

## **Programa de Pós-Graduação em Automação e Controle de Processos Agrícolas e Industriais**

**BRUNO MOREIRA DE SOUZA - 62047**

### **Proposta de Automação da Moega do Processo de Produção de Óleo Vegetal**

Apresentação do trabalho de conclusão de curso como requisito parcial de avaliação da disciplina “ELT 554” do programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa.  
Orientador: Prof. Dr. Alexandre Santos Brandão

**Belém – PA  
Outubro de 2020**

## Resumo

Para a produção de um óleo de palma de qualidade, um importante parâmetro a ser observado é a acidez que ele apresenta. Quanto maior o grau de estresse mecânico que o cacho de fruto fresco (CFF) é submetido, bem como maior tempo decorrido entre sua colheita e seu processamento, o teor de acidez do óleo produzido é aumentado e, em contrapartida, seu valor comercial é diminuído. Tendo observado que logo na entrada do CFF no processo exige-se grande habilidade e atenção do operador da moega para que o carregamento de fruto fresco espere o mínimo possível para adentrar na usina, a automação do equipamento deve resultar em ganhos na sua operação. Desta forma, este trabalho teve como objetivo registrar os pontos que devem ser levados em consideração na automação de uma moega, bem como apresentar uma lógica de programação em linguagem Ladder que seja capaz de promovê-la. Diante das propostas de melhorias para se possibilitar a automação da moega, alguns possíveis ganhos diretos e indiretos puderam ser enumerados, podendo assim justificar este produto técnico.

**Palavras-chave:** Moega. Automação. Moega. Óleo de dendê.

## Sumário

1. Introdução.....	1
2. Objetivo.....	1
3. O Processo/Justificativa.....	2
4. Equipamentos e Melhorias Propostas .....	3
4.1. A moega	3
4.1.1. Área de descarregamento	4
4.1.2. Painéis de controle	4
4.1.3. Comportas	4
4.1.4. Alimentadores	5
4.1.5. Transportadores	5
4.2. Melhorias propostas	6
4.2.1. Área de descarregamento	6
4.2.2. Painéis de controle	6
4.2.3. Comportas	6
4.2.4. Alimentadores	6
4.2.5. Transportadores	6
4.2.6. Premissas consideradas na automação	7
4.2.7. Lógica implementada	8
5. Discussão e Conclusões.....	10
6. Referências Bibliográficas .....	11
7. Apêndice A .....	12

## 1. Introdução

O Brasil é um dos países com grande produção de óleos vegetais. Em relação ao consumo doméstico, dentre os óleos produzidos em ampla escala, dados apontam que o óleo de palma é o mais consumido do mundo, com cerca de 33% do total dos óleos vegetais, sendo os países asiáticos os maiores consumidores. Já o óleo de soja ocupa a segunda posição com, aproximadamente, 30% (ARANHA et al., 2018; OSAKI et al.; 2011). Além do consumo doméstico, os óleos vegetais apresentam viabilidade técnica para utilização como combustíveis. Somente não tiveram aplicação como substituto do petróleo por questões econômicas (FURLAN JÚNIOR et al., 2004).

A produção de óleo de soja (cerca de 600 kg/ha) e do óleo de amendoim (cerca de 857 kg/ha), são bem menores que a produção do óleo de palma, que chega a ser de 5 a 10 vezes maior que qualquer outro cultivo comercial destinado à produção de óleo vegetal (MANDARINO et al., 2005).

O óleo de palma é reconhecido internacionalmente por sua ampla utilização, com larga aplicação na agroindústria alimentar. Após ser refinado, tem importante papel na fabricação de sabões, detergentes, velas, produtos farmacêuticos, cosméticos, corantes naturais, entre outros (SILVA, 2006).

Na indústria do óleo de palma, assim como o setor industrial em geral, uma empresa para se destacar em seu segmento, deve possuir um produto de qualidade, com preço competitivo e conseguir disponibilizar ao mercado aquilo que ele o impõe (características do produto, volume demandado, prazo de entrega, etc.). Uma empresa competitiva deve trabalhar continuamente em melhorias em seu processo, buscando aumentar sua produção, bem como a qualidade de seus produtos e os oferecendo a um custo satisfatório. Para isso é importante o conhecimento e utilização da tecnologia como forma de inovação e melhoria do processo produtivo (GUARIZI, 2019). Neste contexto, a automação vem ajudando as organizações no aprimoramento dos seus produtos através de métodos de produção mais eficientes que, ao serem aplicados, implicam na otimização no tempo e a redução de custos (DAVI, 2018).

## 2. Objetivo

O objetivo deste produto técnico é registrar os pontos que devem ser levados em consideração na automação de uma moega de indústria de óleo de palma, bem como apresentar uma lógica de programação em linguagem Ladder que seja capaz de promovê-la.

### 3. O Processo/Justificativa

No processo de produção do óleo de palma, também conhecido como azeite de dendê, os cachos de fruto fresco (CFF) são apanhados já maduros da palma e aglomerados em determinados pontos de coleta. Tratores passam por entre o plantio e realizam a sua captura nestes pontos, transportando-os até locais onde é feito o transbordo para caixas de metal a serem recolhidas por caminhões roll on/roll off.



*Figura 1: Transbordo para caixa a ser recolhida por caminhões. Fonte: <https://www.biopalma.com.br/>*

Após coletados, o tempo para que sejam processados na indústria influencia diretamente na acidez do óleo produzido e, conseqüentemente, em sua qualidade. Quanto maior o grau de estresse mecânico e maior o tempo de espera para ser processado, maior a acidez do óleo produzido e, conseqüentemente, menor valor comercial do mesmo.

Depois de terem sido colhidos e recolhidos, os cachos de fruto fresco são transportados até a indústria e descarregados na moega (Figura 2). Uma vez ali, um operador tem a função de controlar a abertura e fechamento das comportas para garantir a alimentação de CFF aos transportadores, que irão levá-los para o interior da indústria.



*Figura 2: Caminhão roll on/roll off descarregando em moega*

Caso o descarregamento seja feito sobrecarregando alguma das comportas de alimentação e/ou por mera desatenção do operador que não percebe que em alguma delas existe fruto parado e/ou sem entrar para o processamento na indústria, o CFF segue com o seu aumento de acidez. Dependendo do tempo de espera para ser processado, o fruto pode atingir características não viáveis para a produção do óleo, podendo necessitar que o CFF seja descartado. Caso este descarte não seja identificado e o fruto acabe sendo erroneamente processado, todo um lote/carregamento de óleo produzido pode apresentar qualidade comprometida.

Desta forma, a fim de se garantir a qualidade do óleo produzido na indústria, faz-se necessária a automação da área da moega. Diante disso, foi realizado o levantamento dos equipamentos hoje utilizados e seus respectivos funcionamentos neste setor e proposto uma forma alternativa de processo em que a automação industrial se fará presente, tentando garantir a operação, reduzindo custos e mantendo a qualidade do óleo produzido.

## 4. Equipamentos e Melhorias Propostas

### 4.1. A moega

A indústria estudada conta atualmente com duas moegas em seu processamento: a longitudinal e a transversal.



*Figura 3: Moega longitudinal (A) e moega transversal (B).*

Cada uma das moegas possui capacidade de armazenamento de 240 toneladas de CFF e processamento de 60.000 kg/h, representando produção de 25 toneladas de óleo por hora. Fazem parte destes equipamentos:

#### 4.1.1. Área de descarregamento

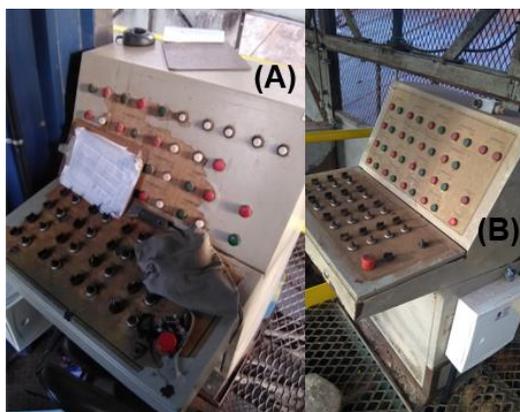
A área de descarregamento é onde a carga de cachos de frutos frescos, após ter passado por pesagem na balança da entrada da usina, é descarregada (Figura 4). Os frutos são basculados e descem por gravidade até as comportas.



*Figura 4: Área de descarregamento da moega longitudinal (A) e transversal (B).*

#### 4.1.2. Painéis de controle

Todo o controle de abertura e fechamento das comportas, funcionamento dos alimentadores e dos transportadores são realizados por operadores através de um painel de controle para cada moega (Figura 5).



*Figura 5: Painéis de controle das moegas longitudinal (A) e transversal (B).*

#### 4.1.3. Comportas

As comportas possuem a função de represar os frutos que são descarregados, bem como dosar a quantidade que estes adentram no processo. Caso a indústria esteja inoperante, estas devem permanecer fechadas.



Figura 6: Exemplos de comportas. (A) - Moega longitudinal. (B) - Moega Transversal.

#### 4.1.4. Alimentadores

Uma vez que existem frutos acumulados na área do descarregamento e que a comporta foi aberta, os alimentadores são ligados para gradativamente irem jogando frutos dentro dos transportadores.



Figura 7: Exemplo de alimentador.

#### 4.1.5. Transportadores

Com os alimentadores em funcionamento e disponibilizando fruto fresco na taxa que é consumida na produção do óleo, os transportadores (Figura 8) têm a função de conduzir os frutos para o interior da indústria para seguirem nos demais processos de produção de óleo. Atualmente, cada um dos transportadores percorre toda a extensão da Moega.



Figura 8: (A) - Transportador da moega transversal. (B) Encontro dos transportadores, que seguem para a parte interna da usina.

## 4.2. Melhorias propostas

### 4.2.1. Área de descarregamento

Para evitar que os caminhões descarreguem em comportas aleatórias e/ou que já estejam alimentadas com fruto, no setor da balança (entrada da usina) deverá haver um painel informando em qual posição o descarregamento deverá ser feito. Esta sinalização indicará para qual das moegas (longitudinal ou transversal) e o número da comporta que ele deverá se encaminhar. Para melhor identificação, as comportas da moega transversal terão identificação de A1 a A16 e as da moega longitudinal de B1 a B16. Logo, ao pesar a carga de frutos, se o motorista vir no painel a inscrição "A5", por exemplo, ele deverá descarregar na comporta 5 da moega longitudinal.

### 4.2.2. Painéis de controle

Os painéis de controle deverão ser reformados, informando melhor visualmente qual função cada botão possui. Estes deverão ser utilizados apenas em casos excepcionais como manutenção de algum componente da moega, paradas de emergência e outros casos que seja necessário operar o equipamento manualmente. Dessa forma, estes painéis serão para atuação secundária.

Para atuação primária, deverá ser implementada uma IHM na sala de controle da usina, a qual deverá ilustrar e possibilitar o controle total dos equipamentos. Esta deverá ser capaz de indicar o funcionamento de cada um dos itens da moega, bem como operá-los remotamente.

### 4.2.3. Comportas

A operação das comportas deverá ser normalmente fechada. Caso a usina esteja em operação ou seja detectado o descarregamento e/ou existência de CFF em determinada comporta, esta deve abrir automaticamente, permitindo a passagem dos frutos. Assim que esta esvazie, ela deve se fechar também automaticamente.

### 4.2.4. Alimentadores

Quando determinada comporta iniciar sua abertura, seu respectivo alimentador deve ser ligado, promovendo a alimentação dos frutos aos transportadores. Assim que a comporta se fechar completamente, o seu alimentador deve ser desligado.

### 4.2.5. Transportadores

Cada um dos transportadores deverá ser segmentado em quatro: um atuando entre as comportas de números 1 a 4, um de 5 a 8, um de 9 a 12 e um de 13 a 16. Estes transportadores deverão ser ligados de

acordo com aqueles alimentadores que estão em funcionamento. Por exemplo, caso o alimentador A1 esteja ligado, o transportador de 1 a 4 deverá estar operante. Caso o alimentador A15 esteja ligado, todos os transportadores deverão estar operantes (uma vez que este transporte é sequencial). Desta forma, os transportadores serão dispostos conforme a Figura 9.

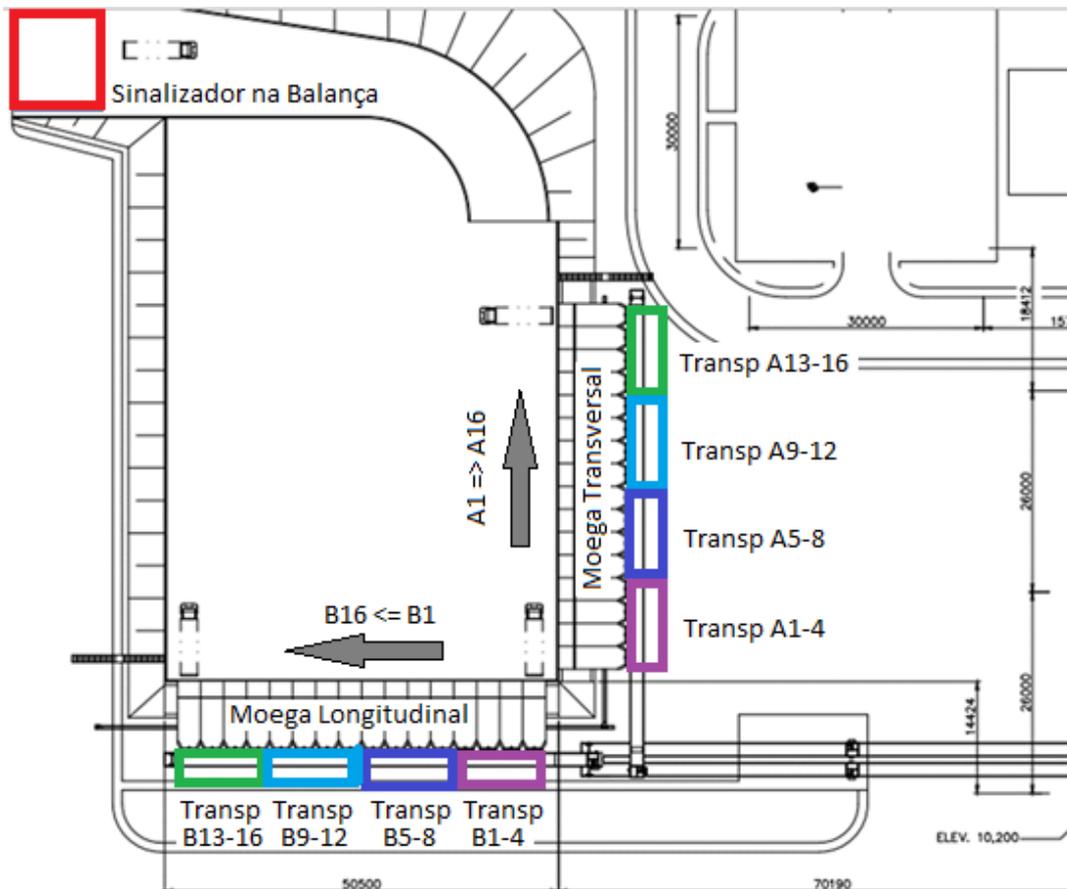


Figura 9: Disposição das seções dos transportadores, bem como identificação das comportas.

#### 4.2.6. Premissas consideradas na automação

O funcionamento de ambas as moegas seguirá as seguintes premissas:

- 1) A usina deve estar em operação;
- 2) A chave de emergência não pode estar acionada.
- 3) O operador escolhe entre funcionamento manual ou automático da moega:

A usina estando operante e nenhuma emergência tenha sido informada, o funcionamento da moega fica a cargo da escolha do operador. Quando este seleciona a chave de “funcionamento manual”, ele deve estar apto a abrir e fechar todas as comportas, além de ligar e

desligar todos os alimentadores e transportadores, segundo seu protocolo de operação.

Caso o funcionário opte pelo “funcionamento automático”, o sistema deve realizar a checagem se existe fruto em alguma das comportas. Em caso afirmativo, a comporta deve ser aberta e o alimentador e os respectivos transportadores deverão ser ligados. Caso não haja CFF em nenhum dos portões, todos eles devem estar fechados (ou fechar-se, quando for necessário).

A operação deverá acontecer preferencialmente nas comportas de 1 a 4 em ambas as moegas, passando posteriormente para as de números 5-8, 9-12 e 13-16, sucessivamente. Dessa forma, a operação deverá seguir conforme fluxograma apresentado na Figura 10.

#### 4.2.7. Lógica implementada

A proposta de automação foi realizada no software Clic02 da WEG, com a lógica de programação feita em Ladder.

Para que o programa gerado fosse prático e didático, foi considerada somente a moega transversal (A) e seus portões: A1, A2, A3 (vinculados ao sistema transportador A1-4) e A5 (vinculado aos sistemas transportadores A5-8 e A1-4). Dessa forma, todo o funcionamento dos acionamentos de abertura e fechamento de portões, do funcionamento dos alimentadores, bem como a sequência de funcionamento dos transportadores foram elucidados e podem ser expandidos para os demais portões e também para a moega longitudinal (B). O arquivo da programação gerada no Clic02 Edit está apresentado no Apêndice A.

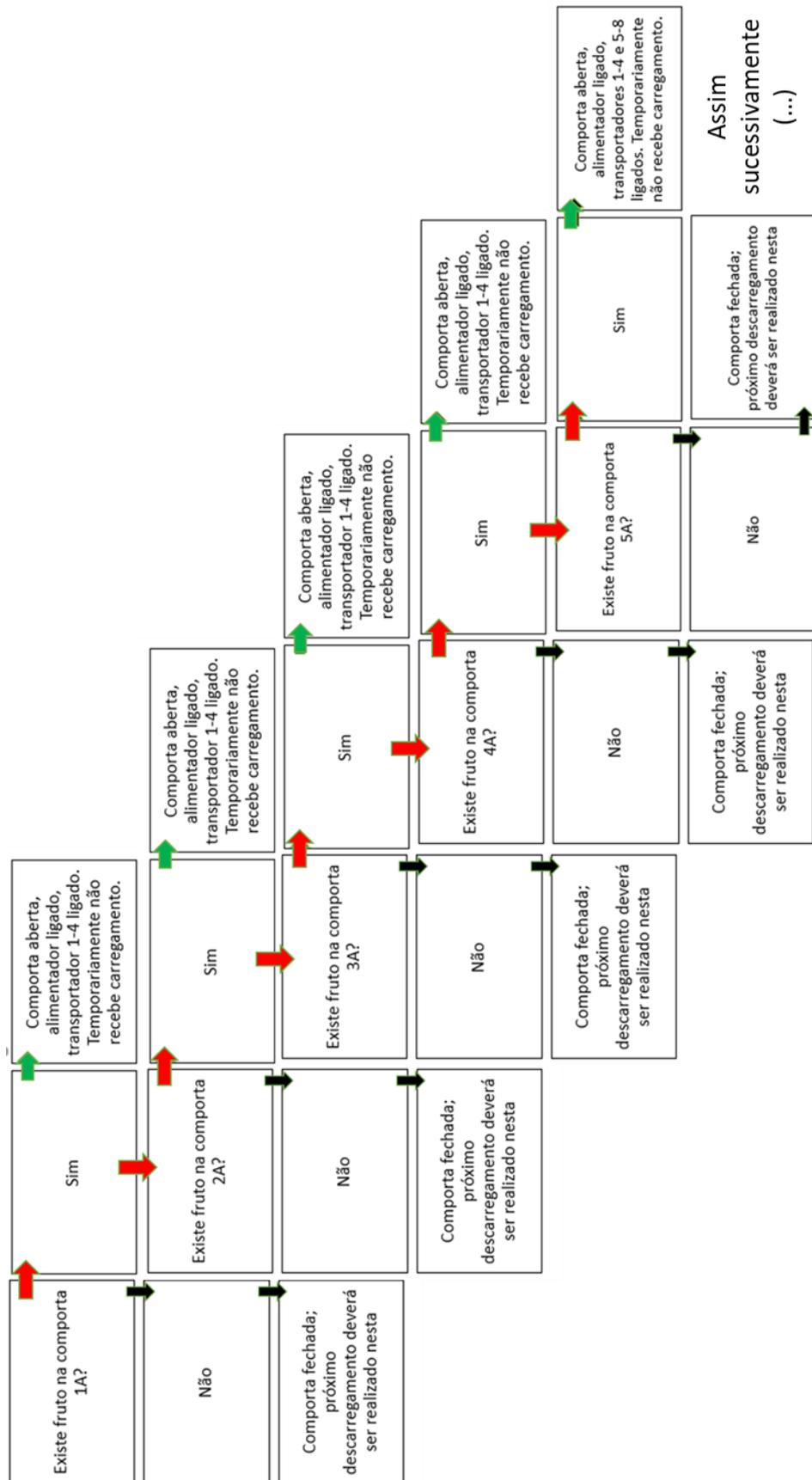


Figura 10: Fluxograma do funcionamento dos acionamentos da moega.

## 5. Discussão e Conclusões

Esta seção apresenta os resultados esperados com a implementação da proposta de automação e as considerações finais do projeto.

Primeiramente, através da implantação das modificações propostas será possível alcançar bons resultados para a empresa, sendo grande parte deles, na garantia de produção de um óleo de qualidade e na redução dos custos operacionais. Afinal, com a automação das moegas será possível reduzir a quantidade de cachos de fruto fresco que aguardam nas comportas para início de seu processamento, garantindo um menor tempo de espera para entrarem na indústria. Desta forma, o impacto se dará diretamente na qualidade do óleo produzido, que apresentará menor acidez e, por sua vez, maior valor agregado.

Atualmente os transportadores da moega transversal e da moega longitudinal estão 100% do tempo sendo exigidos, atuando na extensão de todas as comportas de suas respectivas moegas. Nesta configuração e nesta condição de operação, quando existe a necessidade de realização de manutenções preventivas e corretivas, estas devem ser realizadas em toda a extensão das moegas (do portão A1 ao A16 e/ou do B1 ao B16). De acordo com a proposta de segmentação dos transportadores em quatro partes cada, as seções de trabalho serão menores e nem sempre todas estarão em funcionamento. Desta forma, alguns trechos serão menos exigidos e isso implicará diretamente na redução dos custos de operacionais, pois:

- 1) Quando necessário for, a manutenção poderá ser feita na seção que tenha se desgastado, possibilitando a troca dos componentes somente de uma seção;
- 2) Necessitará de um menor volume de compras de componentes para substituição;
- 3) Reduzirá o tempo do equipamento parado para manutenção, uma vez que não será necessário realizar reparos em toda a extensão da moega de uma só vez;
- 4) Possibilitará a redução do número de pessoas exigidas para realização da manutenção;

Outro resultado positivo que poderá ser atingido nesta proposta está relacionado ao bem-estar e saúde dos operadores das moegas. A automação possibilitará a melhoria nas condições de trabalho dos operadores, que poderão operar remotamente os equipamentos de dentro de uma sala climatizada, com melhor ergonomia, sem ruídos e sem partículas de poeira provenientes dos descarregamentos.

## 6. Referências Bibliográficas

ARANHA, Ana Caroline Raimundini et al. Marasul: indústria de óleos vegetais. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DAVI, Sabrina Maria de Almeida et al. Análise bibliográfica de produções científicas sobre a qualidade na automação de processos. 2018.

GUARIZI, Marcelo Renato. Proposta de automação para uma agroindústria de nutrição animal. 2019.

MANDARINO, José Marcos Gontijo; ROESSING, Antonio Carlos; BENASSI, V. de T. Óleos: alimentos funcionais. Londrina: Embrapa Soja, 2005., 2005.

FURLAN JÚNIOR, José et al. A utilização de óleo de palma como componente do biodiesel na Amazônia. Embrapa Amazônia Oriental-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2004.

OSAKI, Mauro; BATALHA, Mario Otavio. Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: realidade e desafio. Organizações Rurais & Agroindustriais, v. 13, n. 2, p. 227-242, 2011.

SILVA, José Stanley de Oliveira. Produtividade de óleo de palma na cultura do dendê na Amazônia Oriental: influência do clima e do material genético. Universidade Federal de Viçosa, 2006.

SITE Biopalma acessado em 20 de setembro de 2020 e disponível através do endereço: <https://www.biopalma.com.br/>.

SITE Weg acessado em 20 de setembro de 2020 e disponível através do endereço:

[https://www.weg.net/institucional/BR/pt/search/downloadcenter?q=CIIIC-02&mediaContainerName=MKT\\_DOWNLOAD\\_SOFTWARE\\_CONTAINER&languageIsoCode=\\*](https://www.weg.net/institucional/BR/pt/search/downloadcenter?q=CIIIC-02&mediaContainerName=MKT_DOWNLOAD_SOFTWARE_CONTAINER&languageIsoCode=*).

## 7. Apêndice A

Tabela 1: Variáveis de entrada e suas descrições

Variável de entrada	Descrição
I0A	Chave (NA) de emergência
I0B	Chave (NA) para definição de funcionamento automático da moega
I0C	Chave (NA) para definição de funcionamento manual da moega
I01	Chave (NA) de funcionamento da usina
I02	Chave (NA) de funcionamento da moega
I03	Sensor de presença que indica CFF no portão A1
I04	Sensor de fim de curso que indica que o portão A1 está fechado
I05	Sensor de fim de curso que indica que o portão A1 está aberto
I06	Sensor de presença que indica CFF no portão A2
I07	Sensor de fim de curso que indica que o portão A2 está fechado
I08	Sensor de fim de curso que indica que o portão A2 está aberto
X03	Sensor de presença que indica CFF no portão A3
X04	Sensor de fim de curso que indica que o portão A3 está fechado
X05	Sensor de fim de curso que indica que o portão A3 está aberto
X06	Sensor de presença que indica CFF no portão A5
X07	Sensor de fim de curso que indica que o portão A5 está fechado
X08	Sensor de fim de curso que indica que o portão A5 está aberto
Z01	Botoeira para abertura das comportas
Z02	Botoeira para fechamento das comportas
Z03	Chave para ligar/desligar manualmente os alimentadores
Z04	Chave para ligar/desligar manualmente os transportadores

Tabela 2: Variáveis auxiliares e suas funções

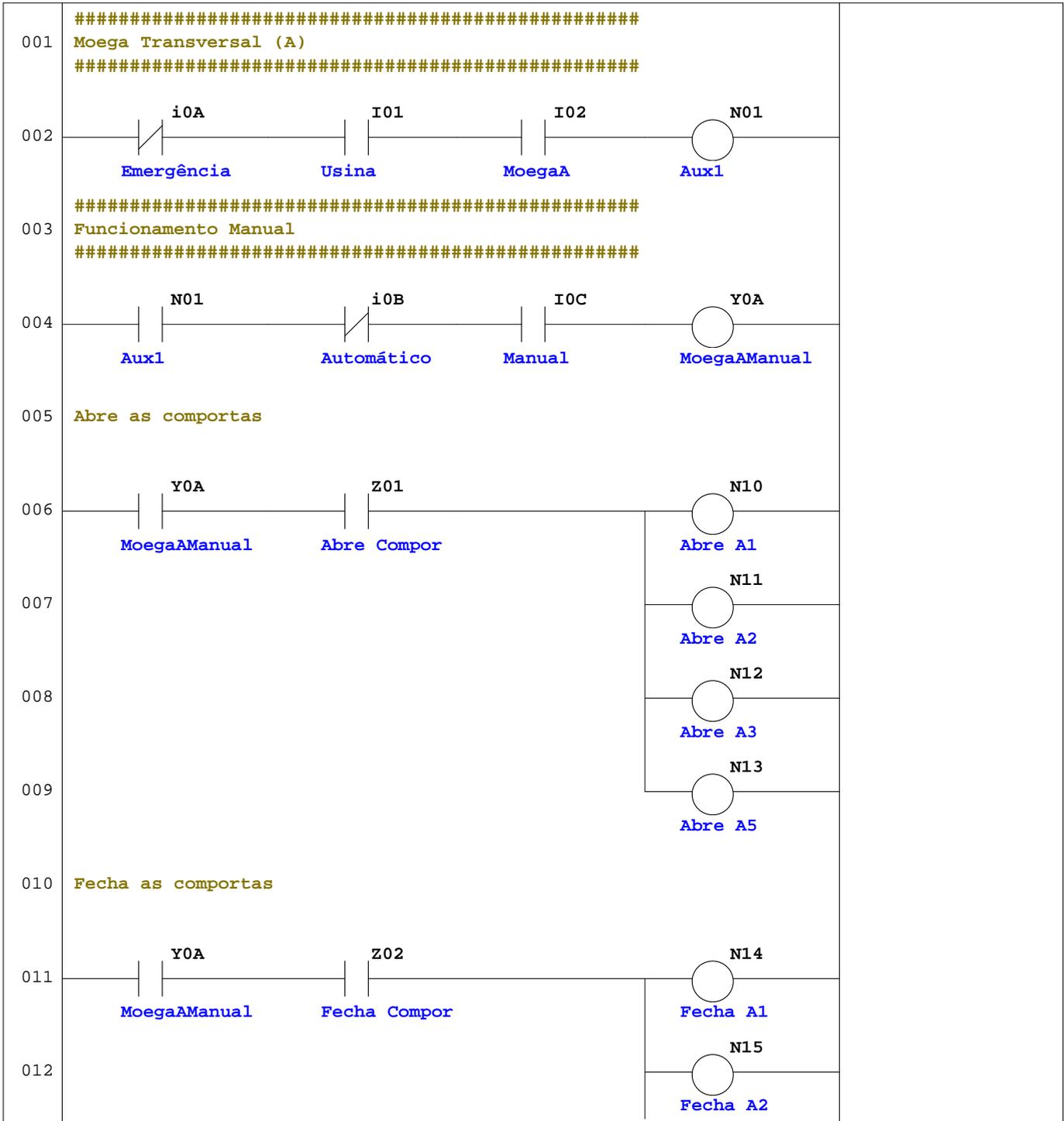
Variável auxiliar	Descrição
Y0A	Auxiliar que indica se a moega está habilitada para funcionamento manual
Y01	Auxiliar que indica se a moega está habilitada para funcionamento automático
N01	Auxiliar que indica se a moega transversal está habilitada para funcionamento
N02	Auxiliar que indica se o Alimentador A1 e Alimentador A2 estão desativados
N03	Auxiliar que sinaliza quando a moega transversal está em funcionamento automático e não há CFF no portão A3
N04	Auxiliar que sinaliza quando a moega transversal está em funcionamento automático, não há CFF no portão A5 e o portão A1

Tabela 3: Variáveis de saída e suas descrições

Variável de saída	Descrição
Y02	Abertura do portão A1 ativada automaticamente
Y03	Alimentador do portão A1 ativado automaticamente
Y04	Transportador A1-4 ativado automaticamente
Y05	Fechamento do portão A1 ativado automaticamente
Y06	Abertura do portão A2 ativada automaticamente
Y07	Alimentador do portão A2 ativado automaticamente
Y08	Transportador A5-8 ativado automaticamente
Y09	Fechamento do portão A2 ativado automaticamente
M01	Indicação visual para que o CFF seja descarregado no portão A01
M02	Indicação visual para que o CFF seja descarregado no portão A02
M03	Indicação visual para que o CFF seja descarregado no portão A03
M05	Indicação visual para que o CFF seja descarregado no portão A05
N10	Abre portão A1 manualmente
N11	Abre portão A2 manualmente
N12	Abre portão A3 manualmente
N13	Abre portão A5 manualmente
N14	Fecha portão A1 manualmente
N15	Fecha portão A2 manualmente
N16	Fecha portão A3 manualmente
N17	Fecha portão A5 manualmente
N18	Alimentador do portão A1 ativado manualmente
N19	Alimentador do portão A2 ativado manualmente
N20	Alimentador do portão A3 ativado manualmente
N21	Alimentador do portão A5 ativado manualmente
N22	Transportador A1-4 ativado manualmente
N23	Transportador A5-8 ativado manualmente

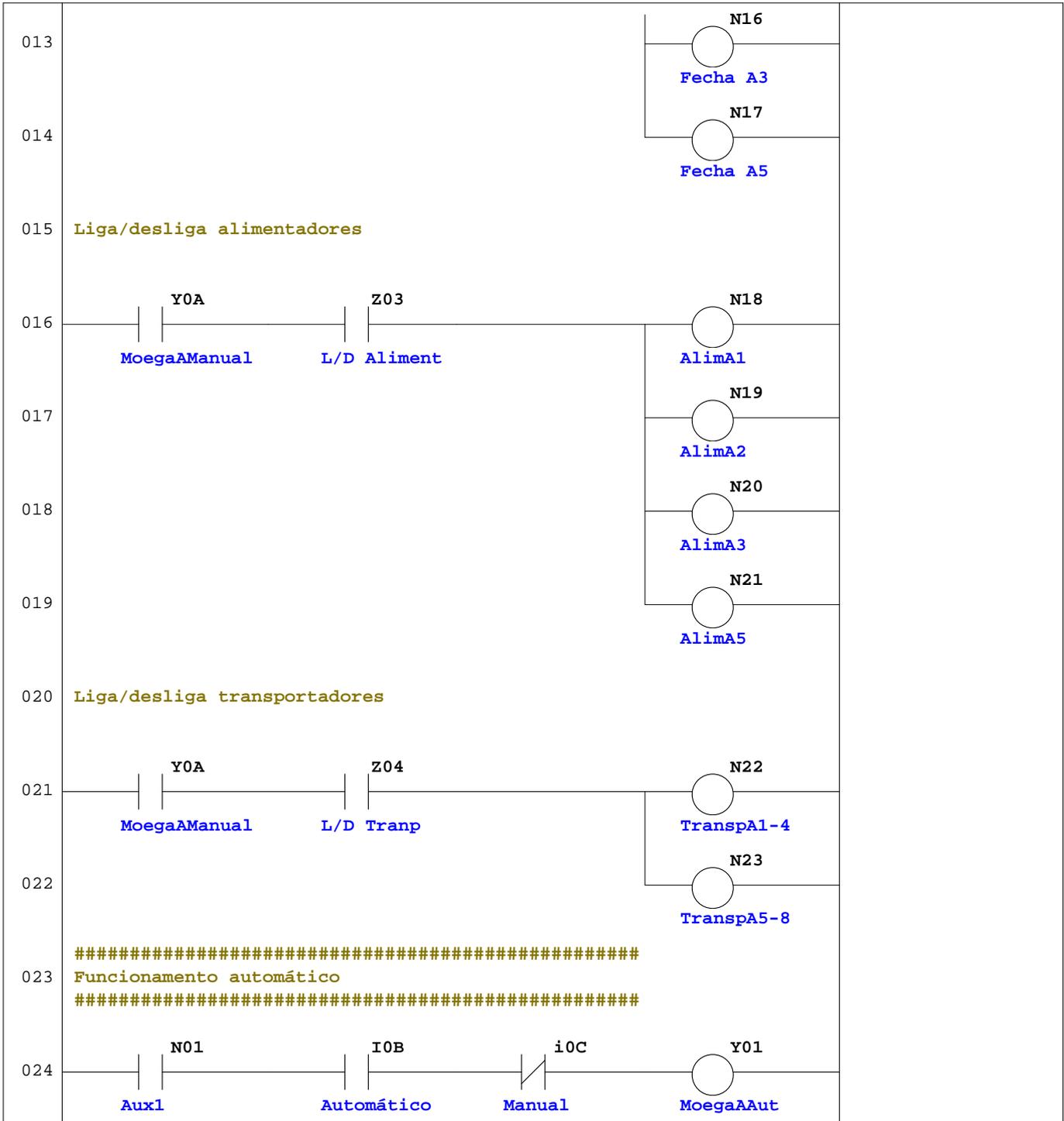
Título	Trabalho de conclusão de curso ELT 554	Versão 01
Nome da Empresa	Universidade Federal de Viçosa	Data 24/09/2020
Programador	Bruno Moreira de Souza	Página 1/7
Comentário	Programação da automação da Moega Transversal abrangendo as comportas de 1 a 3 com seus respectivos alimentadores e transportador A1-4 e da comporta 5, também com seu alimentador e transportador (A5-8).	

Linha Programa



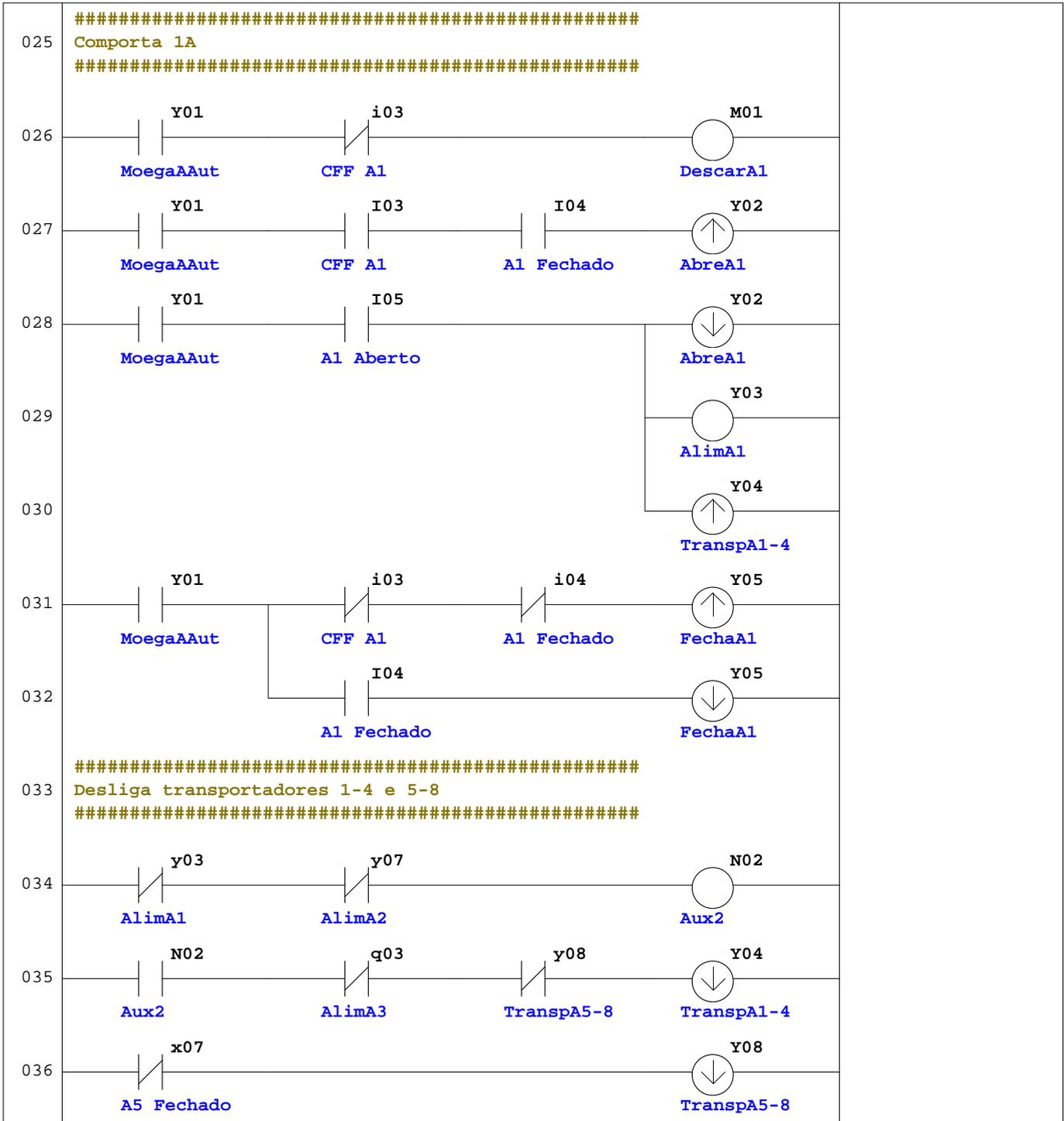
Título	Trabalho de conclusão de curso ELT 554	Versão 01
Nome da Empresa	Universidade Federal de Viçosa	Data 24/09/2020
Programador	Bruno Moreira de Souza	Página 2/7
Comentário	Programação da automação da Moega Transversal abrangendo as comportas de 1 a 3 com seus respectivos alimentadores e transportador A1-4 e da comporta 5, também com seu alimentador e transportador (A5-8).	

Linha Programa



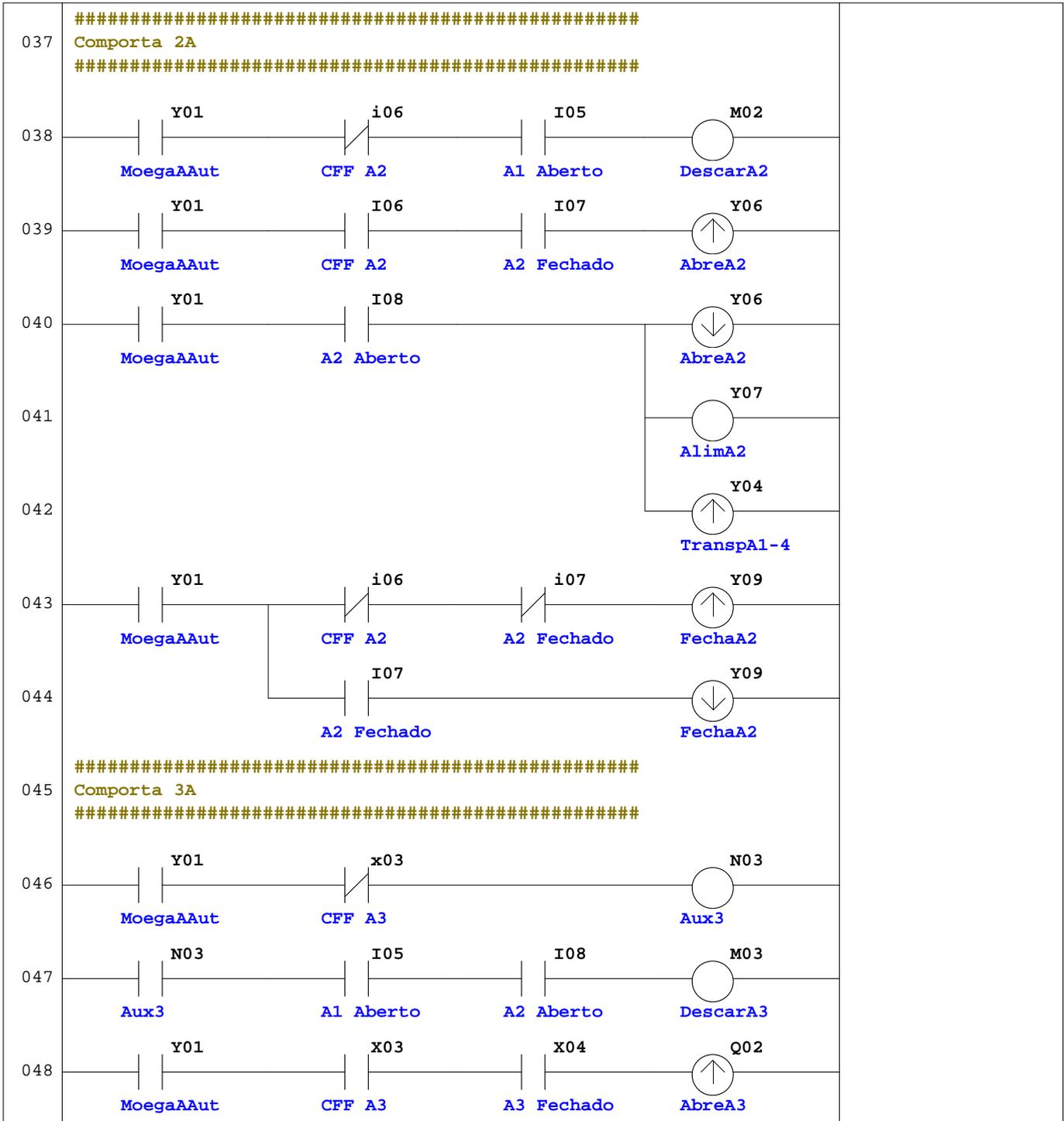
Título	Trabalho de conclusão de curso ELT 554	Versão 01
Nome da Empresa	Universidade Federal de Viçosa	Data 24/09/2020
Programador	Bruno Moreira de Souza	Página 3/7
Comentário	Programação da automação da Moega Transversal abrangendo as comportas de 1 a 3 com seus respectivos alimentadores e transportador A1-4 e da comporta 5, também com seu alimentador e transportador (A5-8).	

Linha Programa



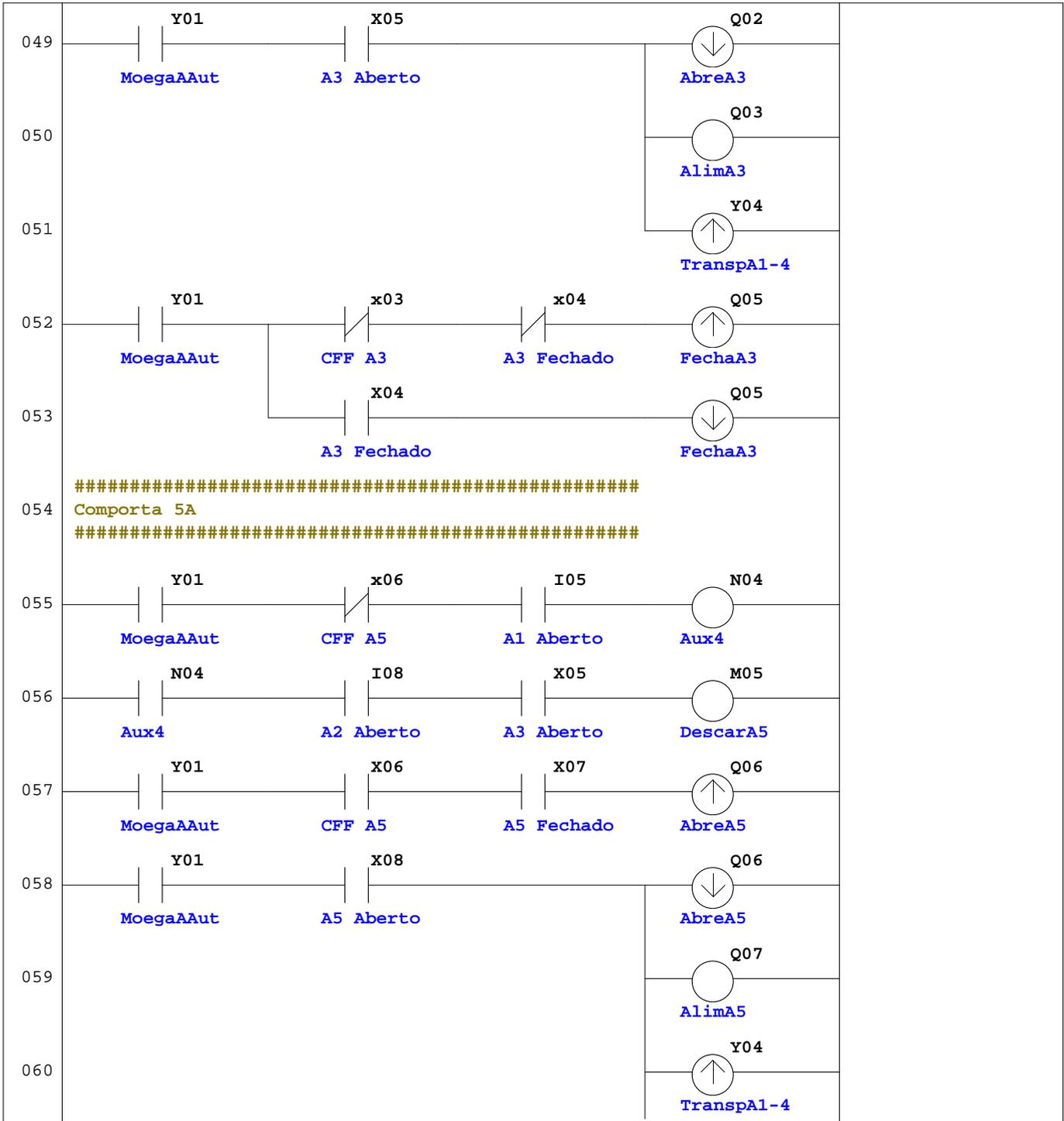
Título	Trabalho de conclusão de curso ELT 554	Versão 01
Nome da Empresa	Universidade Federal de Viçosa	Data 24/09/2020
Programador	Bruno Moreira de Souza	Página 4/7
Comentário	Programação da automação da Moega Transversal abrangendo as comportas de 1 a 3 com seus respectivos alimentadores e transportador A1-4 e da comporta 5, também com seu alimentador e transportador (A5-8).	

Linha Programa



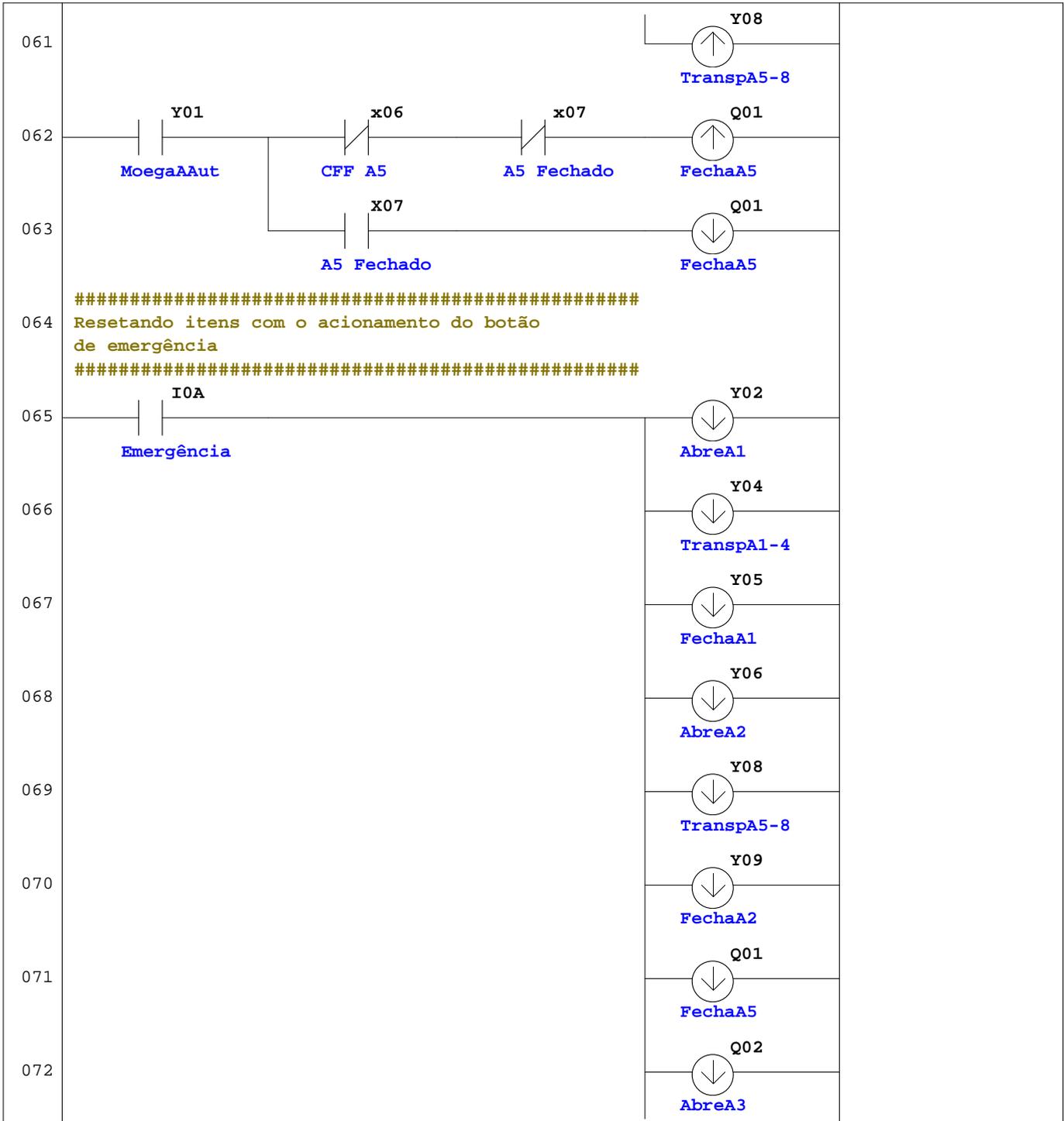
Título	Trabalho de conclusão de curso ELT 554	Versão 01
Nome da Empresa	Universidade Federal de Viçosa	Data 24/09/2020
Programador	Bruno Moreira de Souza	Página 5/7
Comentário	Programação da automação da Moega Transversal abrangendo as comportas de 1 a 3 com seus respectivos alimentadores e transportador A1-4 e da comporta 5, também com seu alimentador e transportador (A5-8).	

Linha Programa



Título	Trabalho de conclusão de curso ELT 554	Versão 01
Nome da Empresa	Universidade Federal de Viçosa	Data 24/09/2020
Programador	Bruno Moreira de Souza	Página 6/7
Comentário	Programação da automação da Moega Transversal abrangendo as comportas de 1 a 3 com seus respectivos alimentadores e transportador A1-4 e da comporta 5, também com seu alimentador e transportador (A5-8).	

Linha Programa



Título	Trabalho de conclusão de curso ELT 554	Versão 01
Nome da Empresa	Universidade Federal de Viçosa	Data 24/09/2020
Programador	Bruno Moreira de Souza	Página 7/7
Comentário	Programação da automação da Moega Transversal abrangendo as comportas de 1 a 3 com seus respectivos alimentadores e transportador A1-4 e da comporta 5, também com seu alimentador e transportador (A5-8).	

**Linha**      **Programa**

073		
074		
075		
076	<pre>##### Fim #####</pre>	