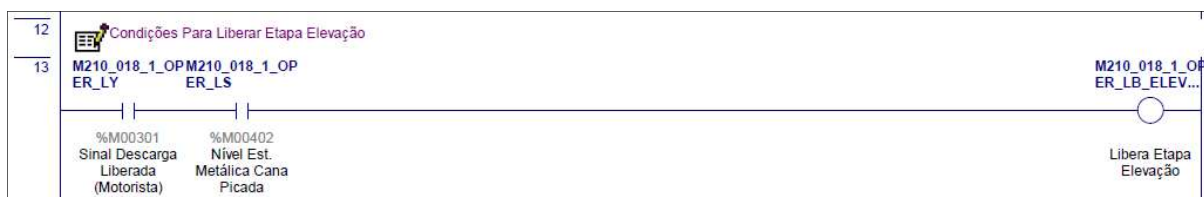


Figura B-5 – Liberação da etapa elevação.

Fonte: Próprio autor.

A etapa “elevação” é onde tem o acionamento do motor do hilo e por tratar de várias toneladas no içamento, é onde tem maior risco, sendo necessário garantir a segurança novamente, repetindo as condições da etapa “repouso” e após liberar a etapa elevação é que realmente entrará na devida etapa, como mostra a figura B-6.

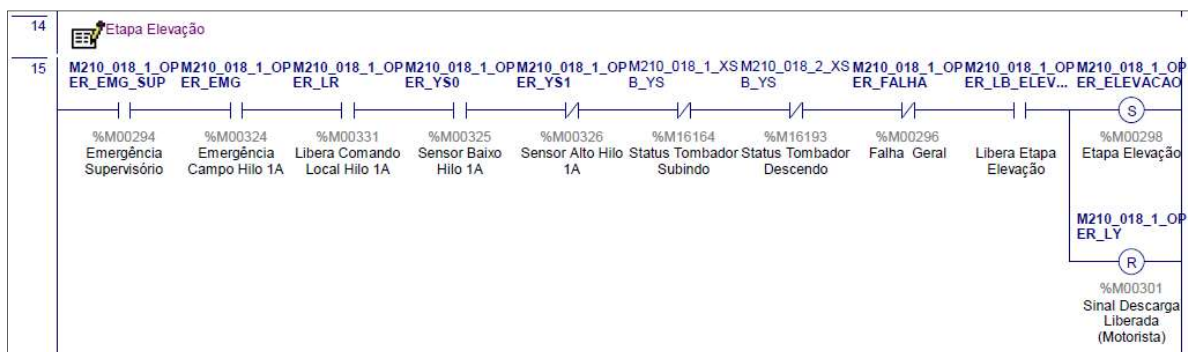


Figura B-6 – Etapa elevação.

Fonte: Próprio autor.

Após ativar a etapa “elevação” é acionada uma sirene próximo ao caminhão para alertar as pessoas que o tombador irá subir e em seguida é acionado o motor do hilo e a carga começa a ser içada até que a mesma atue o sensor de carga elevada ou sensor alto do hilo e pare o motor “resetando” a etapa “elevação” e com um pulso seta a etapa “em cima”, como na figura B-7.

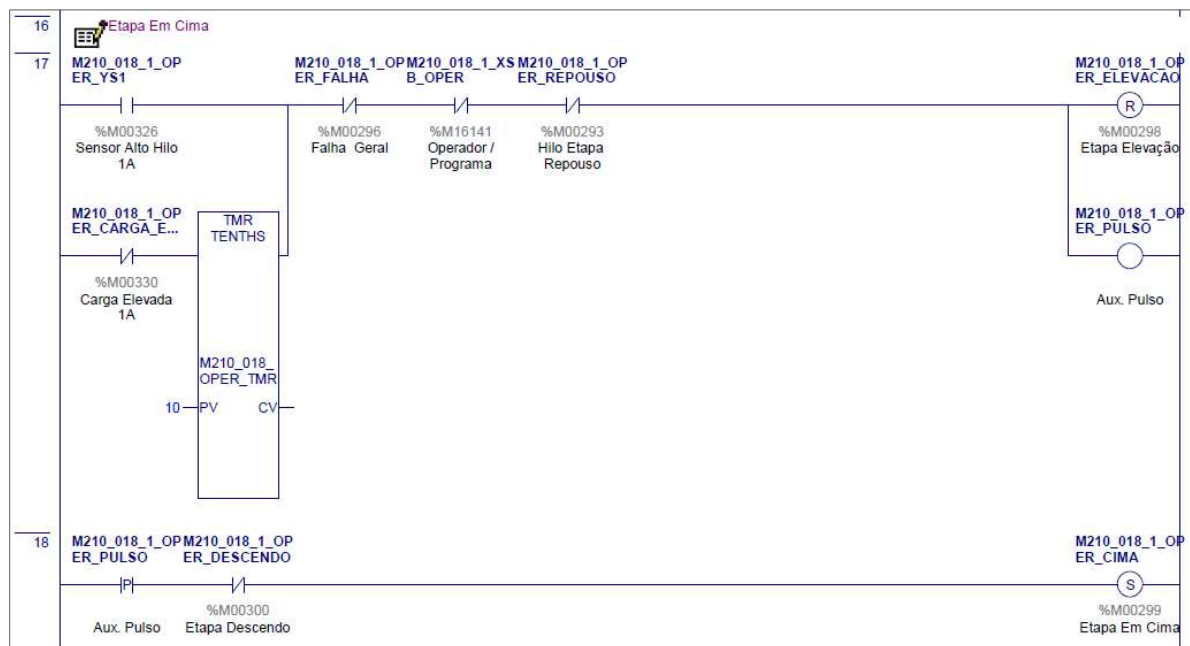


Figura B-7 – Etapa em cima.

Fonte: Próprio autor.

Estando na etapa “em cima”, é acionado um temporizador para garantir que toda cana é transferida para a esteira, não restando sobras no caminhão e evitando desperdício; esse tempo é editável pelo operador do sistema supervisão, que

normalmente fica em torno de 10 segundos e em seguida libera a descida do tombador; como mostrado na figura B-8.



Figura B-8 – Tempo para descarga.

Fonte: Próprio autor.

Após a liberação da descida, são monitorados os requisitos de segurança, pois irá acionar o motor novamente acionando a etapa “descendo” e “resetando” a etapa “em cima”, novamente é acionado a sirene como alerta de segurança; desligará o tombador quando até o mesmo encontre o sensor baixo, “setando” novamente a etapa “repouso” e liberando o motorista a desengatar as correntes e aguarda uma nova descarga; como na figura B-9.

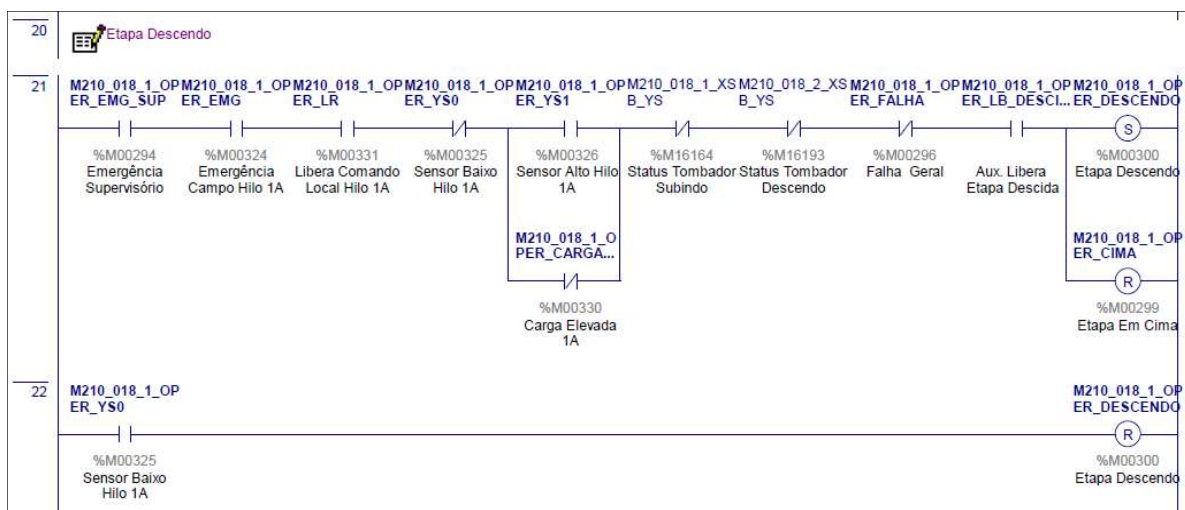


Figura B-9 – Etapa descendo.

Fonte: Próprio autor.

Como mencionado anteriormente, toda vez que for acionar o motor do tombador, na etapa “elevação” ou “descendo”, por segurança irá acionar primeiramente a sirene de advertência por dez segundos, para evitar algum tipo de acidente com o pessoal envolvido, como ilustrador na figura B-10.

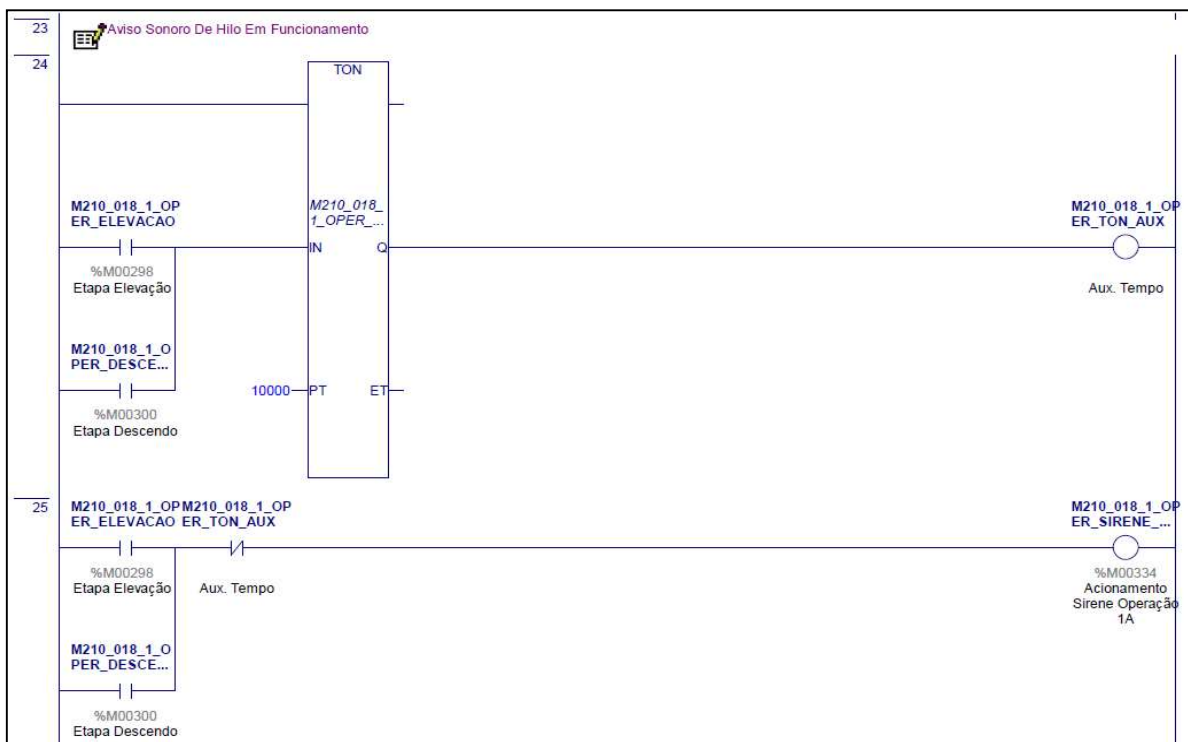


Figura B-10 – Acionamento da sirene de advertência.

Fonte: Próprio autor.

O acionamento do motor do tombador é feito apenas nas etapas de “elevação” e “descendo”, aguardando 5 segundos para ter o efeito da sirene e na sequencia acionando o respectivo motor, pelo comando programa 1, e desligando o mesmo ao sair da etapa pelo comando programa 0, como no *ladder* da figura B-11.

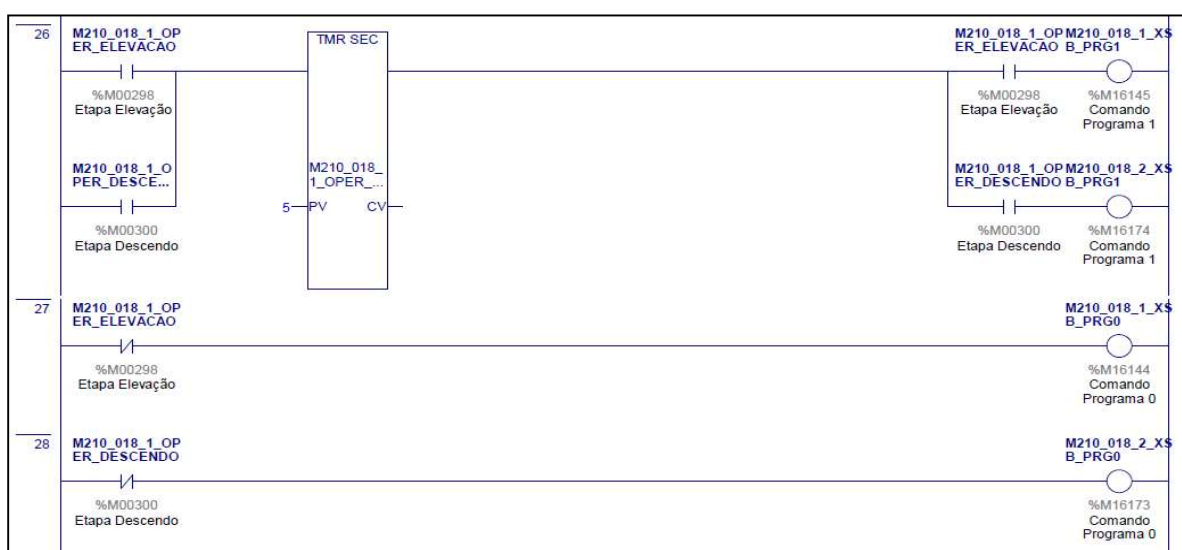


Figura B-11 – Acionamento do motor do tombador.

Fonte: Próprio autor.

Após qualquer divergência que ocorra no sistema de descarga, ocorrerá uma falha, que conseqüentemente irá “resetar” qualquer etapa que estiver em processamento, como a figura B-12; neste caso o acionamento deverá ser executado manualmente para retornar na etapa repouso, e a partir de então reiniciar o processo automaticamente.



Figura B-12 – Reset geral de falhas.

Fonte: Próprio autor.

Para visualizar as respectivas etapas no sistema supervisório, foi elaborada uma sequência de requisitos para definir cada uma, sendo monitorada através do %R3455, como exemplo na figura B-13, onde:

- 0 = Local;
- 1 = Repouso;
- 2 = Carga Engatada;
- 3 = Sirene Atuada;
- 4 = Hilo em Elevação;
- 5 = Carga Elevada;
- 6 = Hilo Descendo;
- 7 = Falha Inversor;
- 8 = Emergência Supervisório e;
- 9 = Emergência de Campo.

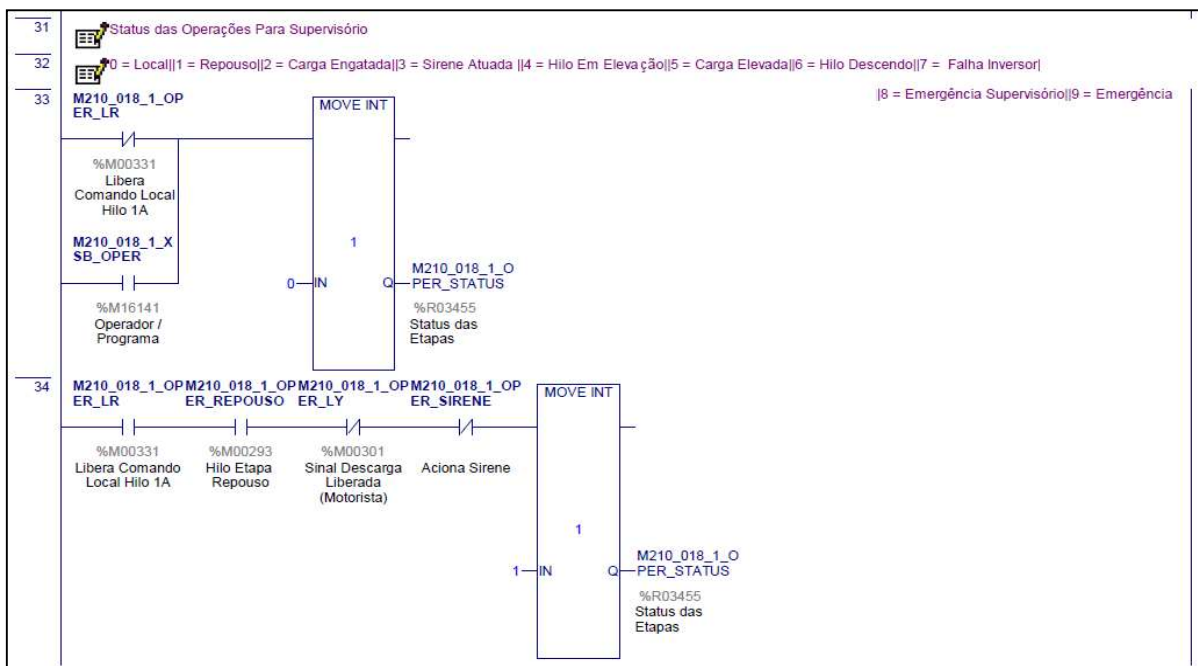


Figura B-13 – Status das etapas para sistema supervisório.
 Fonte: Próprio autor.