

## UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROENERGIA CAMPUS PALMAS

## HUMBERTO RODRIGUES MACEDO

## AUTOMAÇÃO DE PROCESSO DE OBTENÇÃO DE BIODIESEL EM PLANTAS DE PEQUENO PORTE, UTILIZANDO CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

PALMAS - TO 2018



## UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROENERGIA CAMPUS PALMAS

### HUMBERTO RODRIGUES MACEDO

## AUTOMAÇÃO DE PROCESSO DE OBTENÇÃO DE BIODIESEL EM PLANTAS DE PEQUENO PORTE, UTILIZANDO CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

Dissertação de mestrado apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Palmas.

**Orientador:** Prof. Dr. Joel Carlos Zukowski Junior **Coorientador:** Prof. Dr. Valci Ferreira Victor

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

M141a Macedo, Humberto Rodrigues.

Automação de processo de obtenção de biodiesel em plantas de pequeno porte, utilizando controlador lógico programável. / Humberto Rodrigues Macedo. – Palmas, TO, 2018. 90 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins — Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Agroenergia, 2018.

Orientador: Joel Carlos Zukowski Junior

Coorientador: Valci Ferreira Victor

1. Planta de produção de biodiesel. 2. Automação de plantas. 3. Lógica Ladder para CLP. 4. Sistema supervisório. I. Título

CDD 333.7

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS — A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



#### UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CAMPUS UNIVERSITARIO DE PALMAS PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROENERGIA

## AUTOMAÇÃO DE PROCESSO DE OBTENÇÃO DE BIODIESEL EM PLANTAS DE PEQUENO PORTE, UTILIZANDO CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

#### ALUNO: HUMBERTO RODRIGUES MACEDO

#### COMISSÃO EXAMINADORA

Presidente:

Prof. Dr. Joel Carlos Zukowski Junior (UFT)

Examinadores:

Prof. Dr. Juan Carlos Valdés Serra (UFT)

Prof. Dr. Joenes Mucci Peluzio (UFT)

VAX

Prof. Dr. Valci Ferneira Victor (IFTO)

Data da Defesa: 13/12/2018

As sugestões da Comissão Examinadora e as Normas PGA para o formato da Dissertação foram contempladas:

Prof. Dr. Joel Carlos Zukowski Junior (UFT)

#### AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo seu imenso amor, carinho e atenção para com minha vida e para com minha família. Por ser o refúgio e o descanso, as mãos poderosas que sempre estão estendidas para me ajudar. Por ser meu amigo de todas as horas. Meu pai eterno. A Ti Senhor seja a honra e a glória.

A minha família: esposa Alessandra; filhos Sophia e Noah. Obrigado por entenderem, apoiarem, e serem meu suporte sempre.

Aos meus pais: Ernane Rodrigues da Silva e Ilza Macedo da Silva, pelo esforço desprendido para que eu pudesse continuar os estudos no ensino médio e pelo incentivo para que fizesse uma graduação. Aos senhores minha eterna gratidão.

Ao professor Dr. Joel Carlos Zukowski Junior por ter aceitado e me orientado neste trabalho. Ao prof. Dr. Valci Ferreira Victor pela coorientação.

Aos ilustres professores que aceitaram compor a banca examinadora, e a todo o corpo docente do programa de mestrado em Agroenergia da UFT - Palmas. Muito obrigado.

Aos professores da coordenação de área de indústria do IFTO – Campus Palmas, pelo suporte, reconhecimento e ajuda oferecida na composição dos horários para que eu pudesse me dedicar as disciplinas do mestrado.

Ao meu estagiário de Automação Industrial, Adriano Ferreira Mendonça, pela ajuda na elaboração das figuras dos tanques utilizados no supervisório da planta.

"Aquele que habita no esconderijo do Altíssimo, à sombra do Onipotente descansará" Salmo 91:1

#### **RESUMO**

MACEDO, Humberto Rodrigues. Automação de Processo de Obtenção de Biodiesel em Plantas de Pequeno Porte, Utilizando Controlador Lógico Programável. Palmas: UFT, 2018. 90p. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) – Universidade Federal do Tocantins, 2018.

O controle automático do processo de produção de biodiesel contribui para a qualidade e homogeneidade do produto final e para liberação do homem de trabalhos insalubres. Este trabalho propõe um modelo de planta de produção de biodiesel automática e o seu sistema de controle para plantas de pequeno porte. Foram realizadas pesquisas sobre processos de obtenção de biodiesel para propor um modelo de planta automático. A maleta de automação Power system 3000, contendo um CLP SIMATIC S7-1214C, sensores e atuadores foi utilizado para simular o funcionamento do protótipo da planta. Para comprovação do funcionamento da automação da planta foi desenvolvido a tela supervisório da planta com o software *Elipse E3* Studio na versão demonstrativa. Como resultados, obteve-se um projeto de planta e automação que realiza a mistura prévia do álcool com o catalisador; realiza ciclos de lavagens do biodiesel em quantidade previamente desejada, e faz a separação automática entre o biodiesel e a glicerina. O modelo de planta e da programação e controle podem ser adaptados a diferentes capacidades de produção. A estimativa de custo com o processo de automação foi de R\$ 11.118,47 para aplicação em novas plantas. Este valor pode ser reduzido em casos de adaptações de plantas manuais ou semiautomáticas existentes.

Palavras Chave: Supervisório. Planta Biodiesel. Programação. CLP.

#### ABSTRACT

MACEDO, Humberto Rodrigues. Automation of Process of Obtaining Biodiesel in Small Plants, Using Programmable Logic Controller. Palmas: UFT, 2018. 90p. Dissertation (Masters in Agroenergy) - Federal University of Tocantins, 2018.

The automatic control biodiesel production process contributes to the quality and homogeneity of the final product and for the liberation of man from unhealthy jobs. This work proposes a model of automatic biodiesel production plant and its control system for small plants. Research was carried out on the processes of obtaining biodiesel to propose an automatic plant model. A Power system 3000 automation case containing a SIMATIC S7-1214C CLP, sensors and actuators was used to simulate the operation of the plant prototype. In order to prove the operation of the plant automation, the supervisor screen of the plant was developed with the software Elipse E3 Studio in the demo version. As a result, obtained a plant and automation project that pre-mixes the alcohol with the catalyst; performs cycles of washing biodiesel and glycerin. Both the plant model and the programming and control model can be adapted to different production capacities. The cost estimate with the automation process was of R\$ 11,118.47 for application in new plants.

Keywords: Supervisory, Biodiesel Plant, Programming and PLC.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção de Biodiesel por matéria-prima	19
Figura 2 - Produção de Biodiesel puro no Brasil	20
Figura 3 – Transesterificação: óleo vegetal e etanol, produzindo biodiesel e glicerol	21
Figura 4 - CLP Siemens S7-1200 SIMATIC.	24
Figura 5 - Arquitetura de Hardware do CLP	25
Figura 6 - Princípio de funcionamento do CLP	25
Figura 7 - Modelo de sensor digital capacitivo	27
Figura 8 - Diferentes tipos de sensores analógicos	27
Figura 9 - Exemplo de misturador	28
Figura 10 - Exemplo de resistência elétrica para aquecimento de óleos	28
Figura 11 - Exemplos de eletroválvula	29
Figura 12 - Diagrama em blocos de um processo automatizado	29
Figura 13 - Fluxo de lógica de programação ladder	30
Figura 14 - Exemplo de tela supervisório	33
Figura 15 - Maleta de Automação Power System 3000 – DK8	37
Figura 16 - Metodologia aplicada para o desenvolvimento da tela de simulação	39
Figura 17 - Modelo de planta desenvolvido para automação e controle	40
Figura 18 - Diagrama de instrumentos do modelo da planta	43
Figura 19 - Fluxograma para o projeto de automação	46
Figura 20 - Início do processo de batelada	48
Figura 21 - Leitura analógica da temperatura do óleo vegetal	50
Figura 22 - Lógica para controle da temperatura	50
Figura 23 - Lógica do controle de abertura das eletroválvulas (Etanol e NaOH)	52
Figura 24 - Controle do acionamento do motor misturador etanol com NaOH	53
Figura 25 - Início do processo de transesterificação	54
Figura 26 - Controle do tempo do misturador 2 (tanque 5).	55
Figura 27 - Lógica para o tempo de decantação	56
Figura 28 - Leitura do sensor analógico para separação das fases	57
Figura 29 - Lógica para leitura do biodiesel e coprodutos	58
Figura 30 - Lógica para separação da glicerina e coprodutos	59
Figura 31 - Bloco contador para o ciclo de lavagem.	60

Figura 32 - Lógica para definição do ciclo de lavagens	60
Figura 33 - Separação do biodiesel e finalização do processo	61
Figura 34 - Tela de configuração do driver Siemens MProt – aba principal	63
Figura 35 - Tela TIA Portal: Configuração do CLP	64
Figura 36 - Configuração da aba Setup do driver	64
Figura 37 - Configuração da aba Ethernet do driver	65
Figura 38 - Tags de comunicação criadas para o projeto	66
Figura 39 - Tela de configuração de uma tag tipo byte	68
Figura 40 - Tela do supervisório, antes do início do processo	69
Figura 41 - Resultado tela supervisório durante operação da planta	70
Figura 42 - Tela de download do Elipse E3 Studio	87
Figura 43 - Tela de início do E3 Studio	87
Figura 44 - Detalhe da página de download do driver Siemens	88
Figura 45 - Tela detalhe da instalação do driver de comunicação	89
Figura 46 - Exemplo de associação de tags e propriedades para entrada digital	89
Figura 47 - Exemplo de associação de tags para as eletroválvulas	90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Poder calorífico diesel versus biodiesel	. 20
Tabela 2 - Linguagens de programação padronizadas	. 30
Tabela 3 - Lista das principais instruções da lógica ladder - *IEC 61131-3	. 31
Tabela 4 - Lista de materiais para automação da planta de biodiesel proposta	42
Tabela 5 - Descrição da simbologia da planta instrumental	. 44
Tabela 6 – Custo aproximado da automação do modelo da planta	. 45
Tabela 7 - Variáveis de entrada no processo	. 47
Tabela 8 - Parâmetros de configuração das tags de comunicação	. 66
Tabela 9 - Tipos de dados para configuração dos parâmetros	. 67
Tabela 10 - Área de dados para configuração dos parâmetros	. 67
Tabela 11 - Lista de tags criadas na programação	. 77

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AC	Corrente alternada
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
B100	Biodiesel 100% puro
B20	Biodiesel 20% na mistura com o diesel
CLP	Controlador Lógico Programável
CPU	Unidade Central de Processamento
DC	Corrente Direta
DB	Diagrama de Bloco
ECE	Energy Central Europe
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-only Memory
EIA	Energy Information Administration
EPROM	Erasable Programmable Read only memory
EV	Eletroválvula
FBD	Function Block Diagram
H2O	Água
IFTO	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
IHM	Interface Homem Máquina
IL	Instruction List
IP	Protocolo de Internet
MProt	Multiprotocolo
NA	Normalmente Aberto
NaOH	Hidróxido de Sódio
NF	Normalmente Fechado
PDF	Formato Portátil de Documento
PH	Potencial Hidrogeniônico
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PROM	Programmable Read-Only Memory
RAM	Random Access Memory
RLY	Relé
ROM	Read-Only Memory
SCADA	Supervisory Control and Data Aquisition
SFC	Sequential Function Chart

STL	Structured Text Language
ТС	Temperature Control
TCP/IP	Protocolo de transmissão e Controle - Protocolo de Internet
TIA PORTAL	Software de Automação Integrada da Siemens
UFT	Universidade Federal do Tocantins
WMF	Windows Metafile

# SUMÁRIO

1	IN	TRO	DUÇÃO	16
	1.1	Pro	blema	18
	1.2	Ob	jetivo Geral	18
	1.3	Ob	jetivos Específicos	18
2	FU	INDA	AMENTAÇÃO TEÓRICA	19
	2.1	Pro	cesso de obtenção do Biodiesel	19
	2.2	Au	tomação de processos	22
	2.3	Co	ntrolador Lógico Programável	23
	2.3	3.1	Variáveis de entrada de um CLP	26
	2.3	3.2	Variáveis de saída de um CLP	27
	2.3	3.3	Linguagem de programação Ladder para CLP's	30
	2.4	Sis	tema de controle e aquisição de dados	32
	2.5	Au	tomação de plantas de biodiesel de pequeno porte	33
3	M	ATEI	RIAIS E MÉTODOS	36
	3.1	Ma	teriais	36
	3.2	Mo	delo de planta para simulação	37
	3.3	De	senvolvimento do sistema de controle	38
	3.4	Me	todologia da simulação computacional	39
4	RE	ESUL	TADOS E DISCUSSÕES	40
	4.1	Mo	delo da planta de produção de biodiesel	40
	4.1	.1	Custo aproximado da automação da planta	44
	4.2	Pro	gramação para o controle da planta proposta	45
	4.2	2.1	Variáveis de entrada na programação	46
	4.2	2.2	Programação para o início do processo	48
	4.2	2.3	Programação para a leitura e controle da temperatura do óleo vegetal	49
	4.2	2.4	Programação para preparação da reação de transesterificação	51
	4.2	2.5	Programação para a reação de transesterificação	53
	4.2	2.6	Lógica de programação para o tempo de decantação	55
	4.2	2.7	Programação para a leitura e separação da glicerina do biodiesel	56
	4.2	2.8	Lógica de programação para a lavagem do biodiesel	59
	4.2	2.9	Programação para separação final do biodiesel e finalização da batelada	61
	4.3	Sin	nulação computacional da automação do modelo de planta	62

	4.3.	.1 Parametrização do driver de comunicação	
	4.3.	.2 Criação das tags de comunicação com o CLP	65
	4.3.	.3 Supervisório para a simulação da automação da planta	68
	4.4	Análise de resultados	70
5	CO	NCLUSÃO	72
	5.1	Sugestões de Trabalhos Futuros	72
6	RE	FERÊNCIAS	73
7	AP	ÊNDICE A – LISTA GERAL DE TAGS DA PROGRAMAÇÃO	77
8	AP	ÊNDICE B – LÓGICA LADDER DA PROGRAMAÇÃO	78
9	AP	ÊNDICE C – ROTEIROS DE CONFIGURAÇÃO DO SUPERVISÓRIO	87
	9.1	Instalação do Supervisório Elipse E3 Studio	87
	9.2	Inserindo o drive de comunicação no Elipse E3	88
	9.3	Exemplos de criação de partes da tela do supervisório	89

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de óleos vegetais como fonte renováveis de energia, existe desde a antiguidade. A necessidade cada vez maior de energia culminou com a exploração das fontes não renováveis de energia, como os derivados do petróleo. Contudo, a preocupação com a redução da dependência de combustíveis fósseis, e os danos ao meio ambiente provocados pelo uso crescente dos seus derivados, como gasolina e diesel, contribuíram para surgimento de novas pesquisas em combustíveis renováveis, como o etanol e o biodiesel.

Segundo dados da *Energy Information Administration* – EIA, a produção de petróleo no mundo terá o seu ápice de produção entre os anos de 1996 e 2035. Ainda segundo a EIA, os anos seguintes seriam de queda da produção do petróleo (EIA, 2017). Outra questão importante é a limitação das fontes de combustíveis fosseis a certas regiões do planeta. Enquanto as matérias-primas para produção de biocombustíveis podem ser encontradas em todas as regiões do planeta, onde possam ser cultivadas culturas bioenergéticas. Tais como, cana-de açúcar, beterraba, soja e outras.

Os combustíveis líquidos alternativos são denominados como biocombustíveis, ou combustível biorrenovável. Os biocombustíveis são considerados renováveis porque sequestram carbono durante o crescimento vegetativo das plantas que foram utilizadas para a produção do biocombustível. A produção dos biocombustíveis refere-se, aos sólidos, líquidos ou gases, que são produzidos de biomassa de culturas energéticas. Os biocombustíveis líquidos são normalmente divididos em três categorias: bioálcoois, óleos vegetais e biodiesel (ECE, 2015).

No Brasil, o Biodiesel foi introduzido na matriz energética através da lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005. O artigo 6 desta lei, define o biocombustível e o biodiesel, como:

> $\underline{XXIV}$  - Biocombustível: combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna ou, conforme regulamento, para outro tipo de geração de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil;  $\underline{XXV}$  – Biodiesel: biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil. (NR)

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB – foi instituído no ano de 2005, com a finalidade de ampliar a produção e o abastecimento interno de combustíveis menos poluentes, e com isso, diminuir a dependência brasileira de exportação do óleo diesel e

gerar renda e emprego para os agricultores familiares. (MADUREIRA; GUERRA, 2014). A Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005 estipulou as quantidades obrigatórias de percentual de Biodiesel, a ser misturado no Diesel de origem mineral, para a mistura no Diesel com o Biodiesel.

A lei nº 13.263 de 23 de março de 2016 alterou a lei nº 13.033 de 24 de setembro de 2014, permitindo o aumento da adição do biodiesel ao diesel comercializado nos postos de combustíveis. Em síntese, a lei vigente permitirá a adição do biodiesel ao diesel em até 10% em 2018. Segundo esta mesma lei, percentuais da mistura de biodiesel superiores poderão ser utilizados em máquinas de transportes públicos, ferroviário, de navegação interior, em máquinas de geração de energia elétrica, veículos utilizados na extração mineral e na navegação interior e demais aparelhos automotores destinados a puxar ou arrastar maquinaria agrícola (BRASIL, 2016).

Com a possibilidade legal de produção de biodiesel, por pequenos produtores, surgiram no mercado vários modelos de plantas de produção de biodiesel manuais. Também ampliou a produção artesanal realizada nas próprias dependências dos produtores de matériaprima. Pequenos produtores são aqueles que possuem terras rurais de até 50 hectares, e sua renda principal é obtida do uso de sua terra por sua família e com eventual ajuda de terceiros (BRASIL, 2006). O biodiesel produzido de forma artesanal e manual, normalmente é de qualidade inferior ao padrão de qualidade normatizado pela ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Este tipo de produção também pode oferecer riscos de saúde para os operadores das plantas manuais e para os produtores artesanais.

Existem vários modelos de plantas de produção de biodiesel de pequeno porte sendo comercializadas. Estas plantas utilizam tanto estruturas físicas, como formas de obtenção e separação do biodiesel da glicerina diferentes. Para as usinas manuais, fica difícil manter a qualidade da produção do biodiesel de batelada para batelada, ou seja, a garantia da uniformidade na produção, uma vez que a mistura dos reagentes; o tempo de mistura da reação; o tempo de decantação e a separação da glicerina do biodiesel, quando feitos manualmente, ocasionam diferenças na produção, que podem afetar a qualidade do produto final. O biodiesel produzido sem uniformidade e sem qualidade pode prejudicar o desempenho dos motores, causar prejuízos financeiros aos usuários e produtores. No mais, a manipulação destes reagentes pode causar acidentes, e risco de insalubridade para seus operadores. Neste cenário, a automação de pequenas usinas pode contribuir para a qualidade na produção; na otimização dos recursos econômicos e temporais, e ainda na liberação do homem do trabalho insalubre e repetitivo (GROOVER, 2011).

#### 1.1 Problema

Com a possibilidade legal de pequenos produtores gerarem o seu próprio biodiesel, muitas usinas de pequeno porte foram fabricadas e comercializadas no Brasil. As usinas comercializadas são geralmente manuais, e por isso não garantem a qualidade da produção do biodiesel e a uniformidade da produção. As usinas manuais também não otimizam o tempo de produção, bem como exige a presença de um operador durante o processo. A produção artesanal de biodiesel também oferece riscos aos operadores, pois exige cuidados na manipulação dos reagentes. Os produtos químicos podem colocar os operadores em situação de insalubridade.

#### 1.2 Objetivo Geral

Desenvolvimento de um sistema de automação e controle para plantas de produção de biodiesel de pequeno porte, pela rota da transesterificação, com a separação automática do biodiesel.

#### **1.3 Objetivos Específicos**

- Proposta de um modelo de planta automática para a produção de biodiesel, de pequeno porte, a partir do processo de transesterificação;
- Desenvolvimento da programação, lógica e controle do processo;
- Simulação computacional da automação e controle da planta por meio da criação do supervisório, para o processo de transesterificação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1 Processo de obtenção do Biodiesel

Em 1912, Rudolf Christian Karl Diesel, engenheiro alemão inventor do motor a diesel, disse que o uso de óleos vegetais para combustíveis em motores diesel, podia parecer insignificante naquele momento, contudo, ao longo do tempo, estes óleos poderiam se tornar tão importantes quanto o petróleo, e os produtos de alcatrão de carvão (ABREU, 2005).

O biodiesel pode ser produzido a partir de gorduras animais; reaproveitamento de óleo de frituras; e oleaginosas, como mamona, dendê, girassol, babaçu, amendoim, pinhão manso, pequi, inajá e algodão (D'AGOSTO et al., 2015). No Brasil, também foram exploradas matérias-primas como o óleo da Abissínia (WAZILEWSK, 2012), microalgas (DEFANTI et al., 2010; PEREIRA et al., 2012; FRANCO et al., 2013) e macaúba (CESAR et al., 2015). Segundo o anuário estatístico 2018 da ANP, a principal matéria-prima de produção do biodiesel no Brasil é a soja, conforme Figura 1.





Conforme ANP, a produção brasileira de biodiesel saltou de 1,17 milhões de litros em 2008, para 4,29 milhões de litros em 2017, conforme demonstra a Figura 2. Estes dados comprovam que tanto a legislação sobre a produção do biodiesel, ampliando a mistura do

Fonte: ANP, 2018

biodiesel no diesel mineral, e o PNPB colaboraram para o salto da produção do biodiesel puro no Brasil – B100 (ANP, 2018).



Figura 2 - Produção de Biodiesel puro no Brasil

O biodiesel pode ser utilizado em sua composição B100 (puro), ou misturado ao óleo diesel, conforme legislação vigente (BRASIL, 2016). Quando utilizado em sua composição B100, seu poder calorífico é de 37,1 MJ/kg. Enquanto o diesel puro possui um poder calorífico de 42,5 MJ/kg (TUTAK et al., 2017), portanto, necessário um volume maior de biodiesel para gerar a mesma energia que o diesel. O poder calorífico do B20, ou seja, mistura de 20% de biodiesel ao diesel é de 44,5 MJ/kg, conforme demonstra a Tabela 1 (TAN et al., 2016).

 Tabela 1 - Poder calorífico diesel versus biodiesel

MISTURA	TUTAK ET. AL. (2017)	TAN ET. AL. (2016)
B100	37,1 MJ	35 MJ
B20		44,5 MJ
D100	42,5 MJ	44,8 MJ

Fonte: TAN et al., 2016

O Biodiesel pode ser obtido através das rotas de craqueamento, esterificação e transesterificação. O processo de transesterificação tem sido mais comumente empregado na

Fonte: ANP, 2018

produção de Biodiesel, utilizando um álcool de cadeia curta de carbono, como por exemplo, o metanol ou o etanol (RAMOS et al., 2017). A Figura 3 demonstra a reação química do óleo vegetal com o álcool, produzindo o biodiesel e o glicerol (DIAS, 2018). O Biodiesel também pode ser produzido a partir de ácidos graxos de cadeia longa.



Figura 3 – Transesterificação: óleo vegetal e etanol, produzindo biodiesel e glicerol.

Fonte: DIAS, 2018

Os óleos vegetais e os graxos animais são triglicerídeos, ou ésteres, compostos por três cadeias de ácidos graxos unidos a uma molécula de glicerina. A glicerina é considerada um álcool pesado de três carbonos.

No processo de transesterificação, os ésteres triglicerídeos são convertidos em ésteres alcalinos (biodiesel) na presença de um catalisador, por exemplo, soda cáustica e um álcool. O álcool pode ser o etanol ou metanol. Se o álcool for metanol, forma-se ésteres metílicos, sendo etanol, formam-se ésteres etílicos. Portanto, na transesterificação a molécula de triglicerídeo divide-se em três moléculas de éster metílico ou éster etílico e uma de glicerina. O catalisador quebra os enlaces que unem os ácidos graxos com a glicerina. A glicerina desce no tanque e as cadeias de ácido graxo se unem ao metanol (GONÇALVES, 2017).

A reação de transesterificação ocorre em três etapas, sendo elas:

• Primeiramente uma cadeia de ácido graxo separa-se do triglicerídeo unindo ao etanol ou metanol, formando a molécula de éster metílico ou etílico, ou seja, um diglicérideo.

- Em seguida, outra cadeia de ácido graxo se separa da glicerina, que também se une a um álcool, etanol ou metanol, formando a segunda molécula de éster metílico ou etílico, deixando um monoglicérideo.
- Por fim, o monoglicérideo se converte em éster etílico ou metílico. Completando a reação.

Entretanto, a reação pode não se completar totalmente, e podem ficar no biodiesel, restos sem converter, ou parcialmente convertidos. Processos de limpeza para retirada das moléculas que não completaram a reação se faz necessário. Ao final da reação de transesterificação, e após um período de decantação, é possível verificar visualmente as duas fases. O glicerol mais denso por baixo e o biodiesel mais leve por cima. Por existirem tantos fatores a serem controlados durante o processo de obtenção do biodiesel, a automação do processo de produção do biodiesel constitui uma ferramenta essencial para garantia da qualidade e homogeneidade do produto.

#### 2.2 Automação de processos

Desde o invento da roda, ocorrido entre os anos de 3.500 a 3.200 AC, o homem vem buscando automatizar e controlar os processos. A revolução industrial ocorrida em meados do século XVIII foi propulsora do desenvolvimento da automação de processos, com o surgimento das linhas de produção modernas (MOREIRA, 2012).

Até 1770, o desenvolvimento da automação era baseado no desenvolvimento da automação mecânica, na criação de mecanismos fixos para auxiliarem nos processos fabris. Em 1950, com a invenção do transistor, houve grande avanço tecnológico que possibilitou o controle de máquinas e processos através de circuitos eletrônicos, e posteriormente de computadores (FRANCHI; CAMARGO, 2010).

São consideradas vantagens da automação de processos: a qualidade do produto e sua homogeneidade. Esta característica é muito importante na produção de produtos finais ao consumidor. No caso da produção de biodiesel, é fundamental que o processo mantenha a qualidade dos produtos de batelada para batelada. Outra vantagem da automação do processo, é a liberação do homem das tarefas entediantes e insalubres, colocando máquinas e equipamentos para fazerem estas atividades, e permitindo ao homem executar tarefas mais prazerosas e de cunho intelectual.

O controle automático de um processo contribui para a melhoria na eficiência da execução da atividade e na redução do uso de pessoas em tarefas repetitivas, e por fim, reduz os custos com mão-de-obra (HAIGHT, 2017).

O desenvolvimento do controle de produção do biodiesel, de forma automática e supervisionada, como proposta para este projeto, compete para a qualidade da produção e para liberação do homem de executar tarefas que envolvam riscos de insalubridade, e ainda consiste numa importante ferramenta educacional, tanto na área de meio-ambiente, como na área de tecnologia de processos. Um equipamento bastante utilizado na automação de processos industriais chama-se CLP – Controlador Lógico Programável, utilizado para o controle da automação proposto para este trabalho.

#### 2.3 Controlador Lógico Programável

Em 1968, por necessidade da indústria automobilística americana, foi inventado o CLP, que ao longo dos anos foi adquirindo novas funcionalidades, e possui forte presença nas linhas de produção de pequenas e grandes indústrias (FRANCHI; CAMARGO, 2010). A utilização de CLP's na automação de processos permite aos técnicos e engenheiros a verificação do funcionamento e a correção das falhas, ainda na fase de projeto, contribuindo para a diminuição dos custos de implantação.

Existem no mercado vários fabricantes de CLP. Desde os mais simples, até os CLP's de última geração, capazes de controlar grandes processos.

O CLP possui em sua arquitetura de hardware elementos, tais como:

- CPU Unidade de Central de Processamento,
- Fonte de alimentação, com bateria interna;
- Barramento de entradas;
- Barramento de saídas;
- Memórias (RAM, ROM, PROM, EPROM e EEPROM);
- Barramento de dados, endereçamento e controle;
- Arquivos de programas;
- Arquivos de dados;
- Porta de comunicação, e
- Barramento de expansão de entradas /saídas.

A Figura 4 apresenta um modelo de CLP da Siemens, dentre muitos outros modelos existentes no mercado. Os CLP's são equipamentos versáteis, que controlam os elementos ligados em sua saída, de acordo com a lógica de programação, e considerando, tanto o estado dos sensores de entrada, quanto a situação dos elementos de saída.





Fonte: TENGKAI1, 2018

Como existem vários modelos de CLP's no mercado. Com recursos diversos, existem também diferentes arquiteturas de hardware disponível na literatura. A Figura 5, apresenta uma arquitetura de hardware existente para a maioria de CLP's fabricados no mundo (EMERICK, 2018). Os principais fabricantes de CLP's são:

- Siemens;
- Allen Bradley Rockwell;
- Schneider Electric;
- GE Fanuc;
- Mitsubishi Eletric;
- Festo;
- Toshiba, e
- OMRON.

A empresa brasileira WEG, conhecida mundialmente como fabricante de motores e transformadores, também possui uma linha de equipamentos para automação industrial, dentre eles, o CLP.



Figura 5 - Arquitetura de Hardware do CLP.

Fonte:	Autor
--------	-------

O CLP possui um ciclo de operação e um princípio de funcionamento. A Figura 6 ilustra, em fluxograma, o princípio de funcionamento de um CLP.



Figura 6 - Princípio de funcionamento do CLP.

Fonte: Autor

Quando o CLP executa um ciclo de operação, chamamos de ciclo de varredura. De forma geral, o CLP executa os seguintes passos:

- Inicialização;
- Leitura das variáveis (sensores) de entrada e dos elementos (atuadores) da saída;
- Atualização das memórias com o estado das entradas e saídas;
- Comparação do estado das memórias, com a programação feita pelo usuário;
- Atualização das saídas de acordo com a lógica de programação do usuário, e
- Repetição do ciclo de varredura.

O CLP guarda as informações dos estados das entradas e saídas, bem como, das instruções feitas pelo programador, em arquivos de dados e de programas. Estes arquivos ficam em locais específicos de memória. Estas memórias são atualizadas a cada ciclo de varredura, e, podem ser acessadas por sistema de controle e aquisição de dados – SCADA. Sistemas SCADA serão abordados no tópico 2.4.

#### 2.3.1 Variáveis de entrada de um CLP

As variáveis de entrada são todos os sensores que estão interligados ao CLP pelo bloco de entrada. Normalmente são sensores digitais e analógicos. Estes sensores são responsáveis pelas informações do processo produtivo ao CLP. Os sensores são dispositivos sensíveis a variação de uma grandeza física, tais como: eletricidade, magnetismo, eletromagnetismo, calor, som, luz, dentre outros.

Os sensores ou transdutores são dispositivos eletroeletrônicos capazes de detectar várias formas de energia, como sinais elétricos, magnéticos, temperatura e movimentos. Existem sensores adequados para diferentes objetos e aplicações. Os principais tipos de sensores são: indutivo; capacitivo; óptico e ultrassônico. Os sensores são divididos entre analógicos e digitais. Os sensores digitais são capazes de indicar a presença ou não de objetos. Produzem sinais de saída binários, ou seja: 1 (um) ou 0 (zero); presença ou ausência; verdadeiro ou falso. Enquanto os sensores analógicos são capazes de indicar os valores de grandezas físicas, tais como: temperatura, velocidade, pressão, nível, tensão, entre outras.

Sensores capacitivos fazem a leitura do objeto, através da distorção do campo elétrico causado pelo objeto em sua frente. A Figura 7 apresenta um modelo de sensor capacitivo. Este tipo de sensor não precisa ficar em contato direto com o produto.



Fonte: BOTNROLL, 2018

A Figura 8 apresenta três modelos de sensores analógicos. Sendo o sensor de temperatura na Figura 8<sup>a</sup>; sensor capacitivo na Figura 8b, e sensor ultrassônico na Figura 8c.



#### Figura 8 - Diferentes tipos de sensores analógicos

#### 2.3.2 Variáveis de saída de um CLP

As variáveis de saída são dispositivos eletroeletrônicos que são interligados ao bloco de saída do CLP. São conhecidos como atuadores do sistema, aqueles que vão interferir no processo produtivo. Os principais tipos de atuadores em processo são: bombas hidráulicas, motores, misturadores, resistências elétricas, eletroválvulas, contatores, temporizadores, lâmpadas, ventiladores, exaustores, válvulas eletropneumáticas, dentre outros. A Figura 9 ilustra um modelo de misturador. Os misturadores são motores com hélices acopladas para realizar a mistura de dois ou mais produtos.



Figura 9 - Exemplo de misturador

Fonte: BOMAX, 2018

A resistência elétrica trata-se de um tipo de atuador utilizado para aquecimentos de produtos que consiste na capacidade de um corpo de transformar energia elétrica, em energia térmica. A Figura 10 apresenta dois modelos de resistência elétrica. Quanto maior for a potência elétrica do equipamento, menor será o tempo de aquecimento do produto. A especificação da potência, portanto, deverá observar a capacidade do tanque, e o tempo que se deseja para o produto alcançar a temperatura desejada.

Figura 10 - Exemplo de resistência elétrica para aquecimento de óleos



Fonte: ELETROTHERMO, 2018

As eletroválvulas são válvulas elétricas que permitem o fechamento e abertura de tanques e tubulações através de um sinal elétrico. As eletroválvulas são utilizadas para o acionamento do transporte de produtos, e possuem vazão específica que variam de acordo com sua seção transversal. As eletroválvulas são fabricadas com a utilização de materiais diferentes para acionamentos de diferentes produtos. A Figura 11 apresenta dois modelos de eletroválvulas, sendo um modelo de eletroválvula de latão para acionamento de produtos como óleo e água, e um modelo de PVC utilizado somente para águas em temperaturas ambientes.



O CLP aciona as variáveis de saída, de acordo com a leitura dos sensores no bloco de entrada, comparando-os sempre com as instruções e lógicas programadas pelo usuário. Desta forma, o processo de produção se torna automático. Outra vantagem do sistema automatizado utilizando o CLP é a possibilidade de comunicação com outros equipamentos. O nível de proteção no sistema também é ampliado quando se utiliza o CLP. A Figura 12 ilustra o diagrama de blocos de um processo automatizado com a utilização do CLP.



Figura 12 - Diagrama em blocos de um processo automatizado.

O CLP recebe instruções lógicas do usuário, para realizar o controle do processo, essas instruções são chamadas de linguagens de programação para CLP.

Fonte: Autor

#### 2.3.3 Linguagem de programação Ladder para CLP's

Existem várias linguagens de programação para CLP. Neste subtópico, apenas citaremos a existência das principais lógicas de programação, e passaremos uma noção de programação em lógica ladder. As linguagens de programação para CLP são padronizadas pela norma IEC 61131 - Internacional Electrotechnical Commission. A Tabela 2 resume as linguagens de programação padronizadas (IEC 61131, 2018).

<b>Tabela 2 -</b> L'inguagens de programação padromzadas		
LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO	TIPO DE LINGUAGEM	
STL – Structured Text Language	Textual	
IL – Instruction List	Textual	
FBD – Function Block Diagram	Gráfica	
Linguagem Ladder	Gráfica	
SFC - Sequential Function Chart	Gráfica	

Tabala 2 - Linguagens de programação padronizadas

Fonte: Adaptado de IEC 61131, 2018

A linguagem de programação ladder é considerada a linguagem universal pelos engenheiros eletricistas. Sua simbologia se assemelha com a de comandos elétricos, por isso, todos os CLP's fabricados no mundo suportam essa linguagem. Existem CLP's que suportam a programação em mais de uma linguagem, desde que uma delas, seja a linguagem ladder.

A linguagem ladder recebeu este nome, devido a organização da programação lembrar uma escada, onde cada linha de programação representa um degrau. Para ativar uma bobina ou saída do CLP, se faz necessário energizar toda a linha, obedecendo a lógica feita pelo usuário, conforme ilustra a Figura 13. A linha de programação sempre se encerra com o objeto que deseja controlar (saída). Todo o restante da linha é considerado a lógica para o acionamento da saída.



Figura 13 - Fluxo de lógica de programação ladder.



Na Tabela 3 pode-se verificar as principais instruções na lógica *ladder*, de acordo com a norma IEC 61131-3. Esta norma foi criada para padronizar as instruções das linguagens de programação para CLP's. No entanto, existem vários fabricantes de CLP's que não adotaram completamente a simbologia proposta pela norma IEC 61313-3, contudo, existe uma semelhança entre a simbologia destes, com as da norma.

INSTRUÇÃO	DESCRIÇÃO
(Simbologia)	
$\dashv$ $\vdash$	Contato aberto (NA). Normalmente aberto. Transfere energia na linha se a chave ou sensor estiver acionado
-1/F	Contato fechado (NF). Normalmente fechado. Transfere energia na linha mesmo que a chave ou sensor não esteja acionado.
- <b>I</b> ₽ <b> </b> -	Transição positiva. Transfere energia na linha de programação sempre que o estado do sensor, ou da chave, variar de desligado para ligado.
⊣¤⊢	Transição negativa. Transfere energia na linha de programação sempre que o estado do sensor ou chave variar do estado ligado para o desligado.
-( )-	Bobina de saída. Se todos os contatos da linha estiverem energizados, a bobina é energizada. Caso contrário não é energizado.
-(/)	Bobina de saída negada. Se todos os contatos da linha estiverem transferindo energia, a bobina ou saída é desenergizada. Caso contrário é energizado.
-(s)-	Bobina set. Uma vez que todos os componentes da linha energizam, a bobina é energizada, mesmo que a linha seja desenergizada.
-(R)-	Bobina reset. A forma de desligar uma bobina de saída set. Sempre que todos os elementos da linha estiverem energizados.
-(M)-	Bobina ou saída de memória. São bobinas auxiliares que funcionam da mesma forma que as bobinas de saídas. Contudo não representam uma saída física do CLP.
—(sм)—	Set bobina de memória. São bobinas auxiliares que funcionam como a bobina de saída set. Contudo não representam uma saída física do CLP.
-(RM)	Reset bobina de memória. São bobinas auxiliares que funcionam como a bobina de saída reset. Contudo não representam uma saída física do CLP.

 Tabela 3 - Lista das principais instruções da lógica ladder - \*IEC 61131-3

\* Padrão internacional da norma IEC 61131-3. Essa simbologia pode variar de acordo com o fornecedor do CLP.

A linguagem *ladder* também possui blocos com funções diversas para o usuário programar sua lógica. A utilização destes blocos é de fundamental importância para se obter uma programação mais robusta. Estes blocos variam de acordo com o modelo do CLP. Os principais blocos existentes são:

• Blocos com função de temporizadores;

- Blocos com função de contadores;
- Blocos comparadores;
- Blocos com fórmulas e funções matemáticas;
- Blocos de movimentação de dados, e
- Blocos de função relógio.

#### 2.4 Sistema de controle e aquisição de dados

Os sistemas supervisórios conhecidos como SCADA – Supervisory Control and Data Aquisition - são softwares gráficos que controlam e supervisionam sistemas industriais, portanto, comunicam em rede, em tempo real, com o processo industrializado. Estes sistemas buscam as informações de um servidor que controla o processo. Geralmente são controlados por CLP. Desta forma, trocam informações, podendo ler e escrever dados na memória do dispositivo de controle do processo (GOULD, 2016).

Os sistemas SCADA possuem basicamente dois módulos distintos, o primeiro onde se desenvolve graficamente a planta do processo industrializado, e o segundo que executa o sistema desenvolvido, em tempo real.

O ponto crítico de um sistema supervisório é a sua capacidade de se comunicar com o processo. Para isso, existem diferentes drivers de comunicação, que configurados corretamente, permitem ao sistema supervisório acionar: bombas, eletroválvulas, sensores e motores. Permitem também fazer a leitura de dados, como: temperatura, pressão, nível, entre outros.

Através das ferramentas disponíveis no módulo de desenvolvimento dos supervisórios, é possível a criação de gráficos de tendências, telas de alarmes, telas com partes do processo, entre outras ações.

As Associações ou conexões são ferramentas de ligações feitas entre propriedades e objetos. As associações trazem grande facilidade, ao criar animações, e outros tipos de lógicas comuns, minimizando a utilização de scripts.

A Figura 14 ilustra um modelo de tela de supervisório. Estas ferramentas podem ser úteis para captação de dados essenciais ao processo industrial automatizado. Alguns softwares SCADA fornecem relatórios que podem ser utilizados para a otimização do processo (WOOLLY, 2016).



Figura 14 - Exemplo de tela supervisório.

Fonte: NASCIMENTO, 2015

#### 2.5 Automação de plantas de biodiesel de pequeno porte

Plantas de produção de biodiesel de pequeno porte podem ser consideradas aquelas que utilizam a gravidade para o transporte dos insumos, ou plantas que possuem capacidades não muito superiores a 1.000 litros por batelada.

Worm (2012) elaborou um projeto para automação de uma planta manual de produção de biodiesel, existente na Universidade de Santa Cruz do Sul. A planta utilizada no projeto usava rota metílica para produção de biodiesel, e como matéria prima, o óleo vegetal que passaria por duplo processo de transesterificação, com a finalidade de aumentar a quantidade de biodiesel produzido. Ainda sobre o projeto de Worm (2012), este possuía apenas uma tela para monitorar o funcionamento da planta, e também alguns alarmes de temperatura. Esta tela era acoplada ao CLP que informava em qual etapa estava o processo. O seu projeto contava com atuadores como: bombas e aquecedores; contudo, as válvulas permaneciam sendo operadas manualmente. Nas válvulas foram colocados sensores para indicar se as mesmas

estavam abertas ou fechadas, com finalidade de informar o estado dessas válvulas na tela de monitoração e de alarmes.

Birchal (2013) elaborou um supervisório de controle para o processo de produção de biodiesel, a partir de uma planta semiautomática, utilizada para testar diferentes reagentes para a otimização da produção, buscando alterar as condições de temperatura e tempo da reação para diferentes tipos de óleo e de catalisadores. Desta forma, essas condições poderiam ser controladas, supervisionadas e alteradas pela tela do supervisório.

Elsawy (2012) realizou o projeto e montagem de uma usina automática para produção de biodiesel. A reação de transesterificação era realizada de acordo com os valores de PH – Potencial Hidrogeniônico do óleo utilizado como matéria prima. Estes valores eram comparados com os valores de uma tabela para ajustar o tempo de reação. Portanto, antes do início da batelada era necessário informar qual tipo de óleo estava sendo usado. Neste trabalho, a mistura do metanol com o óleo era feita manualmente, as demais ações eram realizadas através de bombas hidráulicas.

Malone et al. (2014) desenvolveram uma planta de produção de biodiesel para utilização de óleo vegetal de fritura, utilizando a rota metílica. Não desenvolveram o supervisório para a planta. O óleo de fritura era primeiramente testado para saber o PH do óleo. A separação do biodiesel da glicerina era feita manualmente, por abertura e fechamento de válvula. Foram utilizados como atuadores: bombas, válvulas e aquecedores. Durante a reação de transesterificação, a mistura foi realizada por um agitador ultrassônico controlado pelo CLP.

A Indústria Flournoy Green Tech desenvolveu uma planta com supervisório, ambos controlados por um CLP. A planta para pequenas produções foi desenvolvida para ser móvel e, portanto, utiliza rodas em sua estrutura. Contudo, é necessário conectar a planta manualmente nos reservatórios de óleo vegetal e de metanol. Também se faz necessário conectar os tanques de saída de biodiesel e glicerol manualmente. No início do processo também é necessário informar o tipo de óleo vegetal utilizado, e o restante é controlado automaticamente pelo CLP. A separação do biodiesel do glicerol é feita através de sensor óptico, ao captar a diferente coloração entre os mesmos (FLOURNOY, 2017).

Cás (2017) desenvolveu um sistema de controle e supervisório para uma planta de produção de biodiesel, de pequeno porte. Ele utilizou o modelo de planta de Kemp (2016). Utilizou programação *ladder* em CLP Siemens. Não desenvolveu o protótipo para testar o funcionamento do sistema de controle proposto. Para a simulação do processo foi utilizada uma programação em linguagem *ladder*, no lugar das leituras dos sensores. Neste caso, para a

implantação do sistema de controle em uma planta existente, seria necessário trocar essa programação, por outra, que realize a leitura diretamente no sensor analógico. O controle projetado por Cás não contou com um tanque para mistura entre o catalisador e o metanol, antes da reação de transesterificação. Este tanque torna o projeto mais elaborado, e contribui para melhoria no processo de obtenção do biodiesel (CAS, 2017).

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para melhor compreensão da metodologia utilizada no trabalho, foi dividida esta seção em partes. Primeiramente, os materiais necessários para a conclusão do trabalho. Depois a metodologia aplicada para se obter cada objetivo.

#### 3.1 Materiais

Os materiais utilizados para a elaboração da programação de controle, do supervisório e da simulação foram:

- Computador: Windows 10 PRO; processador Intel<sup>®</sup> core <sup>™</sup> i5 7400; CPU @ 3GHz; RAM 8GB de 64 bits.
- Software Tia Portal Automação Integrada Total versão 14.0, Service Packard 1, com licença total de uso;
- Supervisório Elipse E3 Studio, na versão demo.
- Maleta de Automação *Power System* 3000 da DK8, com os seguintes itens:
  - Um (1) CLP Siemens S7-1200, CPU 1214C AC/DC/RLY. Com 12 (doze) entradas digitais; 14 (catorze) saídas digitais; 2 (duas) entradas analógicas e 1 (uma) saída analógica;
  - 9 (nove) saídas digitais para ligações de lâmpadas LED Light Emission Diode;
  - 4 (quatro) sensores digitais, do tipo chave retentiva, contato NA Normalmente Aberto;
  - 2 (dois) sensores digitais, do tipo chave pulsante, contato NA;
  - 2 (dois) sensores digitais, do tipo chave pulsante, contato NF Normalmente Fechado;
  - 2 (duas) entradas analógicas de 0 -10 v; e
  - 2 (dois) potenciômetros de 5 k $\Omega$  (cinco mil ohms).

A Maleta de Automação *Power System* 3000 – DK8 pode ser vista na Figura 15. O CLP Siemens e o Software TIA Portal foram escolhidos devido a disponibilidade em laboratório, aplicabilidade ao projeto, e qualidade consolidada na área de automação. Este equipamento pode ser adquirido no mercado virtual e em lojas parceiras da Siemens no Brasil.


Figura 15 - Maleta de Automação Power System 3000 – DK8.

Fonte: Autor

A maleta de instrumentos *Power System* 3000 possui dois potenciômetros que foram utilizados como entradas analógicas, um para simular a variação da temperatura do óleo, e outro para simular a variação da leitura do produto, biodiesel ou glicerol no tanque. Através da leitura da variação do sinal analógico provocado pelo potenciômetro foi concebida a lógica do programa para a separação do biodiesel da glicerina. A maleta de automação *Power System* pode ser substituída pelos sensores e atuadores de forma individual. O CLP Siemens S7 - 1214C AC/DC/RLY pode ser substituído por outro de marca diferente, desde que contenha no mínimo, as mesmas quantidades de entradas e saídas utilizadas para realização do controle do processo.

Outras configurações de hardware para o computador podem ser utilizadas, recomenda-se no mínimo o processador compatível com a Intel® core <sup>™</sup> i3. Igualmente, outras versões do software Tia portal podem ser utilizados, a partir da Versão 12.0 SP 1.

# 3.2 Modelo de planta para simulação

Para realizar a automação e controle de uma planta de produção, primeiramente se faz necessário escolher o modelo de planta de produção de biodiesel. Existem vários modelos na literatura e no mercado. Este trabalho propõe um modelo que possa ser utilizado para produção de biodiesel em pequena escala e que possa servir de ferramenta educacional. O modelo de planta foi adotado somente para simular o processo de automação da produção de biodiesel, onde os sensores e atuadores físicos foram simulados pelos sensores e atuadores da Maleta de Automação *Power System* – DK8, visto na Figura 15.

# **3.3** Desenvolvimento do sistema de controle

Os seguintes passos foram necessários para o desenvolvimento do sistema da automação e controle para a planta de pequeno porte:

- Criar uma rede entre o computador com o software de programação e o CLP Siemens da maleta;
- Configurar os recursos e modelo de CLP no Software; e
- Realizar a lógica de programação.

Como forma de obter uma programação final robusta e eficiente, a programação foi dividida em partes. Para cada parte da lógica concluída foram necessários testes para verificar se a programação está adequada ao processo. Durante esta etapa, a programação foi sendo ajustada até chegar à programação ideal.

A lógica de controle foi subdividida em:

- Início de processo;
- Leitura e controle da temperatura do óleo vegetal;
- Acionamentos do transporte dos insumos, no primeiro momento, NaOH e Etanol;
- Mistura do NaOH com o Etanol, para formação do etóxido de sódio;
- Processo de transesterificação, incluindo a mistura do óleo com o Etóxido de sódio;
- Decantação;
- Separação da glicerina;
- Limpeza do biodiesel;
- Separação do biodiesel; e
- Finalização do processo encerramento da batelada.

#### 3.4 Metodologia da simulação computacional

Para a simulação computacional, faz-se necessário a utilização do computador, com o software supervisório instalado, ambos comunicando em rede, via protocolo de comunicação e driver de controle. O supervisório Elipse E3 Studio possui *driver*, tutorial e manual para configuração e utilização do CLP da família Siemens S7. Estes podem ser obtidos diretamente na página da *internet* do fornecedor (ELIPSE, 2018).

Em seguida fez-se a montagem gráfica da planta proposta e das associações das imagens com os dados de memória do processo, armazenados no CLP. Para a montagem gráfica do projeto da planta, o software supervisório precisa estar configurado e comunicando com o CLP para buscar as informações do estado do processo nos arquivos de dados do CLP.

A Figura 16 ilustra a metodologia aplicada para o desenvolvimento da tela de simulação no supervisório. O software supervisório utiliza *tags* de comunicação para acesso das informações no CLP. *Tags* é um termo em inglês, que significa rótulos ou etiquetas, na automação pode-se dizer que são nomes dados as instruções que são guardadas e rotuladas, ou etiquetadas em memória, para serem lidos, escritos, ou simplesmente acessados com maior facilidade e rapidez.



Figura 16 - Metodologia aplicada para o desenvolvimento da tela de simulação

Fonte: Autor

# **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### 4.1 Modelo da planta de produção de biodiesel

Após a realização das pesquisas, foi desenvolvido um modelo que utilizasse a força da gravidade para o transporte dos insumos, e que pudesse ser monitorada por um sistema supervisório. O resultado da pesquisa para obtenção de um modelo de planta para automação pode ser visto na Figura 17. Trata-se de um modelo capaz de se adaptar a diferentes capacidades de produção de biodiesel, em pequenas escalas, desde 10 litros até 1.000 litros. Para ampliar a capacidade do modelo se faz necessário aumentar a capacidade dos tanques e calibrar o posicionamento dos sensores.



Figura 17 - Modelo de planta desenvolvido para automação e controle

Fonte: Autor

Para o modelo de controle e automação da planta proposta, as funções de cada tanque e seus sensores e atuadores são as seguintes:

- O tanque 1 deve ser abastecido com um catalisador, pode ser utilizado tanto o hidróxido de sódio NaOH, como o hidróxido de potássio KOH. Este tanque deverá ter um sensor digital posicionado na quantidade mínima para completar um ciclo de produção, ou seja, uma batelada. Também necessita de uma eletroválvula para controlar a saída do catalisador para o tanque 4.
- O tanque 2 deve ser alimentado com um álcool, podendo ser etanol ou metanol. Deverá ter um sensor digital para informar se o tanque possui a quantidade mínima suficiente para uma batelada, e uma eletroválvula para controlar a saída do álcool para o tanque 4.
- O tanque 3 deve ser abastecido com água para realização da lavagem do biodiesel. Também deverá possuir um sensor para informar se o tanque possui a quantidade mínima de água para conclusão do processo de lavagem do biodiesel.
- O tanque 4 tem a função de receber os insumos dos tanques 1 e 2, realizar a mistura dos mesmos antes de enviar para o tanque 5. Portanto, este tanque possui um misturador e uma eletroválvula de saída para o tanque 5.
- O tanque 5 recebe a matéria prima para a produção do biodiesel, ou seja, o óleo vegetal. Neste tanque ocorre o aquecimento do óleo para a realização da reação de transesterificação. Também ocorre o processo de decantação, separação do biodiesel da glicerina e a limpeza do biodiesel. Este tanque possui sensor de temperatura; sensor de nível baixo e de nível alto; resistência de aquecimento; sensor analógico para detecção do biodiesel pela densidade; entrada do tanque de água para realizar a limpeza do biodiesel, e por fim, duas saídas controladas por eletroválvulas, uma para separar o biodiesel no recipiente 2, e outra para separar os coprodutos no recipiente 1.
- O recipiente 1 (Rec 1) tem a função de receber os coprodutos, a glicerina na primeira decantação, e a água da limpeza no processo de lavagem. Este tanque possui um sensor de presença para garantir que o tanque esteja posicionado corretamente durante o recebimento dos coprodutos, evitando o derramamento da glicerina e/ou da água da limpeza feita no biodiesel.
- O recipiente 2 (Rec 2) tem a função de receber o biodiesel limpo, ao final do processo.
   Este tanque possui um sensor para garantir que o tanque esteja posicionado corretamente ao receber o biodiesel, evitando o derramamento do biodiesel limpo.

A descrição e a quantidade de itens necessários para implantação do protótipo da planta automática de produção de biodiesel, estão apresentadas na Tabela 4.

Item	Quantidade	Descrição
CLP	1	CLP Siemens S7 SIMATIC 1214C, com 2 entradas analógicas, 12 entradas digitais e 14 saídas digitais
S1 a S5	5	Sensor digital capacitivo para detecção de nível
S6 e S7	2	Sensor digital de proximidade para detecção da presença dos recipientes.
S1A	1	Sensor analógico de temperatura
Tanque 1	1	Tanque de depósito para NaOH ou KOH
Tanque 2	1	Tanque de depósito para etanol ou metanol
Tanque 3	1	Tanque de depósito de água
Tanque 4	1	Tanque para mistura do álcool (etanol ou metanol) com o catalisador (NaOH ou KOH)
Tanque 5	1	Tanque de depósito para óleo vegetal. Tanque utilizado para a reação de transesterificação e decantação
M1 e M2	2	Motores com hélices no eixo para realizar a mistura dos produtos
Flanges	5	Flanges para acoplamento nos tanques dos sensores analógicos (S1a e S2a), dos motores (M1 e M2) e do aquecedor (AQ1)
S2A	1	Sensor analógico capacitivo ou ultrassônico, para separação das fases de biodiesel e glicerina
Rec 1	1	Recipiente para receber a glicerina e coprodutos
Rec 2	1	Recipiente para receber o biodiesel limpo ao final do processo
Ev1 a Ev6	6	Eletroválvulas para abertura dos tanques e transporte dos materiais
AQ	1	Aquecedor elétrico para o óleo vegetal
Botão OFF*	1	Chave botoeira pulsante para desligar o processo
Botão ON*	1	Chave botoeira pulsante para iniciar o processo de batelada

Tabela 4 - Lista de materiais para automação da planta de biodiesel proposta

\* Não relacionados no desenho da planta (Fig. 17), contudo necessários para implantação e controle da planta.

Para plantas e processos de engenharia e automação, os diagramas de instrumentos são utilizados nos projetos. Nestes diagramas são colocados os instrumentos que são utilizados no processo. Para regular as nomenclaturas dos instrumentos foi criada em 1984 a norma ISA 5.1 – Norma da Sociedade Instrumental da América. A Figura 18 apresenta a planta instrumental de produção de biodiesel desenvolvida de acordo com a norma ISA 5.1. A norma ISA 5.1 pode ser adquirida no site da Sociedade Instrumental da América (ISA, 2009).



Figura 18 - Diagrama de instrumentos do modelo da planta

Fonte: Autor

Os elementos principais necessários para a instrumentação e controle da planta são:

- CLP;
- Sensores digitais;
- Sensores de proximidade;
- Sensor de temperatura;
- Sensor analógico para detecção do biodiesel;
- Misturadores;
- Aquecedor elétrico;
- Eletroválvulas;
- Tanques, recipientes e flanges.

A Tabela 5 apresenta a descrição da simbologia utilizada no diagrama de instrumentos da planta (ISA, 2009).

SIMBOLOGIA	DESCRIÇÃO
	Tanque para recebimento e armazenagem dos insumos e/ou matéria-prima
	Recipiente para recebimento do biodiesel e dos coprodutos
Xa	Válvula de acionamento elétrico – Eletroválvula
Y	Misturador
$\leq$	Aquecedor
(LSL) o	Chave indicadora de nível baixo
	Indicador controlador de temperatura
ZI	Chave indicadora de posição
o	Chave indicadora de nível alto
0DI	Indicador de densidade

**Tabela 5 -** Descrição da simbologia da planta instrumental

Fonte: Autor

4.1.1 Custo aproximado da automação da planta

Os custos para a implantação da planta podem variar bastante de acordo com a capacidade de produção da planta, especialmente pelos preços dos tanques e motores misturadores. Os demais custos de automação, como sensores, CLP e eletroválvulas são iguais para plantas com capacidades diversas. Assim foi elaborado um orçamento com custo aproximado para implantação de uma planta com capacidade para 100 litros por batelada. A Tabela 6 apresenta os valores discriminados por item e uma estimativa do custo de mão-deobra e despesas com fretes. Observa-se que o custo aproximado total para implementação da automação da planta foi de RS 11.118,47.

Item / Descrição	QTD	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
CLP Siemens S7 SIMATIC 1214C - com 2 entradas	1	2 636 95	2 636 95
analógicas, 12 entradas digitais e 14 saídas digitais	1	2.030,95	2.030,95
Sensor digital capacitivo Ljc18a3-hz/by (S1 a S7)	7	75,10	525,70
Kit sensor temperatura pt100 e conversor (S1A)	1	241,00	241,00
Tanque 50 litros polipropileno (Tanque 1-3)	3	330,00	990,00
Tanque 25 litros polipropileno (Tanque 4)	1	222,66	222,66
Tanque 100 litros polipropileno (Tanque 5)	1	399,07	399,07
Misturadores (M1 e M2)	2	520,00	1.040,00
Flanges para os tanques	6	75,00	450,00
Sensor analógico C1D45QV2-M (S2A)	1	671,44	671,44
Recipiente 100 litros (Rec 1 e 2)	2	306,45	306,45
Eletroválvulas (Ev1 a Ev6)	6	78,00	468,00
Aquecedor elétrico	1	95,20	95,20
Tubulação e acessórios	-	442,00	442,00
Chave botoeiras ON e OFF	2	28,50	57,00
Mão-de-obra	-	1.115,00	1.115,00
Despesas com frete	-	1.458,00	1.458,00
TOTAL	11.118,47		

Tabela 6 – Custo aproximado da automação do modelo da planta

Fonte: Autor

# 4.2 Programação para o controle da planta proposta

Primeiramente será demonstrado todo processo, em forma de fluxograma, para o entendimento melhor do algoritmo da programação. Em seguida serão apresentadas as variáveis de entrada no processo que devem ser ajustadas previamente. Por fim, as linhas de programação desenvolvidas em linguagem de programação *Ladder*.

O fluxograma do processo de automação e controle da planta de produção de biodiesel pode ser visto na Figura 19. A elaboração inicial do fluxograma foi fundamental para o desenvolvimento da programação para o CLP. Os valores de tempos de acionamentos de eletroválvulas e motores inseridos na programação, devem ser ajustados de acordo com a capacidade de produção, e das características dos atuadores, como: potência dos motores; aquecedores e da vazão das eletroválvulas. A programação foi realizada utilizando o software TIA PORTAL da Siemens. A instalação do software de programação bem como sua aquisição pode ser feita diretamente no site da Siemens (SIEMENS, 2018).



Figura 19 - Fluxograma para o projeto de automação.

Fonte: Autor

# 4.2.1 Variáveis de entrada na programação

A Tabela 7 apresenta os dados das variáveis que precisam ser ajustadas previamente na programação. No Apêndice A estão disponíveis todas as *tags* e instruções utilizadas na programação. Os valores aplicados nestas variáveis devem ser alterados, pois existem diferentes óleos vegetais e reagentes possíveis para o processo. A programação pode ser utilizada para todos os tipos de óleo vegetal, incluindo óleo de frituras, diferentes catalisadores e álcoois usados na reação de transesterificação. Podem ser aplicados também diferentes tempos de reação e quantidade de insumos, pois na produção de biodiesel pode existir objetivos diversos, de acordo com o perfil do produtor, por exemplo, pode-se priorizar o tempo de duração do processo, ou a maior produção de biodiesel, entre outras opções. A coluna variável da Tabela 7 representa o nome da instrução na programação de controle que será comentado e desenvolvido neste capítulo. As inserções dos valores destas variáveis foram colocadas arbitrariamente, para fins de testes na programação de automação e controle, e comentadas nas linhas de programação. Portanto, para a entrada correta dos dados na produção da planta será necessário realizar pesquisa sobre a melhor relação álcool/catalisador/óleo, tempos de reação e decantação, ciclo de lavagens necessários para a quantidade de produção de biodiesel desejada. Os tempos de abertura de eletroválvulas dependem da vazão da eletroválvula escolhida para o processo.

Variável	Descrição
%DB2	Tempo de abertura da Ev. Tanque 2 – Álcool (Etanol ou Metanol)
%DB1	Tempo de abertura da Ev. Tanque 1 – Catalisador (NaOH ou KOH)
%DB4	Tempo de mistura do álcool com o catalisador
%DB5	Tempo de abertura da Ev. Tanque 4
IN_RANGE/OUT_RANGE*	Temperatura de aquecimento do óleo
SCALE_X (min/máx.)	Range de leitura do sensor de temperatura utilizado
OUT_RANGE**	Temperatura para iniciar o processo de abertura das eletroválvulas
%DB9	Tempo de abertura da Ev. Água
%DB7	Tempo de Mistura do óleo no tanque 5
%DB8	Tempo de decantação
%DB10	Quantidade de lavagens para o processo de produção do biodiesel
IN_RANGE/OUT_RANGE***	Faixa de leitura do sensor analógico para leitura em biodiesel

Tabela 7 - Variáveis de entrada no processo

<sup>\*</sup> Relacionado à Tag de aquecimento do óleo (Q0.0) na rede 2 da programação – ver apêndice B

\*\* Relacionado à Tag (M1.0) na rede 4 de programação - ver apêndice B

\*\*\* Relacionado à Tag de leitura de biodiesel e de coprodutos (M2.3 e M2.4) na rede 10 - ver apêndice B

A programação para automação da planta foi dividida em 14 linhas de programação,

conforme segue:

- 1. Início do processo;
- 2. Leitura analógica da temperatura do óleo vegetal;
- 3. Lógica para o controle da temperatura;
- 4. Lógica para controle das eletroválvulas dos tanques de álcool e do catalisador;
- 5. Controle do acionamento do motor misturador do álcool e catalisador;
- 6. Início da reação de transesterificação;
- 7. Controle do misturador do óleo vegetal no tanque 5.
- 8. Decantação;
- 9. Leitura do sensor analógico para separação das fases de glicerina e biodiesel;

- 10. Logica para leitura de biodiesel e coprodutos;
- 11. Separação da glicerina e coprodutos;
- 12. Bloco para contagem da lavagem do biodiesel;
- 13. Logica para acionamento das lavagens do biodiesel, e
- 14. Separação do biodiesel e finalização do processo.

#### 4.2.2 Programação para o início do processo

Para iniciar o processo de batelada, primeiramente, o programa faz uma varredura nos sensores de entrada com a finalidade de verificar se existem matéria-prima e insumos para a conclusão da batelada. A programação desenvolvida para realizar esta verificação, antes do início do processo, pode ser vista na Figura 20.



Figura 20 - Início do processo de batelada.

Fonte: Autor

Para o processo iniciar, conforme linha de programação da Figura 20, as seguintes condições devem ser satisfeitas:

- A quantidade de NaOH ou KOH no tanque 1 for suficiente para reação de transesterificação. Portanto, sensor do tanque 1 acionado;
- A quantidade de etanol ou metanol, no tanque 2 for suficiente para a realização da batelada, ou seja, sensor do tanque 2 acionado;
- A quantidade de matéria-prima (óleo vegetal), no tanque (5) principal, acionar o sensor de nível alto para o óleo.

- A quantidade de água no tanque 3 for mínima para realizar as lavagens no biodiesel, ou seja, o sensor do tanque 3 estiver acionado.
- Se o botão iniciar processo for acionado, fisicamente ou via supervisório.

Com todas essas condições satisfeitas, o processo inicia-se. Observe que o processo pode ser interrompido ou finalizado, a qualquer momento quando pressionado o botão de desligar. Outra maneira de finalizar o processo é com o encerramento completo da batelada. Este encerramento está representado pela instrução M3.0.

4.2.3 Programação para a leitura e controle da temperatura do óleo vegetal

Para realizar a leitura em tempo real da temperatura do óleo, e disponibilizar a leitura para lógica de controle da temperatura, foi desenvolvida a linha de programação, conforme apresentado na Figura 21.

O bloco *NORM\_X* recebe o valor de um número inteiro entre 0 e 27648. Esta variação depende do CLP utilizado, e está ligada a precisão da leitura da variável analógica pelo CLP. Quanto maior a variação, mais precisa será a leitura realizada pelo sensor de temperatura utilizado no processo. A leitura deste sensor será convertida para um valor real e guardada no endereço de memória MD100. Os endereços de memória iniciados com MD são utilizados para valores reais.

No bloco SCALE\_X, o usuário deve informar o valor de range do sensor de temperatura utilizado na planta, ou seja, o valor mínimo e o valor máximo de leitura do sensor de temperatura utilizado. Estes valores são indicados pelo fabricante do sensor. No exemplo da Figura 23, esses valores foram de 0 a 100° C. Caso se utilize sensor de range diferente, se faz necessário substituir os valores mínimos e máximos no bloco SCALE\_X, de acordo como o modelo e a variação de valores do sensor adquirido para a planta.

O valor da leitura do sensor de temperatura, neste caso, fica gravado no endereço de memória MD 200. Para realizar o controle da temperatura, se faz necessário a utilização de um aquecedor. Este controlado pela lógica de programação informada na Figura 22.



Figura 21 - Leitura analógica da temperatura do óleo vegetal.

Fonte: Autor



Figura 22 - Lógica para controle da temperatura.

Com a planta em operação, e enquanto houver uma quantidade mínima de óleo no tanque, informado pelo sensor de óleo nível baixo, a saída do aquecedor é acionada, desde que o valor da temperatura do óleo esteja entre 0°C e 60°C, ou entre 0°C e outra temperatura desejada para o óleo, pois trata-se de uma variável de entrada prévia no processo. O aquecedor será *resetado* somente quando a temperatura ultrapassar os 62°C, no exemplo da Figura 22, ou outra temperatura desejada, ou então, quando acontecerem uma das seguintes ações:

- 1. O nível do óleo estiver abaixo do nível mínimo. Isso para proteção do aquecedor;
- 2. For interrompido o processo pelo botão desligar;
- 3. O processo terminar.

4.2.4 Programação para preparação da reação de transesterificação

Antes de realizar a reação de transesterificação, para melhorar a qualidade do biodiesel produzido, as plantas mais elaboradas realizam a mistura do catalisador com o álcool, antes da reação de transesterificação (CÁS, 2017). Portanto, foram desenvolvidas linhas de programação para controle desta mistura.

Segundo Lopes (2015), a razão molar óleo/etanol de 1:10 e 0,5% de NaOH foram consideradas ideais quanto a reação ocorrer a uma temperatura de 30°C. Com o aumento da temperatura para 70° C, o ideal é a utilização de até 1,5% de NaOH.

O tempo de abertura das eletroválvulas foi considerado para indicar a quantidade de etanol e NaOH que serão misturados primeiramente. O resultado desta mistura é chamado de etóxido de sódio, e será utilizado na reação de transesterificação, posteriormente. Conforme informado na seção anterior, este tempo depende do modelo e da seção transversal da eletroválvula, e também da capacidade da batelada.

A Figura 23 demonstra a linha de programação para controle das eletroválvulas dos tanques de etanol e NaOH. O tempo de abertura depende de fatores como: vazão da eletroválvula, razão molar óleo/álcool. No exemplo da Figura 23 foi atribuído arbitrariamente, um tempo de 5 (cinco) segundos para abertura da eletroválvula do tanque de NaOH, e 10 (dez) segundos para a eletroválvula do tanque de etanol. Estes valores utilizados somente para realização dos testes de automação do processo. Assim, para mudança nestes tempos e, portanto, na quantidade destes insumos, basta alterar os campos PT - *Preset Time*, nos blocos

DB1 e DB2, na razão molar informada por Lopes (2015), ou então utilizar outra razão molar para estudos e experiências.

Conforme a programação desenvolvida, quando a temperatura do óleo chegar a 58°C, dar-se-á o início da abertura das eletroválvulas. Este valor de temperatura pode ser alterado na linha de programação através da mudança do valor MAX no bloco OUT\_RANGE. As eletroválvulas do tanque de etanol, e NaOH permanecerão abertas pelo tempo determinado nos blocos temporizadores DB1 e DB2.



Figura 23 - Lógica do controle de abertura das eletroválvulas (Etanol e NaOH)

Para o controle do tempo de mistura foi desenvolvido a lógica de programação, conforme a Figura 24. Os valores de tempo de mistura devem ser estabelecidos previamente. Para fins de testes na programação foi escolhido o tempo de 30 segundos. Este tempo deve ser alterado de acordo com a capacidade da planta a ser automatizada, modificando o campo PT do bloco DB4.

Observa-se que o misturador será acionado dois segundos após o fechamento das eletroválvulas dos tanques de etanol e NaOH. Este tempo pode ser alterado no bloco DB3, campo PT. A mistura ocorrerá durante o tempo especificado no temporizador DB4.



Figura 24 - Controle do acionamento do motor misturador etanol com NaOH.

Fonte: Autor

# 4.2.5 Programação para a reação de transesterificação

A reação de transesterificação acorrerá no tanque 5 (cinco) do modelo da planta. Neste tanque também ocorrerá o processo de lavagem do biodiesel; decantação e aquecimento do óleo vegetal. Portanto, nas linhas de programação para o processo de transesterificação, temse instruções relativas também a lavagem do biodiesel.

Para a reação de transesterificação iniciar, se faz necessário transporte do etóxido de sódio do tanque 4 (misturador 1), para o tanque (5) principal, onde ocorrerá esta mistura com o óleo vegetal, que já está na temperatura de reação. Na Figura 25, observa-se a lógica de

programação para o início da transesterificação. A programação começa com a abertura da eletroválvula do tanque 4 (misturador 1). Com essa abertura, o transporte do etóxido de sódio é realizado para o tanque 5, onde o óleo se encontrava aquecido à temperatura desejada informada na linha de programação de controle da temperatura, ver Figura 22, dando início à reação de transesterificação.

O bloco de instrução DB6 foi adicionado a programação para que a misturador 2, no tanque 5, aguarde o tempo indicado neste bloco para ser acionado. Neste exemplo, 100 milissegundos após o fechamento da eletroválvula do tanque 4 (quatro), ou após o fechamento da eletroválvula do tanque (3) de água. A programação para lavagem do biodiesel, e transporte da água, será visto posteriormente, ainda neste tópico.



Figura 25 - Início do processo de transesterificação

Fonte: Autor

O tempo de mistura para o processo de transesterificação e de lavagem são considerados variáveis de entrada no processo, ver Tabela 7. Estes dados podem ser vistos e alterados no bloco DB7 da Figura 26. Neste exemplo, o tempo informado para testes foi de 40 segundos.



Figura 26 - Controle do tempo do misturador 2 (tanque 5).

Fonte: Autor

#### 4.2.6 Lógica de programação para o tempo de decantação

A decantação deverá ser realizada toda vez que o motor misturador do tanque 5 (cinco) terminar de realizar a mistura do óleo vegetal, quer seja no primeiro momento com o etóxido de sódio, ou com a água no processo de lavagem. Por isso, foi desenvolvida a lógica conforme apresenta a Figura 27. As instruções de set e reset servem para controlar a memória M2.1, com finalidade de auxiliar o acionamento do tempo de decantação após a mistura do óleo vegetal. Este tempo de decantação pode ser visto e alterado no bloco DB8. Normalmente, este tempo de decantação pode ser superior a 4 horas.



Figura 27 - Lógica para o tempo de decantação.

Fonte: Autor

4.2.7 Programação para a leitura e separação da glicerina do biodiesel

Depois de decorrido o tempo de decantação, no tanque 5 (cinco) haverá dois produtos: o glicerol, mais denso, ficando no fundo do tanque, e o biodiesel, acima do glicerol. Para realizar essa separação de forma automática, primeiramente precisa-se obter a leitura do sensor analógico colocado no tanque 5, para acionar as eletroválvulas e separar os produtos. Na Figura 28 tem-se a programação necessária para que o sensor informe a leitura para o CLP. Todo sensor analógico possui uma faixa de leitura. Essa faixa de leitura deverá ser colocada no bloco SCALE\_X, no campo mínimo e máximo. O valor da leitura do sensor ficará disponível no endereço de memória MD400, endereço para utilização de dado real.

Para o próximo passo, se faz necessário calibrar o sensor analógico para biodiesel e coprodutos. Essa calibração tem que ser feita na própria planta da seguinte maneira.

• Colocar o sensor analógico na faixa de biodiesel. Anotar a leitura na variável MD400;

- Apontar o sensor para diferentes pontos da faixa biodiesel, anotando os valores até encontrar uma faixa de leitura para o biodiesel. Utilize as casas decimais se for preciso;
- Considerar que toda a leitura do sensor que não estiver nesta faixa, não será biodiesel, portanto, deverá ser direcionado para o recipiente de coprodutos; e
- A faixa de valores encontrados para biodiesel, deverá ser colocado na instrução IN\_RANGE e OUT\_RANGE no campo mínimo e máximo.



Figura 28 - Leitura do sensor analógico para separação das fases.

Fonte: Autor

Na Figura 29 tem-se a lógica para a leitura do produto após a reação de transesterificação e também após as lavagens do biodiesel. No exemplo da Figura 29, a leitura do sensor compreendida entre 30,8 e 34,5 foi considerada como biodiesel. Demais leituras do sensor serão consideradas pelo programa como subprodutos ou coprodutos. A memória M0.0 foi adicionada a programação somente para utilização posterior do dado armazenado, para implantação da tela do supervisório.



Figura 29 - Lógica para leitura do biodiesel e coprodutos.

Fonte: Autor

Na Figura 30 observa-se a lógica para o acionamento da eletroválvula de coprodutos. Para essa lógica de programação foi necessário considerar que o biodiesel poderá ser misturado com água para lavagem. As instruções da Figura 30 são necessárias para que tudo que não for biodiesel, ao final da transesterificação, ou das lavagens, seja enviado ao recipiente de coprodutos.







No primeiro acionamento da eletroválvula de coprodutos, o glicerol será transportado para o recipiente de coprodutos. Assim que o sensor analógico entrar na faixa de leitura considerada biodiesel ocorrerá o fechamento da eletroválvula de coprodutos. Caso tenha sido considerado realizar uma ou mais lavagem no biodiesel, imediatamente será acionado a eletroválvula de água. Caso não tenha uma lavagem para realizar, o processo segue com a separação do biodiesel.

# 4.2.8 Lógica de programação para a lavagem do biodiesel

O biodiesel que estiver no tanque (5) cinco, após a retirada do glicerol, poderá precisar de uma ou mais lavagens para retirada de eventuais sujeiras, etanol ou metanol e NaOH ou KOH que não reagiram durante o processo de transesterificação.

Para a contagem das lavagens necessárias, foi implementado a linha de programação conforme Figura 31. Na instrução PV do bloco DB10 – contador ciclo lavagem biodiesel, deve ser informado à quantidade de ciclo de lavagens desejada para a planta de biodiesel.

A programação para o transporte da água para a lavagem no tanque (5) cinco pode ser vista na Figura 32. No bloco DB9 deve ser informado o tempo de abertura da eletroválvula do tanque de água (tanque 3). O tempo de abertura da eletroválvula é uma variável de entrada no processo, neste exemplo, foi adotado aleatoriamente o tempo de 15 segundos. Quando maior for o tempo informado em DB9 e a vazão da eletroválvula, mais água será adicionada no tanque, para o processo de lavagem.



Figura 31 - Bloco contador para o ciclo de lavagem.

Fonte: Autor





Fonte: Autor

#### 4.2.9 Programação para separação final do biodiesel e finalização da batelada

Terminado o ciclo de lavagens e o transporte dos subprodutos para o recipiente de coprodutos, o biodiesel limpo será transportado para o recipiente de biodiesel através do acionamento da eletroválvula do biodiesel. A programação para realização deste transporte pode ser vista, na Figura 33.



Figura 33 - Separação do biodiesel e finalização do processo.

Fonte: Autor

O modelo de planta projetado contém um sensor para verificar se o recipiente de biodiesel está na posição correta. Possui outro sensor para verificar se o recipiente de coprodutos também está posicionado para receber os coprodutos. Pela programação da Figura 33, a separação do biodiesel somente poderá ocorrer quando o sensor estiver posicionado corretamente, evitando que o produto seja derramado ao chão, e também quando a leitura do sensor analógico corresponder à faixa de valores previamente informada para biodiesel. Ao final, um endereço de memória é acionado para indicar que a batelada chegou ao fim. Este endereço de memória foi utilizado para encerrar o processo e desligar a planta automaticamente, sem a necessidade de pressionar o botão desliga da planta.

# 4.3 Simulação computacional da automação do modelo de planta

Para criar o supervisório da planta de produção de biodiesel, deve-se instalar e configurar o sistema supervisório no computador. O roteiro para instalação do software supervisório Elipse e do *driver* de comunicação e alguns exemplos de animações e associações realizadas no supervisório, está disponível no Apêndice C deste trabalho. Nesta seção será apresentada a parametrização do driver de comunicação; a criação das *tags* de comunicação do supervisório com o CLP; e por fim, será apresentado o resultado da tela de supervisório, simulando a automação da planta.

#### 4.3.1 Parametrização do driver de comunicação

Após inserção do driver de comunicação, ver Apêndice C. Deve-se realizar a configuração dos parâmetros para estabelecer comunicação entre o CLP e computador. Na aba MProt, marcar a opção *Network* para ISOTCP; *Local Address* para 2, e marcar a caixa *use default source ref.*, conforme demonstra a Figura 34.

Driver SIEMENS MProt (MPI/	(PPI/ISO-TCP)	v4.0.17 (IOKit v2.0	×						
MProt S7 Strings Setup Serial	Ethernet Mode	em RAS							
General Default slave address:	Network	Local Address:							
	SOTCP -	2							
		r MPI							
🗖 PPI Multi Master Opera	tion delay (ms):	Highest Station Address:							
Application Timeout (ms): 🔽 or	Application Timeout (ms): I only for write								
0	0	187kbps -							
Extra Connections: Max Simult R	eq: Source TSAF	o (hex): Connection type:							
0 100	0100	PG 👻							
Watchdog period (ms):	e Dest. TSAP	Source Ref. (hex):							
0000   <b>↓</b> 0s	e default TSAPs	J0001							
Connect to:	<b>a</b> 1 a	4D57							
Backup 1 Back: 0	Slot: D	est. TSAP (nex): 4057							
Backup 2 Back: 0	Slot: 2 D	est. TSAP (hex): 4057							
Backup 3 Back: 0	Slot: 2 D	est TSAP (hey): 4057							
	ОК	Cancelar Aplicar							
		Aprical							

Figura 34 - Tela de configuração do driver Siemens MProt – aba principal

Fonte: Autor

Na caixa de seleção *Main Rack* e *Slot* deve-se informar o número do *rack* e o *slot* em que o CLP esteja conectado. Neste caso, o CLP encontra-se conectado no *Slot* 1 e *Rack* 0, conforme pode ser visto na Figura 35. Para ter acesso a tela da Figura 35 deve-se abrir o software de programação do CLP. Neste trabalho foi utilizado o TIA Portal.

Após a configuração dos parâmetros da aba MProt, clicar na aba *setup* e realizar as configurações dos parâmetros, conforme Figura 36. Como o CLP Siemens S7-1200 possui comunicação *Ethernet*, devemos marcar *Ethernet* na caixa de seleção *phisical layer*. As demais configurações da aba serão configuradas automaticamente.

Annual Accession	Planta biodi	and distance	THING IS NOT	motion	o mistudistic 09,2015	A BC	11090-1	2140.0	AC/DC#	in l						100		e 11
Phone Martin	Madaahaaad		Lasheshes		s de la calega de la		Maskalk		LAV VIL		0.04		- 11	Must me to do not	IDF Viscol	ards de dinas	al First	
	The Law I		10	tory land	21110.2			_	1.40	- A CON	000.00	Sports		a successive of state	and another	neças de dispo	10.11	10
100	12 # K.C.1			6 K.	4												-	12
Charles Scalines d'acteurs pare o supervision mut     debune en son d'aperione     Trapactione rents     Trapactione rents     Trapactione rents     Configuration de l'écologies     Configuration     Configuration de l'écologies     Configuration     Configuration de l'écologies     Configuration     Configuration		Aut.)				3	3					1					(a) (a)	alogo de tambarre - Ferranterian activa institute institute-ac
																		ĺ
33 10	10 0	a : [1												3111025	- 3			

Figura 35 - Tela TIA Portal: Configuração do CLP

Fonte: Autor

Driver SIEMENS MProt (MPI/PPI/ISO-TCP) v4.0.17 (IOKi	t v2.0 ×					
MProt S7 Strings Setup Serial Ethemet Modem RAS						
Physical Layer: Ethemet  Start drive	rOFFLINE					
Timeout: 1000 ms						
Connection management						
Mode: Automatic (managed by the driver)						
I     Retry failed connection every     20     seconds						
Give up after failed retries						
Logging Options Log to File: C:\eeLogs\MProt_%DATE%.log						
OK Cancelar	Aplicar					

Figura 36 - Configuração da aba Setup do driver

Fonte: Autor

Como a comunicação do Driver com o CLP é feita via ethernet, precisa-se configurar a aba Ethernet. Nesta aba são configurados os parâmetros de rede como: tipo de protocolo, número IP - Protocolo de Internet; e a porta de comunicação. No exemplo ilustrado pela Figura 37, o protocolo de comunicação utilizado foi o TCP/IP - Protocolo de Controle e Transmissão, e o IP do CLP foi 192.168.0.1 e a Porta 102. Importante ressaltar que o IP do CLP e o IP do computador devem estar numa mesma rede. Um exemplo de IP que poderia estar no computador seria o IP 192.168.0.2 para uma máscara de rede 255.255.255.0. Como estamos utilizando a comunicação Ethernet, as demais abas não precisam ser alteradas.

rigura 57 - Conngar	uçuo uu uc	u Liii	ernet do univer	
Driver SIEMENS MProt (MPI/	PPI/ISO-T	CP) v	4.0.17 (IOKit v	/2.0 ×
MProt   S7 Strings   Setup   Serial	Ethemet	Modem	RAS	
Transport: TCP/IP	☐ Lister ☐ Shan ☐ Interf	n for co e listen ace: (//	nnections on port: port with other pro	cesses
Timeout: 4000 ms	Use	IPv6		
Retries: 1	IP Filter	le 'ECH	IO' supression	
Connect to	n ritter.			
Main IP: 192.168.0.1	Port:	102	Local port:	0
Backup IP 1:	Port:	102	🗖 Local port 🛛	0
Backup IP 2	Port:	0	Local port:	0
Backup IP 3:	Port:	0	Local port:	0
	ОК		Cancelar	Aplicar

Figure 27 Configureção de obs Ethemast de driver

Fonte: Autor

#### Criação das tags de comunicação com o CLP 4.3.2

Através das tags de comunicação que o supervisório busca as informações dos dados das variáveis dentro do CLP. Para este projeto foram criadas as tags de comunicação, conforme Figura 38. Os detalhes da configuração e da adição de tags está disponível no manual do driver MProt. Este manual é baixado juntamente com o *driver*, nas versões português e inglês, em arquivo PDF – Formato Portátil de Documento (ELIPSE, 2018).

Nome	Disp	ltem	P1/N.,	P2/N	P3/N	P4/N	Ta	Va	Leitur	Escrit	Escala?	Mín	Máx	UE	Mín	Má	x
🗄 🛄 Driver1		1	0	0	0	0											
EntradaDigital.0			1	206	0	0		1				0	1000		0	р <u>а</u>	1000
EntradaDigital.1			1	206	0	1		1				0	1000		0		1000
SaidaDigital.0			1	207	0	0		1				0	1000		0		1000
SaidaDigital.1			1	207	0	1		1				0	1000		0		1000
SensorTemperatura			1	708	0	200		1				0	1000		0		1000
SensorBiodiesel			1	708	0	400		1	2			0	1000		0		1000
DB_decantacao			1	509	8	8		1				0	1000		0		1000
D8_decantacao2			1	209	8	12		1	☑			0	1000		0		1000
Memoria			1	208	0	0		1				0	1000		0		1000
Memorial			1	208	0	1		1				0	1000		0		1000

Figura 38 - Tags de comunicação criadas para o projeto

Fonte: Autor

As Tabelas 8, 9 e 10 apresentam os dados para a configuração das tags de comunicação utilizadas na programação de controle.

PARÂMETRO	DESCRIÇÃO
P1/N1	Endereço do CLP no rack/slot. Normalmente igual a 0 (zero) ou 1(um).
P2/N2	Tipo de dados e área de dados (ver tabela 7). O valor deve ser composto pelo tipo de dados multiplicado por 100 mais a área de dados: (P2/N2 = [( <i>tipo de dados</i> * 100) + <i>area de dados</i> )]. Vide Tabelas 7 e 8.
P3/N3	Se a área de dados selecionada é V ( <b>DB</b> – <b>data bloco</b> ), preencha com o número do bloco de dados. Caso contrário deixe em 0 (zero).
P4/N4	Endereço na área de dados do bloco DB. Para usar tipos de dados que ocupam mais de um byte, devem ser colocados endereços múltiplos de dois para tipos de dados de dois bytes e múltiplos de 4 para tipos de dados de quatro bytes.

 Tabela 8 - Parâmetros de configuração das tags de comunicação

Fonte: Adaptado de ELIPSE, 2018.

Para exemplificar, consideremos a tag EntradaDigital.0 da Figura 38. O campo P1/N1 foi configurado como 1, pois o CLP está conectado no slot 1, conforme pode ser revisto na configuração do driver MProt da Figura 34. O campo P2/N2 foi configurado com o valor 206, pois conforme a Tabela 7, o parâmetro P2/N2 é obtido através da fórmula [1]:

$$P2/N2 = (tipo \ de \ dados * 100) + \ Area \ de \ dados$$
[1]

Onde:

Tipo de dados (Byte) = 2

Área de dados (I - Entrada Digital) = 6

<u>о</u> т.

<b>Tabela 9 -</b> Tipos de dados para configuração dos parametro					
TIPO DE DADOS	SIGNIFICADO				
0	Padrão da área de dados				
1	BOOL (Booleano)				
2	BYTE (8 bits)				
3	WORD (16 bits)				
4	INT (16 bits)				
5	DWORD (32 bits)				
6	DINT (32 bits)				
7	REAL (32 bits de ponto flutuante)				
8	STRING				
12	S5TIME (tempo em segundos, 32 bits pontos flutuantes)				
	Fonte: Adaptado de ELIPSE, 2018.				

1

~

 Tabela 10 - Área de dados para configuração dos parâmetros

 Í DE A DE DA DOS

AREA DE DADOS	SIGNIFICADO
0	S
1	SM
2	AI (entrada analógica)
3	AQ (saída analógica)
4	C (contador)
5	T (tempo)
6	I (entrada digital)
7	Q (saída digital)
8	M (memória)
9	V (DB)
10	HC (Contador rápido)

Fonte: Adaptado de ELIPSE 2018.

O campo P3/N3 foi parametrizado com o valor = 0 (zero), pois a área de dados é Entrada Digital, e não DB – Diagrama de Bloco, conforme Tabela 9.

Por fim, o campo P4/N4 recebeu o valor (0) zero, isso porque trata-se da leitura do Byte 0 das entradas digitais, caso fosse o Byte 1 das entradas digitais, este valor seria 1. A configuração correta destes parâmetros é essencial para a montagem do supervisório, pois, através destas configurações, o supervisório sabe o caminho correto para buscar as informações no endereço da memória do CLP e atualizar a tela do processo.

Para acessar os bits individualmente das tags, deve-se habilitar o uso do campo Bit, desta forma, pode-se acessar os 8 bits do byte da tag criada. A Figura 39 ilustra a tela para habilitar a utilização dos bits. Para chegar a esta tela, clique em configuração, na aba *organizer*, clique em [drivers e OPC], depois em [driver], em seguida na [tag] de comunicação que deseja configurar, na aba [propriedade] selecione a propriedade [UseBitFields] e mude para [True].

'En	tra	daDigital.0' (IODrv.IO	)Tag) - Propri	edades	<b>▼</b> ₽ ×
Procurar					Q
Propriedade				Valor	
	Со	mportamento			-
	P	AdviseType		1 - AdviseWhenLinked	
		AllowRead		True	
		AllowWrite		True	
		EnableDeadband		True	
		EnableDriverEvent		False	
	9	PercentDeadband		0	
	9	Scan	۲	10	
		UseBitFields	۲	True	-
	Escala				
	9	DeviceHigh		1000	
	9	DeviceLow		0	
		EnableScaling		False	•
UseBitFields					
Enables use of bit fields					

Figura 39 - Tela de configuração de uma *tag* tipo byte

Fonte: Autor

# 4.3.3 Supervisório para a simulação da automação da planta

A criação da tela do supervisório é algo inerente de cada usuário, a utilização das imagens, ou até mesmo a criação destas imagens podem ser feitas e exportadas para a tela do supervisório. Para criar as telas do supervisório, o usuário deve primeiramente consultar o manual do usuário (ELIPSE, 2018). O manual apresenta as informações necessárias para que o usuário possa criar suas telas, no supervisório. Nesta seção será apresentado a tela do

supervisório desenvolvido para atestar a funcionalidade da programação de automação e controle feita para a planta de produção de biodiesel. A interface gráfica da planta do supervisório foi desenvolvida com a utilização do software Corel Draw X6, posteriormente exportada em extensão de arquivo .wmf – Windows Metafile. Este formato permite manter todas as propriedades gráficas originais, por ser arquivo vetorial. Contudo, o software Elipse E3 Studio permite a utilização de figuras em formatos diferentes, conforme manual do usuário (ELIPSE, 2018).

A Figura 40 apresenta a tela do supervisório antes do início do processo de batelada. Observa-se nesta tela que os insumos, e a matéria-prima não foram supridos. Os sensores, motores e eletroválvulas na cor amarela significam que estão desligados ou não acionados. Nesta situação, mesmo que seja acionado o botão ligar, o processo não se inicia, por falta de insumos para conclusão da batelada.



Figura 40 - Tela do supervisório, antes do início do processo

Fonte: Autor

A Figura 41 representa a tela do supervisório durante o processo. Observa-se que os insumos e a matéria-prima estão disponíveis nos seus respectivos tanques. Os sensores que

representam a presença destes elementos, estão na cor verde e sinalizados como ligados (ON). O aquecedor está ligado e o sensor de temperatura informando a leitura do óleo em 58,2°C. O motor misturador do tanque 5 está acionado. O acionamento do motor está representado pela indicação motor ON, pela cor verde e também pela animação da hélice girando.



Figura 41 - Resultado tela supervisório durante operação da planta

Fonte: Autor

Para o supervisório da planta, conforme pode ser visto nas Figura 40 e 41, foi criada uma tela de alarmes para sinalizar a presença dos suprimentos e da matéria-prima. Caso falte algum suprimento ou matéria-prima, a tela de alarme irá piscar em vermelho, informando a falta do item e portanto, a necessidade de suprimento.

# 4.4 Análise de resultados

Como resultado da programação e controle do modelo de planta proposta pelo trabalho, tem-se uma programação em *Ladder* que pode servir como base para implementações de controle em usinas de pequeno porte já existentes, ou em novas

instalações. Para usinas que não possuem o mesmo modelo de produção, ou, até mesmo, para usinas de produção de médio e grande porte, pode-se utilizar a lógica de programação como base, e realizar os ajustes necessários. Contudo, em usinas de produção de grande porte, normalmente existem mecanismos para recuperação do catalisador, e também do álcool utilizado no processo de transesterificação. Como o modelo proposto foi para usinas de pequeno porte, estes mecanismos de recuperação do álcool e a lógica para essa recuperação não foram projetados.

Os comentários nas linhas de programação podem ajudar na confecção de programação e controle de diferentes plantas. A programação completa, com os elementos da programação e os comentários do autor está disponível no Apêndice B deste trabalho.

Para a análise dos resultados e monitoração da planta foi elaborado o sistema supervisório, que demonstrou graficamente o controle do processo de transesterificação e da separação do biodiesel da glicerina corretamente, bem como as informações de alarme e estados dos sensores da planta. Portanto, o supervisório permitiu a monitoração das variáveis do processo e também atestou que o sistema proposto de automação para a planta de produção automática de biodiesel pode ser implantado. O resultado da automação do processo verificado pela tela do supervisório, demonstra aplicabilidade da automação também para fins didáticos. A implementação da lógica do tanque (4) de mistura do álcool com o catalisador e o ciclo de lavagens do biodiesel podem ser considerados diferenciais para a qualidade da produção do biodiesel, e portanto, deste trabalho.

O Software de programação desenvolvido e a tela de supervisório funcionando pode ser visto acessando o link: *[https://youtu.be/c4k1TD]* ou clicando em [vídeo supervisório]. A programação completa e comentada pode ser encontrada no apêndice B.

# 5 CONCLUSÃO

A programação de controle permite ao usuário buscar a otimização do processo de produção biodiesel através da monitoração e controle das variáveis que envolvem o processo. A monitoração do processo via supervisório proporciona verificação em tempo real das variáveis e do estado do processo, contribuindo para a otimização da produção, e também para realizar os ajustes necessários. O supervisório realizado neste trabalho pode ser utilizado como uma ferramenta de integração entre produção e aprendizagem. A programação pode ser adaptada tanto para outros modelos de controladores lógicos, como pode adaptar-se a necessidade de produção dos pequenos produtores. A implementação da lógica de ciclo de lavagens desejada para a produção e a mistura prévia do álcool com o catalisador podem ser consideradas contribuições importantes para a qualidade da produção do biodiesel, portanto, agregando valor a este trabalho. Outra contribuição importante foi o fluxograma com os passos para o algoritmo da lógica de programação.

A estimativa de custos para implantação deste modelo de automação em plantas manuais no valor de R\$ 11.118,47, pode ser considerada viável a pequenos produtores, e trazer benefícios na qualidade do biodiesel produzido, na mitigação de riscos de insalubridade e na economia com custos de mão-de-obra.

#### 5.1 Sugestões de Trabalhos Futuros

Sugere-se para próximos trabalhos a implementação do protótipo com o modelo de planta aqui apresentado. Outra sugestão, e a implantação de um protótipo para uso educacional, como bancada de laboratório para realização de experiências diversas e pesquisas, tais como: tempos diferentes de decantação; tempos diferentes de mistura de reação; ciclo de lavagens de biodiesel diferentes, temperatura de aquecimento do óleo, entre outras possibilidades.

A implantação do protótipo em ambientes educacionais pode se tornar uma grande ferramenta para educação ambiental nas escolas, além de ser uma ferramenta para utilização em disciplinas diversas, no eixo de engenharia da produção, entre outros.
## 6 REFERÊNCIAS

ABREU, Yolanda Vieira de. **Biodiesel: vantagens, desvantagens e limites a serem superados.** Universidade Federal do Tocantins, 2005. Disponível em: <a href="http://jornalggn.com.br/documento/biodiesel-vantagens-desvantagens-e-limites-a-serem-superados">http://jornalggn.com.br/documento/biodiesel-vantagens-desvantagens-e-limites-a-serem-superados</a>. Acesso em 17 de junho de 2018.

ANP, Agência Nacional do Petróleo. **Anuário estatístico 2018**. Disponível em: <<u>http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-</u>2018#Se%C3%A7%C3%A3o%204>. Acesso em 18 de agosto de 2018.

BIRCHAL, M. A. de Souza Birchal e V. S. Automação de uma planta de produção de biodiesel. 2013.

BOMAX do Brasil. **Agitadores e misturadores Agimax**. Disponível em: <<u>http://www.bomax.com.br/produtos/item/agitadores-misturadores-agimax></u>. Acesso em 11 de setembro de 2018.

BOTNROLL. **Botnroll.com**. Disponível em: <a href="https://www.botnroll.com/pt/temperatura/804-sensor-de-temperatura-pt-100.html">https://www.botnroll.com/pt/temperatura/804-sensor-de-temperatura-pt-100.html</a>>. Acesso em 21 de setembro de 2018.

BRASIL, **Lei Nº 13.263, de 23 de março de 2016.** Altera a Lei nº 13.033, de 24 de setembro de 2014, para dispor sobre os percentuais de adição de biodiesel ao óleo diesel comercializado no território nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de março de 2016.

BRASIL, **Lei Nº 11.097, de 13 de Janeiro de 2005.** Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de janeiro de 2005.

BRASIL, **Lei Nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006.** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Diário Oficial da União - Seção 1 - 26/12/2006, Página 1 (Publicação Original).

CÁS, João Luiz Kaled. **Modelagem de sistema de automação para planta de produção de biodiesel em pequena escala**. Universidade de Brasília – UnB. Faculdade UnB Gama - FGA, 2017.

CESAR, A.S.; ALMEIDA, F.A.; SOUZA, R.P.; SILVA, G.C.; ATABANI, A.E. The prospects of using acrocomia aculeata (macaúba) a non-edible biodiesel feedstock in Brazil. **Renew Sustain. Energy Rev.** 49, págs. 1213-1220. Ano 2015.

D'AGOSTO, M.A.; SILVA, M.A.V.; OLIVEIRA, C.M.; FRANCA, L.S.; MARQUES, L.G.C.; MURTA, A.L.S.; FREITAS, M.A.V. Evaluating the potential of the use of biodiesel for power generation in Brazil. **Renew Sustain. 2015**. Energy Rev. 43, págs. 807-817.

DIAS, Diogo Lopes. "Glicerol"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/glicerol.htm>. Acesso em 27 de agosto de 2018. DEFANTI, L.S.; SIQUEIRA, N.S.; LINHARES, P.C. **Produção de biocombustíveis a partir de algas fotossintetizantes**. Inf. Proj. Univ. Petrobras IF Fluminense. 2010. J. 1, págs. 11-21.

ECE. **Energy Central Europa**. Bélgica, Europa, 2015. Disponível em: <a href="https://ec.europa.eu/info/departments/energy\_pt">https://ec.europa.eu/info/departments/energy\_pt</a>). Acesso em 21 de setembro de 2018.

EIA. **Short-Term Energy Outlook**. Estados Unidos, 2017. Disponível em: https://www.eia.gov/outlooks/steo/. Acesso em 21 de setembro de 2018.

ELETROGATE. **Válvulas**. Disponível em: < https://www.eletrogate.com/valvula-solenoide-de-entrada-de-agua-180-1-2-220v>. Acesso em 11 de setembro de 2018.

ELETROTHERMO. **Resistencia para tanque**. Disponível em: <a href="http://www.eletrothermo.com.br/resistencia-tanque">http://www.eletrothermo.com.br/resistencia-tanque</a>. Acesso em 11 de setembro de 2018.

ELIPSE. Downloads. Disponível em:

<https://www.elipse.com.br/downloads/?cat=48&key=driver+siemens&language=ptbr>. Acesso em 12 de setembro de 2018.

ELSAWY, M. B. A. Automation of a biodiesel processor from waste vegetable oil using programmable logic controller. American Society for Engineering Education, 2012.

EMERICK, Adailton. AUTOMAÇÕES. O blog da automação Industrial. Disponível em: <a href="https://automacoes.net/2008/12/04/o-plc-parte-1/">https://automacoes.net/2008/12/04/o-plc-parte-1/</a>. Acesso em 22 de agosto de 2018.

FLOURNOY, S. Flournoy Green Tech. 2017. Disponível em: <flournoygreentech.com>. Acesso em 27 de agosto de 2018.

FRANCHI, C. M.; CAMARGO, W. L. A.; Controladores Lógicos Programáveis: sistemas discretos. 2ª edição. Ed. Érica. 2008. 352 p.

FRANCO, A.L.C.; LOBO, I.P.; CRUZ, R.S.; TEIXEIRA, C.M.L.L.; NETO, J.A.A.; MENEZES, R.S. Biodiesel de Microalgas: avanços e desafios. Quím. Nova 36 (3). 2013. págs. 437-448.

GOULD, C. SCADA. Explained. 2016. Disponível em: <inductiveautomation.com/ what-is-scada>. Acesso em 25 de junho de 2018.

GROOVER, Mikell P. Automação industrial e sistemas de manufatura. São Paulo: Pearson Prentice, 2011.

HAIGHT, J. M. Automation vs Human Intervention. What is the Best Fit for the Best Performance. 2017. Disponível em: <a href="http://www.asse.org/practicespecialties/management/automation\_human\_intervention/">http://www.asse.org/practicespecialties/</a> management/automation\_human\_intervention/>.

IEC 61312:2018 – **International Electrotechnical Commission**. Disponível em: <https://webstore.iec.ch/publication/62427>. Acesso em 28 de agosto de 2018. ISA. Instrument Society of America. **ISA-5.1-2009**. Disponível em:> https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-standards/find-isa-standards-in-numerical-order/>. Acesso em 20 de agosto de 2018

KEMP, W. H. **Biodiesel Basics and Beyond**. A Comprehensive Guide to Production and Use for the Home and Farm: Aztec Press, 2006.

LOPES, Adriana Carla de Oliveira. Estudo das variáveis de processo na produção e na purificação do biodiesel de soja via rota etílica. **Dissertação**. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2015. Disponível em:

<http://www.repositorio.ufal.br/bitstream/riufal/1279/1/Estudo%20das%20vari%C3%A1veis%20de%20processo%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20e%20na%20purif.pdf.>. Acesso em 26 de agosto de 2018.

MADUREIRA, Jane Marchi; GUERRA, Sinclair Mallet Guy. **Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel: Divergências sobre os resultados sociais da política de biocombustíveis.** Revista Pol. Públ., São Luís, v. 18, n. 2, p. 659-670, jul./dez. 2014.

MALONE, Chase; HOLMAN, Matthew; KATZ, Brian; ELSAWY, Ahmed. Automation of biodiesel reactor for the production of biodiesel from wvo using plc e small scale continuous ultrasonic processor. ISBN 978-1-60643-379-9. IAJC/ISAM Joint International Conference, 2014.

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da produção e operações. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. Bibliografia ISBN 978-85-221-1019-3.

NASCIMENTO, Adilson. **SEAAN – Automação**. Apostila de comandos Elétricos. Rev. 2. 2015. Disponível em: < https://seaan.com.br/\_files/200001161-755df76573/Apostila.pdf>. Acesso em 29 de agosto de 2018.

PEREIRA, C.M.P.; HOBUSS, C.B.; MACIEL, J.V.; FERREIRA, L.R.; DEL PINO, F.B.; MESKO, M.F. **Biodiesel Renovável Derivado de Microalgas: avanços e Perspectivas Tecnológicas**. Quím. Nova 35 (10). 2012. 2013-2018.

RAMOS, Luiz P.; KOTHE, Vinicius; CÉSAR – OLIVEIRA, M. A. F.; MUNIZ-WYPYCH, Aline. S.; NAKAGAKI, Shirley; KRIEGER, Nádia; WYPYCH, Fernando; CORDEIRO, Claudiney. S. Biodiesel: Matérias-Primas, Tecnologias de Produção e Propriedades Combustíveis. **Revista Virtual de Química**. 2017. Vol. 9. Nº 1. Págs. 317-369. ISSN 1984-6835. Disponível em: < http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v9n1a19.pdf >. Acesso em 27 de agosto de 2018.

TAN, Yie Hua; ABDULLAH, Mohammad Omar; NOLASCO-HIPOLITO, Cirilo; ZAUZI, Nur Syuhada Ahmad; ABDULLAH, Georgie Wong. **Engine performance and emissions characteristics of a diesel engine fueled with diesel-biodiesel-bioethanol emulsions.** Revista Energy Conversion and Management, v.132, p. 54-64, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890416310081>. Acesso em 25 de maio de 2018. TECNI-AR. **Sensores**. Disponível em: <<u>http://www.tecniar.com.br/noticias/sensor-</u>capacitivo-o-que-e-e-como-funciona/attachment/sensor-autonics-cr30-15ac\_1/>. Acesso em 21 de setembro de 2018.

TENGKAI1. **PLC**. Disponível em: <http://www.tengkai1.com/industrial-control-products/siemens-plc.html>. Acesso em 22 de novembro de 2018.

TUTAK, Wojciech; JAMROZIK, Arkadiusz; PYRC, Michał; SOBIEPAŃSKI, Michał. A comparative study of co-combustion process of diesel-ethanol and biodiesel-ethanol blends in the direct injection diesel engine, Applied Thermal Engineering (2017). Revista Applied Thermal Engineering, v.117, p. 155-163 2017. Disponível em: <a href="http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431117308074">http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359431117308074</a>>. Acesso em 25 de maio de 2018.

WOOLLY. **Ladder Logic Programming**. 2016. Disponível em: <a href="http://ladderlogicworld.com/index.php/2016/10/05/ladder-logic-programming/">http://ladderlogicworld.com/index.php/2016/10/05/ladder-logic-programming/</a>. Acesso em 25 de maio de 2018.

WAZILEWSK, W.T. **Estudo da Estabilidade do Biodiesel de Crambe e Soja. MSc**. Thesis. In: Cascavel Pos graduate Program in the Field of Energy in Agriculture. UNIOESTE - 2012, Paraná, Brazil, p. 38

WORM, H. **Estudo da automação de uma planta piloto para produção de biodiesel**. Dissertação de Mestrado — Universidade de Santa Cruz do Sul, 2012.

## 7 APÊNDICE A – LISTA GERAL DE TAGS DA PROGRAMAÇÃO

	Tipo de	Endereco	Visíval	Acassíval
Nome da TAG	dados	lógico	HMI	HMI
Sensor NaOH	Booleano	%I0.0	Sim	Sim
Sensor Etanol	Booleano	%I0.1	Sim	Sim
Sensor óleo alto	Booleano	%I0.2	Sim	Sim
Sensor óleo baixo	Booleano	%I0.3	Sim	Sim
Sensor água	Booleano	%I0.4	Sim	Sim
Desligar	Booleano	%I0.5	Sim	Sim
Iniciar batelada	Booleano	%I0.6	Sim	Sim
Sensor Rec. Biodiesel	Booleano	%I0.7	Sim	Sim
Sensor Rec. Coprodutos	Booleano	%I1.0	Sim	Sim
Aquecedor	Booleano	%Q0.0	Sim	Sim
Ev. NaOH	Booleano	%Q0.1	Sim	Sim
Ev. Etanol	Booleano	%Q0.2	Sim	Sim
Ev. Agua	Booleano	%Q0.3	Sim	Sim
Motor Misturador 1	Booleano	%Q0.4	Sim	Sim
Ev. Mistura 1	Booleano	%Q0.5	Sim	Sim
Motor Misturador 2	Booleano	%Q0.6	Sim	Sim
Ev. Biodiesel	Booleano	%Q0.7	Sim	Sim
Ev. Coprodutos	Booleano	%Q1.0	Sim	Sim
Sensor de temperatura	Inteiro	%IW64	Sim	Sim
Finalizado NaOH e Etanol EVS	Booleano	%M0.3	Sim	Sim
Em operação	Booleano	%Q1.1	Sim	Sim
Início abertura EV's Etanol e NaOH	Booleano	%M1.0	Sim	Sim
Mem Aux. para temperatura óleo	Real	%MD100	Sim	Sim
Temperatura do óleo	Real	%MD200	Sim	Sim
Fin. abertura Ev. NaOH e Etanol	Booleano	%M1.1	Sim	Sim
Fin. mistura Etanol NaOH	Booleano	%M1.2	Sim	Sim
Tag_3	Booleano	%M1.3	Sim	Sim
Mem Aux. loop das lavagens	Booleano	%M2.0	Sim	Sim
Mem aux. Lógica Sensor biodiesel	Booleano	%M2.1	Sim	Sim
Sensor de Biodiesel	Inteiro	%IW66	Sim	Sim
Mem Aux. sensor Biodiesel	Real	%MD300	Sim	Sim
Leitura sensor biodiesel/coprodutos	Real	%MD400	Sim	Sim
Lendo Biodiesel	Booleano	%M2.3	Sim	Sim
Lendo Coprodutos	Booleano	%M2.4	Sim	Sim
Mem Aux. network 12 EV água	Booleano	%M2.5	Sim	Sim
MEM aux. EV biodiesel	Booleano	%M2.6	Sim	Sim
Mem Aux. do final processo	Booleano	%M2.7	Sim	Sim
Fim da batelada	Booleano	%M3.0	Sim	Sim
Supervisório - leitura em biodiesel	Booleano	%M0.0	Sim	Sim

Tabela 11 - Lista de tags criadas na programação

# 8 APÊNDICE B – LÓGICA LADDER DA PROGRAMAÇÃO

	Portal						
Planta bi program	iodiesel didáti a	ca para o suj	pervisorio mestra	ado14.09.20	18 / PLC_1 [CPU	1214C AC	/DC/Rly] / Blocos d
wam top	u .						
Main Propriet	lades						
Nome	Main	Nümere	-3	Tipe	06	(Morna	1.40
Numeração	jautomática					_	
Titule	Programação Ladder	planta Autor	MACEDO H	Comentário		Familia	
Versäu	1.0	ID definida p	eef .			-	
		Junuário					
A installada so	CIO DO PROCESSO D	E BATELADA	n contidada entrinos da lossa	ment many Finaliza	and the batalants		
A Decension so	mente podera mitar-o	I guandio Houver a	quentitade minima de en	unios pere rinalizar	pato de pereietos.		
		Tracian Series	and "Second Bally" Therein Ba	and "heater Ch. dis"	"benter Aput" "De Contacta"		
				11			
		Testar			"In complet		
		n					
		500.0					
		Technologie	wów" -				
		-			Comparison of the second se		
Desilor"		10.5	Tipe		Comentario		
'I'm nowrecks'		01.1	Bend				
Tim de teteled	ie" ie	M3.0	#tool				
Triciar batelad	6 <sup>4</sup>	1D.8	Bool				
Semior Agua"		10.4	Bool				
Sensor Etanor		0.1	Reel				
Sensor Oil, alt	- C	0.0	Bool				
and second second second	ie sulto entre o adricos	1	1011 1011	N. DOWN			
			the second		laged "Agurador"		
			- I - I	95 96	'standor 'standar' (1)		
			A Control of the second	985 986	Name Negative (1)		
			Mar.1	445. 1981	Valid Valid Valid Valid Valid		
				985 98	Autor Autor		
				95. 966	Valid 113 Valid Valid Valid Valid Valid Valid Valid Valid		
				95. 96. 960	Valid (1) (1) Valid		
				95. 161	Valid (1) Valid Valid Valid Valid Valid Valid		
				95. 1961	Valid (1) (1) Valid Valid Valid Valid Valid Valid Valid Valid		
				95. 960	Valid 113 Valid Valid Valid Valid Valid Valid Valid		
				95. 964	topological and the second sec		
			A Constraint of the constraint	95. (6.	topological sector of the sect		
United				95. (%)	Valid (1)		
Sinibole Aquesedar		idereçu Geneçu	Martin Martin	95. (%)	(1)		
Mabole Aquecador <sup>a</sup>		Idereçu On 0 0.5	Million States	105 (m. 106)	Vana (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)		
Minibale Aqueredor <sup>4</sup> Ten operação <sup>4</sup>		ndereçu çol 0 00.5 00.1	A Construction of the second s	96. 1960	tamentaria		
Sinbole Agure dor Desiger Tim de batelet		Marreco 00.0 0.3 0.1 0.3	A Color Colo	96. (MI	(1)		
Sinbole Aquinedus Toniger Tim da batelad Sienus Oil bai Temperature	10° 10° 10° 10° 10° 10° 10° 10° 10° 10°	Identege QE & QE & Q1.1 M3.6 0.3 0.3 0.3	Million Mil	96. (M)	(1)		
Sinbole Aguesedor Desilger Temogensplo Temor Oil bas Temperature d	S S S S S S S S S S S S S S S S S S S	Kderrepu Qn 0 40.5 Q1.1 M0.200	NELL VALUE NELL		table de la constitución de la c		
Valbote Aquecedor <sup>1</sup> Desilgar <sup>2</sup> Tim de bateriad Tiemsor Oil bai Temperature d	ar" N da dhea" N	idereçue Q0.0 00.5 Q1.1 M3.6 M0.3 M0.200	All and a second		Termentária		
Mnibote Aquerador" Deslope" Tim operação" Tim da batelad Sensor Olí bai Temperatura d	ar Ar Ar dhay" A	Idenega QS 0 0.5 Q1.1 M3.6 0.3 MD200	All and a second	MS	Valid (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)		
Vinibole Aquecador" Dexilgar" Tim da bateriad Temperature d Temperature d	S <sup>a</sup> N Sa dheo" N	Identicu Q0.0 00.5 Q1.1 M0.5 Q1.1 M0.5 Q1.1 M0.5 Q1.0 M0.5 Q1.0 Q1.0 Q1.0 Q1.0 Q1.0 Q1.0 Q1.0 Q1.0	All and a second		Termentária		
Sinbole Aquecedor Desilgar Tem ogensplor Tem geneted Sensor Oil bei Temperaturs d	S <sup>a</sup> N Sa dheo" N	Narregu Qil & Qil & Qil 3 Qil 3 Qi 3 Qi 3 Qil 3 Qil 3 Qil 3 Qil 3 Qil 3 Qil 3 Qil 3 Qil 3 Qil 3	All and a second		Termentária		

Main [OB1	1				_			
	odes							
eral	Main		Número	3	Tipo	CB	Idioma	LAD
umenição	automático			15.				
ulo	Programação La	dder planta	Autor	MACEDO H	Comentário		Femilie	
rsão	1.0		ID definida po	6				
4 3 1 1 1 1 1 1		DATUDA	usuario	-				
valor lido pe sco SCALE_X	lo sensor de temp C.	KATUKA peratura est	ará gravado n	a memória MD1, para	i você configurar o v	alor mínimo e má	ximo do seu sensor, bas	ta colocar esses valore
				11	INCX In that			
			-	04 1	1 al		<b></b>	
				Same	Dell Internet	r para Lea col		
				Distantion - West				
				50	NLX Is how			
				1 million and the second se				
				0.0 - 14.44				
				0.0 - Milli SAMPTHI	Terrar Terrar	F216		
			-1. 10	DI UNI SAMOTERI Ren Aus para renatura of — WALLE 11000 — MAX	Tender Out - At the	5218		
			-14	28. 0.0 - M.N. SMOTH Inter Aug parts present as AP - Webbe 11000 - MAR	Santan Trenan QUT - At day	59-8		
mbolo		Endereço	1	24 00 - Mai Saarina Inter Aur pand report to 07 - Weblit Inter Aur pand Inter Aur pand Inter Aur pand Mak	Skitter Pression GUT - At the	Comentário		
mboło tem Aux para	temperatura oil"	Endereço %A4D100	- 10 10	Did with Superson ten Aus pane results a N <sup>2</sup> - WALK 1000 - MAX Tipo Real Int	Teruar Vieroar Out - Reduct	Comentário		
ntuolo fem Aux para ensor de temp ensperatura d ede 5: MIS1 sós a finaliza xl). A mistura	temperatura oil" peratura" o óieo" TURA 1 - NaOH ação das aberturas a ocorrerá pelo te	Enderega MMD100 N9W54 MMD200 E ETANOL s das eletro mpo indicad	válvulas dos ta	Tipe Real Int Real Int Real Int Real	OH, será acionado o para alterar o temp	<b>Comentário</b> misturador 1, apo	is o fechamento da últin asta alterar esse parâme	na eletroválvula (Ev. d
mbolo lem Aux para ensor de temp ensor de temperatura d ede 5: MIST oós a finaliza d). A mistura	temperatura oil" peratura" o óleo" <b>TURA 1 - NaOH</b> ação das aberturas a ocorrerá pelo te	Endereço NAMD 100 NAMD 4 NAMD 200 E ETANOL 5 das eletrox mpo indicad	välvulas dos ta välvulas dos ta so em <sup>e</sup> time M una sprostar time sprostar time sprostar time sprostar	Tipe Real Int Int Real Int Int Int Int Int Int Int Int	OH, será aclonado o para alterar o temp seto entre ent	misturador 1, apd o desta mistura, b Material Mitander T Mitander T	is o fechamento da últin asta alterar esse parâme sata tra alteria Sata 4	na eletroválvula (Ev. d
mbolo fem Aux para ensor de temp entre de S: MIST oós a finaliza al). A mistura al). A mistura	temperatura oil" peratura" o óleo" <b>TURA 1 - NaOH</b> ação das aberturas a ocorrerá pelo te	Endereço NAMD 100 NAMD 200 E ETANOL 5 das eletrox mpo indicad	rálvulas dos ta so emº time M so emº time M so armadar Tex spraciar Tex spraciar Tex spraciar	Tipe Real Int. Real Real Int. Real Int. Real Int. Real Int. Real I	OH, será acionado o para alterar o temp de esta esta esta esta esta esta esta mina segur esta	misturador 1, apd o desta mistura, b Mate Mitander T ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( ) ( )	ss o fechamento da últin asta alterar esse parâme sata tra titori sata - ( )	na eletroválvula (Ev. d
mbolo em Aux para ensor de temp emperatura de ede 5: MIST dis a finaliza dis de 5: MIST dis a finaliza dis de 5: MIST dis de 10 dis de 1	temperatura oil" peratura" o óieo" TURA 1 - NaOH ação das aberturas a ocorrerá pelo te	Enderego NAMDIOO NAMDIOO E ETANOL S das eletrov mpo indicad	Allvulas dos ta so em" time N so em" time N so emaclo to emaclo to emaclo to emaclo to emaclo to emaclo	Tipe Real Int Int Real Int Int Real Int Int Real Int Int Real Int Int Real Int Int Int Int Int Int Int Int Int Int	OH, será acionado o para alterar o temp litrem de litrem de litrem	Comentário	Sa o fechamerito da últin asta alterar este parâme Satu Tradunto Manifest Satur - ( )	na eletroválvula (Ev. d
mbolo fem Aux para ensor de temp emperatura d ede 5; MIS1 pós a finaliza d). A mistura d). A mistura mistolo enligar <sup>e</sup> m operação <sup>e</sup> inalizado Abe	temperatura oil" peratura" o óleo" TURA 1 - NaOH sção das aberturas a ocorrerá pelo te	Endereps NAMD100 NAW54 NAMD200 E ETANOL das eletrow mpo indicad das eletrow mpo indicad NAMD20 Na0.5 Na0.5 Na0.5 Na0.5 Na0.5	válvulas dos ta to em <sup>a</sup> time M segui "En sprado" "En sprado" "En sprado"	Tipe Real int field fiel	CH, será acionado o para alterar o temp sera alterar o temp de será setem a setem se	Comentário misturador 1, apr o desta mistura, b Mista Mistarder T Terriger I	se o fechamento da últin asta alterar esse parâme redunța finaltere Machine Machine Machine	na eletroválvula (Ev. d

eral	Main	himer	R.	Time		Informa	140
iumeração	automático	mumero	11	Про	108	Horoma	1010
itulo	Programação Ladder plan	ta Autor	MACEDO H	Comentário	1	Familia	1
	biodiese!"		WALDO II	Committee		1 and a second	
ersão	1.0	ID definida por usuário					
tede 4: ABE	RTURA DAS ELETROVA	LVULAS DO TAN	QUE DE ETANOL E Na	OH. E INÍCIO L	A MISTURA.		
)uando o óle ura em que a letroválvula ol de 5 segur	o chegar a temperatura de s eletroválvula ficará aberti e da batelada, o ajuste do ndos.	58°C, dà-se inicio a. Para cada 10 litr tempo deve ser fe	a abertura das eletroválv os de óleo vegetal deve-s ito no campo PT do bloco	alas. O controle e misturar 2 litro Time 1 e 2. No e	da quantidade de in s de etanol e 75 gra exemplo abaixo, o te	sumo a ser misturado é mas ou mi de NaOH. De mpo de abertura da ele	feito pelo tempo de a e acordo com a vazão troválvula do tanque l
		1			1001.0		
		NOT.1	CUT_RANGE		Existence a		
			1				
			14020				
			"Temperature 49-0et/"Wil,				
			561 - MAR				
			NAMES NAMES		TOMER OF NACH?		
			Abertura IV EVIL Etymol e NeOtri e Etymol - haOtri		TOM Time		
			<u>и и</u>	1.00	- M 0		
				SUBT. DEXT 2.3	900.0		
				NVDPC.Q	"liv. NaCH"		
					THE CV. Christ		
					30M Three		
				10105			
				TAR EN.	9490.2		
				-n-	$\rightarrow$		
			NAME OF			LT:	
		9431.8	Trecto abartura Em Energia 900.3	C.GOM	NO.8 Aborto	natio raity	
		"free speciagilo"	WOH" 'SA NADH"	"hiltisto"	"Dealige" NetH #	ciever .	
		100	10.0	1947	10 1		
			NAME 1 Trind date				
			Alternativ NaOri e Etarer?				
			<u> </u>				
					Salt a		
		There are			Eith Eternel e Macht		
		-11-					
			Tipo		Comentário		
imbolo	Ender	800	Bool				
limbolo Desligar	Ender 1930.5	eço					
<b>limbolo</b> Desligar <sup>e</sup> Em operação <sup>e</sup> Ev. Etanol <sup>e</sup>	Ender 1980,5 1960,1 1960,1	eço	8ool Bool				
ä <b>mboto</b> Desligar <sup>e</sup> Em operação Ev. Etanol <sup>e</sup> Ev. NaOH <sup>e</sup>	Ender 190.5 190.1 1 190.1 1 190.1 190.1	900	Bool Bool Bool				
Eimbolo Desligar Em operação Ev. Etanol Ev. NaOH Finalizado Abr of	Ender 1940,5 1940,1 194	860	Bool Bool Bool Bool				
Simbolo Desligar En operação Ev. Etanol* Ev. NaOH* Finalizado Abr of Inicio abertura	Ender 1940,5 194	eça	Bool Bool Bool Bool Bool				
Simbolo Desigar En operação Ev. Etanol Ev. NaOH Finalizado Abe of Inicio abertura Temperatura o Temperatura o Temperatura o	Ender 1940,5 194	eço 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Bool Bool Bool Bool Bool Real Bool				

Planta biodiesel didática para o supervisorio mestrado 14.09.2018 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rk]/ / Bi- programa Main [031] Menometrico utorialio memorialio utorialio memorialio utorialio Rede 6: INCO AO TRANSSTEETICACO Rede 6: INCO AO TRANSSTEETICACO Rede 6: INCO AO TRANSSTEETICACO Advisoração como do niturator 1, seá sebra a 24 do tarque de mitro 1. fits IV ficas aberta avia deexista total de indicar 1 (ficoido de indoire) era do aquecido em 60°C. Ese concle será felto pelo Turo aberta en aberta avia deexista total de indicar 1 (ficoido de indoire) era do aquecido em 60°C. Ese concle será felto pelo Turo aberta en aberta avia deexista total de indicar 1 (ficoido de indoire) era do aquecido em 60°C. Ese concle será felto pelo Turo aberta en avia deexista total de indicar 1 (ficoido de indoire) era do aquecido em 60°C. Ese concle será felto pelo Turo aberta en avia deexista total de indicar 1 (ficoido de indoire) era do aquecido em 60°C. Ese concle será felto pelo Turo aberta en de exercita total de indicar 1 (ficoido de indoire) era do aquecido em 60°C. Ese concle será felto pelo Turo aberta en de exercita en esterno, basta modificar o valor deexe pelos era do aquecido em 60°C. Ese concle será felto pelo Turo aberta en de exercita en esterno, basta modificar o valor deexe pelos era do aquecido em 60°C. Ese concle será felto pelo Turo de esta pelo de esta do de indoire 1 (ficoido de indoire) era do aquecido em 60°C. Ese concle será felto pelo turo e ado de esta do de esta d	Parta ba bodiesel didática para o supervisorio mestrado14.09.2018 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Blocc         Aria (DB1)         Arian ba bodiese didática para o supervisorio mestrado14.09.2018 / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Blocc         Aria (DB1)         Arian ba bodiese di didati aria         Arian di di	Totally Integrated Automation Portal						1.0.0
Series Se	State Public State         Numerous         Numerous <th>Planta biodiesel didá programa Main [OB1]</th> <th>tica para o sup</th> <th>ervisorio mestr</th> <th>ado14.09.</th> <th>2018 / PLC_1</th> <th>[CPU 1214C AC</th> <th>C/DC/Rly] / Blocos</th>	Planta biodiesel didá programa Main [OB1]	tica para o sup	ervisorio mestr	ado14.09.	2018 / PLC_1	[CPU 1214C AC	C/DC/Rly] / Blocos
Series with the series of t	Interface of the second sec	Main Propriedades						
Here Main Weiters I Teg OB Berne JOD       Here Main Weiters I Berne III     Note: IIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIIII	International Science         Numerous         Tipe         Ob         More         DO           State Science         Transmission	Geral	1000	70	10000	101		48455
Advanced by Modeling Party Andre Modeling Party Andre Modeling Party and Party	Instrume         Topology         Number of the second seco	Nome Main	Número	1	Tipo	OB .	Idioma	LAD
The magnetical label plant A Mater       Matco M       Convention       Pamilia         10       0.6 childs per match       10       0.6 childs per match       0.6 childs per match         11       0.6 childs per match       10       0.6 childs per match       0.6 childs per match         11       0.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match         11       0.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match         11       0.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match         11       0.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match         11       0.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match         11       0.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match         11       0.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match         11       0.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match       10.6 childs per match         11       0.6 childs per match       10.6 childs per match<	Trippennegle ladier planta         Model         Conventiable         Parallia           1/2         Oxafinida por sample         Conventiable         Parallia         Parallia           held 6: INICO DA TRANSESTERICAÇÃO de sepotado Da tempo of initization 1: a tabetra a EV do trangue de mitrua 1: Etita EV ficais abetra a tab descibla total da mitrua 1 (Etitakib de solicit) para o ta atom o delos equecidos em 60°C. Esse controls será helto pel "line aberra an initization 1", portante para altera rest tempo, basta modificar o valori dente paralimetro de sepotado Da tempo of initization 1: a tabetra a EV do trangue de mitrua 1: Etita EV ficais àbetra a tab descibla total da mitrua 1 (Etitakib de solicit) para o ta atom o delos equecidos em 60°C. Esse controls será helto pel "line aberra", motarization 1", portante para altera rest tempo, basta modificar o valori dente paralimetro de sepotado Da tempo de series and de series altera esteritation de series altera esteritation de series altera esteritation de tabetra anticitation de series altera esteritation de tabetra estereste de de inititation de tabetra esteritatio de tabet	nformações						
Image: Production       Distribution         ack 61: INICO DA TRANSESTERIFICAÇÃO <ul> <li>pois insplação to tempo do miturador 1, seria de transue de mitura 1. Esta EV ficaria aderta até a descida total da mistura 1 (Etoxido de stodio) para serio no dore aquecido en 60%. Esta constituiça en 4000 detera partial</li> <li>mande de transmiturador 1, portante para alterar ense tempo, basta modificar e valor detera partial</li> <li></li></ul>	Image: Indexert         Documentation           Index 1: NICLO DA TRANSESTERIECAÇÃO         Image: Imag	itulo Programação Lado	der planta Autor	MACEDO H	Comentário		Familia	
bade 4: INICIO DA TRANSESTERIFICAÇÃO         pob respuédide to tempo do mitunado 1: será a bate a te Y do tanique de mitura 1. Esta EV/forse aberta ana é descida total da mitura 1 (Etotaldo de stodio) para amo o doro aquedido em 60°C. Esta control será fetibo palo "time abertura miturador 1", portane abertar esta tempo, batta modificar o valor deste parte amo do mitura 1. Esta EV/forse abertar ana da descida total da mitura 1 (Etotaldo de stodio) para amo o doro aquedido em 60°C. Esta control será fetibo palo "time abertura miturador 1", portanel para al hara resulta modificar o valor deste parte in tempo do mitura 1000 deste parte in tempo deste in tempo	<image/>	/ersilo 1.0	ID definida po usuário	r				
<pre>bids espected o tempo do mitrurado 1, sets aberta a EV do tanque de mitrura 1. Esta EV floaria aberta a té a descida total da mictura 1 (Etotado des códio) para on o éleo aquecido em 60°C. Este controlle sed fisho pelo "time abertura mitrurador 1, potante para alterar este tempo, batta modificar o valor desse partem or o éleo aquecido em 60°C. Este controlle sed fisho pelo "time abertura mitrurador 1, potante para alterar este tempo, batta modificar o valor desse partem or o éleo aquecido em 60°C. Este controlle sed fisho pelo "time abertura mitrurador 1, potante para alterar este tempo, batta modificar o valor desse partem or o éleo aquecido em 60°C. Este controlle sed fisho pelo "time abertura mitrurador 1, potante para alterar este tempo, batta modificar o valor desse partem or o éleo aquecido em 60°C. Este controlle sed fisho pelo "time abertura mitrurador 1, potante para alterar este tempo, batta modificar o valor desse partem or o éleo aquecido em 60°C. Este controlle sed fisho pelo "time", este este este este este este este est</pre>		Rede 6: INICIO DA TRANSEST	ERIFICAÇÃO					
Instant P       Image: P       Image: P         Sindado       Endergo       Tipic       Comentário         En operávio       NO.5.5       Bool       Endergo         En operávio       NO.1.1       Bool       Endergo         Tag_ J       NO.0.5       Bool       Endergo         Tag_ J       NO.1.1       Bool       Endergo         Tag_ J       NO.1.3       Bool       Endergo         Tag_ J       MAT.3       Bool       Endergo         Tag J       Bool       Endergo       Bool       Endergo         Tag J       Bool       Endergo       Endergo       Bool       Endergo         Conversão do sinal lido pelo sensor analògico na entrada IW66 para leitura de Biodiesel e coprodutos.       Endergo       Endergo       Endergo         Sensor Endergo       Endergo       Endergo       Endergo       Endergo       Endergo	Internation         Internation         Internation           Internation         Internation         Internation         Internation           Internation <t< th=""><th></th><th>MEA THE SPECIAL STREET</th><th>Seet.3 Variable for Devel Seet.3 MoDer Tex.7 1 I VI</th><th>A A A A A A A A A A A A A A A A A A A</th><th>Set 1 WD1 #0 Train to 10 Train to 10 Train to 10 Ref gr → + Set 1.1 MMore 1<sup>+</sup> - - - - - - - - - - - - -</th><th></th><th></th></t<>		MEA THE SPECIAL STREET	Seet.3 Variable for Devel Seet.3 MoDer Tex.7 1 I VI	A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	Set 1 WD1 #0 Train to 10 Train to 10 Train to 10 Ref gr → + Set 1.1 MMore 1 <sup>+</sup> - - - - - - - - - - - - -		
Sex 1-0       Rede 9: LEITURA DO SENSOR DE GLICERINA ( COPRODUTOS)/BIODIESEL         Sexversão do sinal lido pelo sensor analògico na entrada IW66 para leitura de Biodiesel e coprodutos.         Image: Sex 2-3         Image: Sex 3-3	Intede0       Enderego       Tipo         Intede0       Enderego       Tipo         Intede0       Real       Int		400	river de la river de la 10 A Try Mittank 1"		Tatt freet		
Simbolo Endereso Tipo Comentário	Important         Enderego         Tipo         Comentário           Important         NARIA         Maria         Maria           Important         Maria         Maria         Maria         Maria           Important         Maria         Maria         Maria         Maria           Immortant         Maria         Maria         Maria         Maria           Immortant         Maria         Maria         Maria         Maria	Eimbolo Desligar" En Operação" En Mistura 1" Frailização mistura Etanol NaOH" Tag_1" TMER de abertura da EV do mistura for 1".IN	Endereço Na0.5 No1.1 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.5 NO1.1 NO1.5 NO1	Tipe Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool		Comentário	9	
King of the set	Image: Second and Second	Embela Desliga" Em operação" Ex. Misture 1" Finalização mistura Etanol NaOH" Tag_1" TMER de abertura da EV do mistura dor 1".IN TMER de abertura da EV do mistura dor 1".Q Rede 9: LEITURA DO SENSOR Corversão do sinal Fido pelo sens	Enderaça Na0.5 Na0.5 Na01.1 Na00.5 Na11.2 Na05.08x12.1 Na065.08x12.2 IDE GLICERINA ( COI tor analògico na entrada	Tipe Sith and the second Sith and the second Sith Matters (*) 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	EL odiesel e coprod	Comentário	2	
Normality         Normality           01         Alter         Normality           Very Arty Some         Normality         Normality	Image: State of the state o	Embolio Desligar <sup>4</sup> Em operação <sup>7</sup> Ev, Mistura 1° Finalização mistura Etanol NaOH <sup>4</sup> Tag_3° TMER de abertura da EV do mistura dor 1°.0 TMER de abertura da EV do mistura dor 1°.0 <b>Xede 9: LEITURA DO SENSOR</b> Jonversão do sinal fido pelo sens	Endereço Na0.5 NQ1.1 NQ0.5 NQ1.1 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.1 NQ0.5 NQ1.1 NQ0.5 NQ1.1 NQ0.5 NQ1.1 NQ0.5 NQ1.1 NQ0.5 NQ1.1 NQ0.5 NQ1.1 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.2 NQ0.5 NQ1.5 NQ1.1 NQ0.5 NQ1.2 ND5 NQ0.5 NQ1.2 ND5 NQ0.5 NQ1.2 ND5 NQ1.2 ND5 NQ1.2 ND5 ND5 ND5 ND5 ND5 ND5 ND5 ND5 ND5 ND5	Property de la filoso de la fil	EL odiesel e coprod	Comentério		
Endereço         Tipo         Comentário           Símbolo         Endereço         Real         Comentário           Mem Aux, sensor biodiesel*         NMD300         Real         Comentário	Interference         Tipe         Comentário           Interference         Tipe         Comentário           Interference         Real         Int	Vimbolo Desligar" Em operação" Ev. Mistura 1" Finalização mistura Etanol NaOH" Tag_3" TMER de abertura da EV do mistura dor 1".IN TMER de abertura da EV do mistura dor 1".Q Rede 9: LEITURA DO SENSOR "enversão do sinal fido pelo sens	Endereçe Na0.5 Na0.5 Na01.1 Na00.5 Na11.2 Na05.08x12.1 NDE5.08x12.2 IDE GLICERINA ( COI for analògico na entrada	Tipo (Construction) Status da in Status da in	EL odiesel e coprod	Comentério		
Simbolo Endereço Tipo Comentário "Leitura do sensor biodiesel/cogradu- "MMD400 Real tos" Mem Aux, sensor Biodiesel" NMD300 Real	Endereço         Tipo         Comentário           Leitura do sensor biodiesel/coprodu-         MMD400         Real           os"         Mem Aux, sensor Biodiesel"         NMD300         Real           Sensor de Biodiesel"         NMV66         Int         Int	Simbolo Desligar <sup>4</sup> Em operação <sup>4</sup> Es: Mistura 1° Finalização mistura Etanol NaOH <sup>4</sup> Tag_3 <sup>21</sup> TMER de abertura da EV do mistura dor 1°.0 TMER de abertura da EV do mistura dor 1°.0 Rede 9: LEITURA DO SENSOR Conversão do sinal lido pelo sens	Endereçe Na0 5 NG1,1 NG05 5 NG1,2 NG05 D8X12,1 NG05 D8X12,1 NG065 D8X12,2 DE GLICERINA ( COI tor analògico na entrada	Tipe Sith and the Sith and the Sith and the Sith and the Sith Matana (*) Tipe Bool	EL odiesel e coprod	Utos.		
65" Mem Aux, sensor Biodiese P NMD300 Real	66" Men Aux, sensor Biodiesel" NAMD300 Real Sensor de Biodiesel" NAW66 Int	Simbolo Destigar" Em operação" Ex. Misture 1" Finalização mistura Etanol NaOH" Tag_3" TMER de abertura da EV do mistura dor 1".IN TMER de abertura da EV do mistura dor 1".Q Rede 9: LEITURA DO SENSOR "enversão do sinal fido pelo sens	Enderaça Na0.5 Na0.5 Na01.1 Na00.5 Na11.2 Na05.08x12.1 DE GLICERINA ( COI tor analògico na entrado	Tipo Site and a Site and a	EL odiesel e coprod	Utos.		
Mem Aux, sensor Biodiese P NAD300 Real	Mem Aux, sensor Biodiesel <sup>®</sup> NAMD300 Real Sensor de Biodiesel <sup>®</sup> NAW66 Int	Simbolo Desligar" Em operação" Ex. Misture 1" Finalização mistura Etanol NaOH" Tag_3" TMER de abertura da EV do mistura dor 1".IN TMER de abertura da EV do mistura dor 1".Q Rede 9: LEITURA DO SENSOR Conversão do sinal fido pelo sens	Endereçe Nu0.5 Nu0.5 Nu0.1 Nu0.5 Nu1.1 Nu05.08x12.1 DE GLICERINA ( COI tor analògico na entrada	Tipe Bool	EL odiesel e coprod	Comentário		
The second se	ae aronieste (Jeunop)	Simbolo Desligar <sup>4</sup> Em operação <sup>2</sup> Ev. Mistura 1 <sup>4</sup> Finalização mistura Etanol NaOH <sup>4</sup> Tag_3 <sup>2</sup> TMER de abertura da EV do mistura dor 1 <sup>4</sup> .0 Rede 9: LEITURA DO SENSOR Cenversão do sinal fido pelo sens	Endereçe Na0.5 Na0.5 Na0.5 Na0.5 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	EL odiesel e coprod	Comentário		
Sensor de Biodieser" (NW966 Int.		Vimbolo Desligar" Em operação" Ex. Mistura 1" Finalização mistura Etanol NaOH" Tag_1" TMER de abertura da EV do mistura dor 1".0 Rede 9: LEITURA DO SENSOR Cenversão do sinal fido pelo sens	Endereço Na0.5 Na0.5 Na0.5 Na0.5 Na0.5 Na0.5 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na0.5 Na0.1 Na0.5 Na	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	EL odiesel e coprod	Comentário		

Planta biodiesel di programa	dătica p	ara o s	uperviso	rio mest	140014.0	09.201	87PLC_1		4C AL	in any	
Main [OB1]											
tain Propriedades											
ensi ome Main		Numero	1		Tino		08	Ide	and a second	LAD	
lumeração automático		regimere			1190					pro-	
nformações Rulo (Promenación	Ladder plants	Autor	MACED	OH.	Comer	tário		Far	nilie		
biodiese"	and parts										
ersao 1,0		ID definid usuário	a por								
ede 7: TRANSESTERIFIC	AÇÃO - MIS	TURADOR	12								
oleo já quecido em 60°C re e mistura, baste alterar este ntre o Biodiesel e a Glicerina	ceberá a mis parâmetro. I L	itura do eta Durante a r	nol com NaO nistura estará	H. Essa mistu i ocorrendo ur	ra será contro ma reação ch	olada pelo amada tra	tempo em " Tim nsesterificação.	e de mistura i Nessa fase po	do óleo". Idemos c	Portanto pa começar a ol	ira alterar o te tservar a distir
			9421.0	528428812.2 '80_Text.0_			NMLD 'Wen-Aur Imp				
		-	- I H				(1)				
				TIMERIA/ NewCO							
			1								
					Sell?						
			-		00						
			declarage?"		1010						
		1		1945	-8 8-	-					
							-				
				NUMP AND 2 THUS METAN			NOLA 'Nitar Weissatt' 2'				
				NINT MARTIN TIMES METLAN OC'3 N			Without 2				
				New Marca Thus Actual OC'S N			NOLA Noter Websate 2'				
			Sili Serger	NINT AND U Z TIMUN ALTUMA OC'3			NOTA Notar Withouts I' Nota Second Second Second				
			Sil Sile N	NUMP AND U Z TINUCI ALCTURA OIC'S			Villa Villa Withouto 2' Villa				
			N N N	NUMP AND A LOCAL A			Silts Victor Witcotts 2' Silts Accessing Site Accessing (1)				
			Mail Sheipe' M Mailti Sheine per per	Here and 22 The second			Second				
			Sist Sindar Sindar Sindar Sister Sister Sister Sister Sister Sister Sister Sister Sister Sister Sister Sister Sister Sister Sist	NET ABOUT			SIGA Water Without?' SIGE 'Net Are here decimagen?' 41				
			Sas Decay N Sastan Sast	NET META THE SETUR OC.3			SULA Water Without'r SULP SULP SULP Sult Are sen der sweger? {1}				
			Sell Serige" Sellin Sense den Sellin Sense den Sellin Sell	Net aller 22 The settan octa			SULA Tota Witnativ 2' SULP "Witn Are trap do mapped" 4 1				
imbolo	Endered	¢# D	Mil Shripe Milli Mina an den Mina den Mina den Mina den Mina den Mina den Mina	New Allow Contraction of the con			Sata Sata Witeate 2' Sata Sata Sata An Anna An Anna Anna				
imbole Jesigar	Enderer NJ0,5	ça :	Mill Shripe' Milli Mina an den Mina den Mina den Mina den Mina den Mina den Mina den Mina	Tipe Bool			Sata Sata Witeate 2' Sata Sata Sata An Anna An Anna Anna	•			
imbole Jesigar im operação" EC Timer, 0, 08, 1º -Q	Endered %40.5 %Q1.1 %D96.0	çe :	Mill Shripe Milli Mina an den Mina an den	Tipo Bool Bool Bool			Sata Sata Witeater 2' Sata Sata Sata An Anna An Anna Anna				
ierbolo lesīgar" im operação" EC, Timer, Q., DB, 1º .Q Aem Aux loop das lavagem"	Endered 140.5 1401.1 140266.0 14442.0	¢#	Mill Shripe Milli Mina an den Mina an den	Tipe Bool Bool Bool Bool			Sata Note Witnester 2' Sata 'Bit Ave here de mager?' {*}	•			
imbole Jesigar In operação" EC, Timer, D. DB, 1º Q Vem Aux pora lógica da leitara or biodisel"	Endered %40.5 %Q1.1 %D96.0 %W2.0 %em-%W2.1	ça 8x12.2	Mill Shelper Millis Marca and an Marca an Marc	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool			Sata Note Witestro 2' Sato Sato Notestro An Anna An Anna Anna	•			
imbolo esigar" in operação" EC_Timer_0_DB_1*Q Wem Aux icop das Inwagem" Mom aux pera lógica da leibara or biodiese" Water Mintunador 2*	Enderer 140.5 140.5 14021.1 14096.0 1402.0 5em 1502.1 1402.6	¢#	Mill Shiftpy Millin Shiftpin S	Tipo Bool Bool Bool Bool Bool			Sata Sata Witeater 2' Sata 'Net of the second the secon	•			
imbolo Jesigar EC_Timer_0_0B_1*Q Wm Aux icop das Inwagen* Wom aux pera logica da leibara pr biodisel* Actor Wistunador 2* TMER KC Agua*Q Order Wistunador 2	Enderer 140.5 140.5 140.6 140.6 140.0 140.	¢# #X12.2 #X12.2	Mill Softger Millin Mars and an Mars a	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo			Sata Nata Witeaster 2' Sata 'Net or 'Net or 'N	•			
imbole esiger" im operação" EC_Timer_0_DB_1*Q Vem Aux icop das lewagem" Am aux pera lógica da leibura or biodiese!" Votor Misturador 2* TMER EV Agua" Q "TMER MISTURA OLI",Q	Enderer 140.5 140.5 14021.1 14026.0 1402.0 1402.1 1402.6 14029.0 14029.0	¢# #X12.2 #X12.2	Mill Shiftpy Millin Share and an Share an Share and an Share an Share and an Share and an Share and an Share an S	Tipo Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bo			Sata Nata Witeater 2' Sata 'Net or 'Net or 'Ne				
imbolo Desigar" En operação" EC_Timer_0_DB_1*Q Mom aux pera lógica da leibura or biodiese" Motor Misturador 2* TIMER V Agua*Q TIMER MISTURA OIL*Q Itade 11: SEPARAÇÃO DA	Endere: 140.5 %G1.1 %D86.0 %M2.0 %D87.0 %D87.0 %D87.0 %D87.0	¢0 : (8X12.2 (8X12.2 (8X12.2) (8X12.2) (8X12.2) (8X12.2) (8X12.2) (8X12.2)	Mill Society Hereiter offer Society Society Hereiter Society Society Hereiter Society Hereiter Society Hereiter	Tipo Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bo			Sata Nota Witeaster 2' Sata Nota Are here de mager? (*)				
imbolo Desigar" EC_Timer_0_DB_1*Q Mom Aux icop das Inwagens" Mom aux pera logica da leibura or biodiese" Motor Misturador 2* TIMER VI.5TURA OI.*Q Itade NI:SEPARAÇÃO DA Juando o sensor estiver em l	Enderer Na0.5 NG1.1 ND86.0 NM2.0 Sen-NM2.1 NG0.6 ND87.0 ND87.0 GLICERINA endo coprod	¢e : IBX12.2 IBX12.2 IBX12.2 IBX12.2 IBX12.2 IBX12.2 IBX12.2 IBX12.2 IBX12.2 IBX12.2 IBX12.2	Mill Society Here are deter light and biological Here PRODUTOS this felto too	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e	decantaçã	State Visite Vis	la de coprodu	itos se al	oniră para se	parar a gliceri
Imbole Desligar" EC_Timer_D_DB_1*Q Mem Aux isop des Iwagem" Mem aux pers lógica da leitura or biodiese" Motor Misturador 2* TIMER EV Agua" Q TIMER EV Agua" Q TIMER MISTURA OIL" Q <b>Isdet 11: SEPARAÇÃO DA</b> Juando o sensor estiver em 1 Aesmo processo se repete ap	Enderer Na0.5 NG1.1 ND86.0 NM2.0 Sen-NM2.1 NG0.6 ND89.0 ND87.0 GLICERINA endo coprodo dos as lavago	ee : BX12.2 BX12.2 BX12.2 A E/OU CO dutos e já et mis do biodi	PRODUTOS stiver feito too resel.	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e	decantaçã	Comentário	la de coprodu	utos ser al	brīrā para se	parar a gliceri
imbolo Desigar" EC_Timer_D_DB_1*Q Morr Ava koop des Inwagera" Morra van koop des Inwagera" Morra vi histurador 2* TMER EV Agua" Q TMER EV Agua" Q TMER KISTURA OK.*Q IndeR MISTURA OK.*Q IndeR 11: SEPARAÇÃO DA Juando o sensor estiver em 1 Aesmo processo se repete ap	Enderer Na0.5 NG1.1 ND86.0 NM2.0 Sen-NM2.1 NG0.6 ND89.0 ND89.0 ND89.0 ND89.0 Senter Sector Se	ee BX12.2 BX12.2 BX12.2 A EOU CO dutos e já et ms do biodi	PRODUTOS stiver feito too insol	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e	decantaçã	Comentário	la de coprodu	itos se al	brīnā para se	parar a gliceri
imbole Desliger" im operação" EC_Timer_0_DB_11/Q Mom Aux icop des Invagers" Worter Misturador 2" TIMER EV Agua" Q TIMER EV Agua" Q TIMER EV Agua" Q TIMER MISTURA OK! Q Iede 11: SEPARAÇÃO DA Isando o sensor estiver em 1 Iesmo processo se repete ap	Enderer N40.5 NG1.1 ND86.0 N402.0 Sen-N402.1 NG0.6 ND89.0 ND89.0 ND89.0 Second ND89.0 Second N087.0 GLICERINA endo coprod obs as lavage	ee BK12.2 BK12.2 BK12.2 A E/OU CO Sutos e já et ms do biodi	PRODUTOS tituer feito tox insel	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e	decantaçã	Comentário	la de coprodu	ntos ser al	brīnā para Se	parar a gliceri
Imbole Desiger" Im opereção" EC_Timer_0_DB_11*Q Mem Aux icop des Inwagers" Mem ex pares àpica da leibara or biodiesel" Metar Misturador 2" TMER EV Agua" Q TMER EV Agua" Q TMER EV Agua" Q TMER EV Agua "Q TMER Agua Cut" Q ede 11: SEPARAÇÃO DA uando o sensor estiver em 1 lesmo processo se repete ap	Enderer N40.5 NG1.1 ND86.0 N402.0 Sen- N402.1 N402.6 ND89.0 N4087.0 GLICERINA endo coprod obs as lavage	en BK12.2 BK12.2 BK12.2 A E/OU CO Sutos e já et ms do biodi	PRODUTOS tituer feito tox interior PRODUTOS tituer feito tox interior The source PRODUTOS tituer feito tox interior The source Will a source Wil	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e	decantaçã	Comentário	la de coprodu	ntos ser al	brīnā para se	parar a gliceri
imbole Jesliger" Im openção" EC_Timer 0.08,110 Aem Aux toop des Inwagen" Aem aux pera lógica da leitora or biodisel" Aeter Mitstunedor 2" TMER EV Aqua".Q TMER EV Aqua".Q TMER EV Aqua".Q ede 11: SEPARAÇÃO DA uando o sensor estiver em l Jesmo processo se repete ap	Enderer NIO.5 NIO1.1 NIO95.0 Sen-NIV2.1 NIO2.0 Sen-NIV2.1 NIO87.0 GLICERINA endo coprod obs as lavage	ee: BX12.2 BX12.2 BX12.2 BX12.2 A E/OU CO Suttos e já et imp do biodi	PRODUTOS tiver felto tox issel.	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e Mensus Mensus Sol	decantaçã "MEDE April	Comentário	la de coprodu Te travelar	itos tar al	oniră pere se	parar a gliceri
Imbolo Jesligar" Im openação" EC, Timer D, DR, 1º Q Kem Asa Xood das lavagem" Mem aux para lógica da leitora or biodesel" Adore Mistrundor 2" "IMER EV Agua", Q "IMER EV Agua", Q "IMER MISTURA OU", Q Iede 11: SEPARAÇÃO DA uando o sensor estiver em la tesmo processo se repete ap	Endered Na0.5 Na085.0 Na087.0 Na087.0 Sen-Na027.0 SECERINA endo coprod xist as lavage	ee BK12.2 BK12.2 BK12.2 ECOU CO Subs e já ei Ist do biodi	PRODUTOS tiver feito too mean tiver feito too	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e seta Nere Aus Nere Nere Nere Nere Aus Nere Aus Nere Aus Nere N	decantação Marco Aporto Vi	Secondaria () S	la de coprodu Te Terretario	itos se al	oniră pera se	parar a gliceri
imbole Jesligar" Im operação" (C. Timer D. D.R. 1*.Q Kem Aux topo das lavagem" Mem aux pera lógica da leitora motor Mintunador 2° TMER VI Agua" Q TALER MISTURA OIL" Q ede 11: SEPARAÇÃO DA luando o sensor estiver em 1 leismo processo se repete ap	Enderer Na0.5 Na01.1 Na096.0 Na02.1 Na02.1 Na02.1 Na087.0 GLICERINA endo coprod xbs as lavage	ee BK12.2 BK12 BK12.2 B	PRODUTOS tiver feito too stiver feito too stiver feito too stiver feito too tool	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e Mentas Mentas Mentas Mentas	decantaçã Marco Marco Marco		la de coprodu	itos se al	onīrā para se	parar a gliceri
imbole Jesligar" Im operação" EC, Timer D, DB, 1º Q Aem Aux toop das lawagem" Metra Mintunedor 2º TMER EV Agua" Q TrateR MISTURA OIL" Q ede 11: SEPARAÇÃO DA Vaando o sensor estiver em 1 lesmo processo se repete ap	Enderer Na0.5 NQ1.1 NDB5.0 NM2.1 Nu0.6 Nu087.0 Sen- Nu02.1 Nu087.0 GLICERINA endo coprod obs as lavage bis as lavage	ee BX12.2 BX12 BX12.2 B	PRODUTOS tiver feito too minutes PRODUTOS tiver feito too minutes - 1 H	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e Menta Menta Sol	decantaçã Nome Nome Nome Nome Nome Nome Nome Nome		la de coprodu	itos se al	onīrā para se	parar a gliceri
Imbole Desliger" Em operação" EC, Timer D, DB, 1º Q Mem Aux toop das lawagem" Mem aux pera tópica da leitura or biodiese!" Metar Mintunador 2° TMER EV Agua" Q rataER MISTURA OIL" Q Ided 11: SEPARAÇÃO DA Juando o sensor estiver em 1 leismo processo se repete ap Imbole Em operação" 5: Coprodutos"	Enderer Na0.5 NQ1.1 NDB6.0 NM2.1 Nu0.6 Nu087.0 Sen- Nu02.1 Nu087.0 GLICERINA endo coprod obs as lavage bis as lavage	ee BX12.2 BX12 BX12.2 B	PRODUTOS tiver feito too men.	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e Menta Menta Sol	decantaçã Nomenta Nomenta Nomenta Nomenta		la de coprodu	itos se al	onīrā para se	parar a gliceri
imbole Jesligar" Im operação" EC, Timer D, DB, 1º Q Aem Aux toop das lawagem" Mem avus pera tópica da leibura or biodiesel" Metter Mintunedor 2° TIMER EV Agua" Q TIMER MISTURA OIL" Q ede 11: SEPARAÇÃO DA tuando o sensor estiver em 1 leismo processo se repete ap model o sensor estiver em 1 leismo processo se repete ap imbole im operação" s.: Coprodutos" Mem Aux antivorá 12 EV agua"	Enderer Na0,5 Nq01,1 Nd08,0 NM2,0 Sen- Nu02,0 Sen- Sen- Sen- Sen- Sen- Sen- Sen- Sen-	ee BX12.2 BX12 BX12.2 B	PRODUTOS tiver feito too billionari PRODUTOS tiver feito too istel.	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e Menta Menta Sol	decantaçã Nome Nome Nome Nome Nome Nome Nome Nome	Secondaria	la de coprodu	itos se al	onīrā para se	parar a gliceri
Imbole Iesligat" Im operação" EC, Timer, D, DB, 1º Q Arm Aux Ioop das Iawagem" Arm aux pera Vojca da Veltura triboleel" Artor Mintunedor 2° INER EV Agua" Q IntER MISTURA OIL" Q ede 11: SEPARAÇÃO DA uando o sensor estiver em 1 lesmo processo se repete ap Intibole Im operação" s. Coprodutos" Arm aux network 12 EV agua" Arm aux pera Vojca da Veltura sr biodiesel"	Enderer Na0,5 Na01,1 Na096,0 Na02,0 Na087,0 Sem-NM2,1 Na087,0 Setter Na087,0 Setter Na087,0 Na087,0 Setter Na087,0 Na0	ee BX12.2 BX12.2 BX12.2 BX12.2 A E/OU CO dutos e já et ms do biodi to special to special	PRODUTOS titver feito tox issel.	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e Menter Service Service Service	decantaçã Securitação Mais de cantação Securita Securitação Securita Securitação Securita Securitação Securitação Securitação Securitação Securitação Securitação Securitação Securita Securi	Series     Weitweeter 2*	la de coprodu	itos se al	onīrā para se	parar a gliceri
Imbole Iesligar" Im operação" EC, Timer, D, DB, 11: Q Arm Aux Joop das Iawagem" Artor Mintunedor 21 Artor Mintunedor 21 INER EV Agua" Q INER MISTURA OIL" Q ede 11: SEPARAÇÃO DA uando o sensor estiver em 1 lesmo processo se repete ap Inden Inden ante ante ante ante ante ante ante an	Enderer N40.5 N401.1 N4096.0 N402.0 Sem- N402.1 N402.6 N4087.0 SELICERINA endo coprod obs as lavage dos as lavage set lavage set lavage N401.1 N402.0 N402.5 Sem- N402.1 N402.5 Sem- N402.1 N402.6	ee BK12.2 BK12 BK12.2 B	PRODUTOS tituer feito too istal.	Tipe Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo	de mistura e Secondaria Maria Maria Maria Maria Maria	decantaçã Internação Interna Internação Interna Interna Interna Interna Interna Interna Interna Interna Interna Interna Interna Inte	Secondaria	la de coprodi	itos se al	brīrā para se	parar a gliceri

Planta bioc	liesel [OB1]	uca para	o super	vsorio 1.1	0.2018	STPLC_1	CPU 1214C	ACDC/RIY] / Pro	ogram blocks
lanta biodiese	l Properties								
Seneral Name	Planta biodiesel	Num	ber 1			Type	OB	Language	LAD
Numbering	automatic						1.69.211	0.000 400 400	
Title	"Programação Lado	er planta Auth	or a	lumberto		Comment		Family	Macedo
Anatha	biodiese!"	line	dolload ID					100000	distance.
version	1.0	User	-derineo iu						
Vetwork 8: D ) tempo de de avagens que f	cantação será nece or solicitada no CO	issário para a UNTER na NET	reação se co WORK 13.	mpletar, esse t	empo está	indicado em T	ime decantação. E	ssa mesma lógica será n	epetida pela quantidade
		-	SQL1 'teropropa'	Sitter Aux tanp the lowgers' I b	NMEL Defen aus para Kopra de Bordera d' Borderad'	NOOS "Unite Malandia 2" Vitica	SOON "TACK "TACK "TACK "TACK "TACK "TACK "TACK "TACK "TACK "TACK "TACK "TACK" "		
		-	Signal Temperapart	Theorem			(5) WHO(1) "More and pore body and body an		
symbol		Address	ten da habrinda"	Туре			Comment		
Desligar" Em operação"		%ID.5		Bool			Contraction and Contraction		
fim da batelada		%M3.0		Bool					
Mem Aux loop i Mem aux para i	das lavagens" ópica da leitura sen-	%M2.0 %M2.1		Bool Bool			_		
or biodiese!"	and the second second						_		
Motor Mistured	or 2'	%Q0.6	3	800l					
TIMER EV Agua	VQ.	%D89.D8X12.3	2	Bool					
eetwork 13: ógica para aci	LAVAGENS DO E	ador de lavagi	ens. Observe	que a abertura	a da eletro ros sec sec	välvula de copr noce more noce noce noce are or or 	odutos esta coma	ndando a contagem.	
				ið Istala <sup>r</sup>	1-94				
Symbol Desigar		Address %10.5		e Istatiy' Type Bool	1-94		Comment		
<b>Symbol</b> Desigar* Em operação* Ev. Aque*		Address %10.5 %01.1 %00.3		a trialit Bool Bool	1-W		Comment		
Symbol Desigar* Ew operatio" Ev. Agua* Tim da batelada		Address %10.5 %01.1 %Q0.3 %M3.0		B Infalle <sup>®</sup> Bool Bool Bool Bool	1-91		Comment		
Symbol Desigar 'En operação' 'Ex. Agua' Tim da batelado		Address %10.5 %Q1.1 %Q0.3 %M3.0		a triniti Bool Bool Bool Bool	1		Comment		

Asin Propriedat	des											
Seral Nome	Main		Número	7			Tipo	08		Idioma	LAD	
lumeração	automático											
Titulo	Programação Laide	er planta	Autor		ACEDO	он	Comentá	io		Familia	1	
fersão	biodiesel" 1.0		ID definid	la por								
			usuário									
) sensor analój ninimos e max stiver fora dos	pico para distinção imos dos blocos de valores captados p	de blodi esta linha pera blod	esel deve a de progra liesel, o pr	ser calit amação ograma	orado n os val enterio	io momento lores referer derà que a l	i da contrução e tes a leitura cap eltura esta em co	mplantaçi acia pelo i produtos	ão do prototipo. sensor quando e e seguirá com a	Essa calibração co stíver na presença lógica.	nsiste em inform do biodiesel. Qu	nar nos ca Jando a la
				1		1962.3 "Note also perfe						
				- 907	4	Deploy de Milana berture Milana de ture		IL BANKE	SHEET			
					-	-++	1	-				
					<u> </u>		-					
					- 1		Turbee de					
					- 1		mpodum"	ñi.				
					- 1		-	ana.				
					- 1			OUT, NAME	Turnio			
								hai	"(end) Coproduces"			
							80-	an and	"gendo "gendo Coproductor"			
							100 Setteret Velueret	nut salate hai	"jenito "geniticer"			
							Sectore de Sectore de Sectore de Sectores Sectores Sectores	an an	Torido Corrector			
							303	nor Admin	ME4 'srate Copression" Copression"			
							300- Mathew Veter dy wron Noticet Station Station 10.5 -	AN ANNA				
							Solo- Solorid	an The an	NACA "prob Coproduces" ( ) NACA Same NACA Same NACA Same NACA Same			
							SCO Selfres Selfres Solfres Solfres Solfres Solfres State Solfres Solf	nut shinke hat nu nu	MR24 'sends Operators'			
						-	Status Setura de Sectora de Sectoral Se	na na	MR4 Sentar Operator Sentar States States States			
						Sector D	SCI - Selices Selices Sectors Sectors Sectors State Sectors Se	no, sonar har ni ni ni	MEA Constant Constant Sector			
						Salar Salar Salar Salar	Sciller Setters Sciller Sider Sider Sider Star See	na kar an	MC4 'selby Constant' 			
						Satting Sattin	Schurt de Verlant de Schurt de Schurt Schurt Schurt Bio	nor Alasar Bar An An An An An	MR24 "(red) Canadas" Canadas" MR2 MR2 MR2 MR24			
						Satting Satting B Satting B Satting B Satting S Satting	Status Velus di Schert di Schert Sche	tor Aller But 55	MR.4 Control of Control of Contro			
iimbolo Fan daerar fa <sup>o</sup>		Endereo	•			Statist Sector Sector Sector Sector Sector	Selection Select	ns ns ns ns ns	Vicial Constant Constant Constant Constant Second S			
Simbolo Em operação" Leitura do senso	or biodiesel/coprodu-	Endereo SQ1.1 SM20400				Second Second Type Second Second Second Second Second Second Second	Selected Selected Sectoral Sectoral Sectoral Sectoral Sectoral Main Main Main Main Main	ns ns ns ns ns	VICA "produ Constant" VICA VIC			
Simbolo Em operação" Leitura do senso os <sup>a</sup>	x biodieselicoprodu	Endersec 5/2/1.1 19//2000				Salting Saltin	Notices Sectors in Sectors in Sectors	ns ns ns ns ns ns	VICA "produces" Constants" Constants UNRA "Sementario consentário			
<b>timbolo</b> Em operação" Leibuia do senso os <sup>a</sup> Lendo Biodiesel Lendo Coprodut	or biodieselicoprodu- con*	Endered 5021.1 5WD400 9M2.3 5M2.4				Salting Salting Salting Salting Salting Salting Real Bool Real Bool Bool	Notice Sector Sector Sector Sector Sector Sector Sector Net Mark	n: n: n: n: n: n: n: n: n: n: n: n: n: n	VICA "(m0) Constant" Constant" VICA V			
timbolo Em operação" Leitura do senso os" Lendo Biodesel Lendo Coprodut Mem aux piera l	or biodieselicoprodu- r con <sup>e</sup> ogica da loñuna sero-	Endered 501.1 5WD400 9M2.3 5M2.4 5W2.1				Salida Salida Salidad Salidad Salidad Salidad Salidad Salidad Salidad Salidad	Notices Sectors in Sectors in Sectors Sectors Sectors Sectors New New New New New New New New New New	n: n: n: n: n: n: n: n: n: n: n: n: n: n	Vicia Constant Constant Constant Constant Sectors Million Mill			

Numeração automá		N	umero.	1		Tipo	OB .		Idioma	LAD	
CALCULATION OF THE OWNER OF THE O	Nico	1	Geoleonicon	dia		rhostado.	-		- Succession	(Three second	
Informações Fitudo Priporal	macão Ladder nia	A str	utor.	MACEDO H		Comentário			Familia		
biodies	eľ			in the set of the		Contention					
Versão 1.0		30	) definida por suário			-					
Rede 12: UMPEZA D											
No primeiro ciclo de de à foi satisfeita. Caso as ampo pode se deve se	cantação, quan lavagens não tr ir alterado de ac	lo o s nhari ardo c	ensor termina n sido concluic com a quantid	ir de separar das, será real ade de agua	a glicerina, o izada a aberti, desejada para	sensor fará a le ira da eletrovál i límpeza e a ve	itura de biodie vula do tanqu izão da eletrov	isel, contudo e de água, pr álvula.	ele val obser lo tempo det	var se a contag terminado no bi	em de lav oco DB9,
				Morr Jan perg			Subers Deposed	NAK2 3			
			9(21:)	Whats strend	-	MQ1.H	District Magnet	Televistic Table			
			- 1 -	-11-			-11-	(1)			
						-					
			-	When Age		"THEIR DV Agest"					
			"Sim aprilação"	egos"		13mm	-				
			0.53		391	- m m-	+ :				
					1005000123						
					"TIMER FC Aput".Q		High.b 'be.Agail'				
							$\rightarrow$				
							WARE D				
			140.5				TABLE & TABLE Age nations 12 (V				
			Salas "Derigad" Mere Aus Inter das troogen"	]			NULL DUT Sat network 1210 Agan (8)				
electrica 11			Mass "Decision" Metta Metta Saturagen"				NAULA "Notes fay autores 12 (0) agas" (1)				
Simboto	Ende n blodie – %DE	reço 0.09X	Mail S "Unity of March S March Auto Integration State transport	Tig	<b>ro</b> cl		Arras Arras select 12 W agat (1)	9			
Simboto "CONTADOR cicle lavagen sef".QU	Ende n biodie %20	reço 0.Dex	Mais "Jerisys" Merc Aus Jang Merc Aus Jang M	Tig	<b>ro</b> cl		Comentário	9 \\			
Simbolo "CONTADOR cicle lavagen sel", QU "Desligar" "En operacio"	n blodie NJCE NG1	reço O Dex	SALS Tereiger Markan Shera Aus Ing Salar Aus Ing Salar Aus	Tig Uc Ba	e ol		Net in See See See See See See See See See Se	9			
Simbolo "CONTADOR cicle lavagen sel", QU "Desligar" "Ev. Agua"	n blodie NDB NG1 NG1	repo 0.089	SALIS Terringer Marken Salers	Tin Uc Na Na	e ol ol		Average States (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1)	9			
Simbolo "CONTADOR ciclo lavagen sel" QU "Desligar" "En operação" "Ev. Oppodutos" "Ev. Oppodutos"	n biodie %DB %DB %Q1 %Q2 %Q1 %Q3	repo 0.089	Silis Terişer Matta Sher Azı beç de trooper te trooper	Tin Uc No No No	e ol ol ol ol		Comentária	9			
Simbolo "CONTADOR ciclo lavagen sel" QU "Destigar" "En operação" "Ev. Aguas" "Ev. Coprodutos" "Lendo Biodeser" "Mem Aux Icop das lavag	n biodie MADE MADI MADI MADI MADI MADI MADI ens" MADI	repo 0.08X 1 3 0 3 0	Salis Tereişer Marka ing Salis	Tiu Uc Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na	e ol ol ol ol ol ol		Comentário	9			
Simbolo "CONTADOR ciclo lavagen sel" QU Desligat" "En operação" "Ev. Aquas" "Ev. Coprodutos" "Mem Aux loop das lavag "Mem Aux notwork 12 EV	n biodie MADE NADE NADE NADE NADE NADE NADE NADE N	reco: 0.06X 1 3 0. 1 3 3 3 3 3	Salis Tereişer Salis Sal	Tiu Uc Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na	e ol ol ol ol ol ol ol		Comentário	9			
Simbolo "CONTADOR ciclo lavagen sel" QU Desligar" "En operação" "Ev. Coprodutos" "Lendo Biodissel" "Mem Aux Indevort. 12 EV "Mem aux para lógica da l son biodiesel"	n biodie- %DB %DD %Q1 %Q2 %Q2 %Q2 %Q4 %Q4 %Q4 %Q4 %Q4 %Q4 %Q4 %Q4 %Q4 %Q4	repo 0.08x 1 3 0 3 1 0 5 1	Salia Terrigor Mana An Ing Salia Sal	Tiu Uc Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na Na	e of of of of of of of of of of of of of		Comentário	<b>9</b>			

tanta biodieset Proper anne Planta sumbering autorn nformation Title Progr biodie version 1.0 Vetwork 14: SEPAF upós a realização das natería prima e os ins	rties i biodiesel amição Ladder plant sel <sup>*</sup> <b>RAÇÃO FINAL DO</b> limpezas do biodies sumos estejam pres	Number Author User-defined ID BIODIESEL el. O processo se entes.	1 Humberto e encerra com a	e separação d	Type Comment o Biodiesel, o	OB		Language Family	LAD Macedo
tame Planta Sumbering autor Information Title Progr biodie Version 1.0 Vetwork 14: SEPAF upós a realização das natería prima e os ins	ibiodiesel antic sel <sup>2</sup> RAÇÃO FINAL DO limpezas do biodies sumos estejam pres	Author User-defined ID BIODIESEL el. O processo se entes.	1 Humberto e encerra com a	i separação d	Type Comment o Biodiesel, o	OB	_	Language Family	LAD Macedo
sumbering auton ntormation Title "Progr biodie version 1.0 Network 14: SEPAR upós a realização das natería prima e os int	iatic emação Ladder planti sel <sup>7</sup> RAÇÃO FINAL DO limpezas do biodies sumos estejam pres	Author User-defined ID BIODIESEL el. O processo se entes.	Humberto e encerra com a	i separação d	Comment o Biodiesel, o			Family	Macedo
Version 1.0 Version 1.0 Version 1.0 Vetwork 14: SEPAR upós a realização das natería prima e os ins	amação Ladder planti sel <sup>7</sup> RAÇÃO FINAL DO limpezas do biodies sumos estejam pres	Author User-defined ID BIODIESEL el. O processo se entes.	Humberto	i separação d	Comment o Biodiesel, o			Family	Macedo
biodie Version 1.0 Vetwork 14: SEPAR upós a realização das natería prima e os int	sel" RAÇÃO FINAL DO limpezas do biodies sumos estejam pres	User-defined ID BIODIESEL el. O processo se entes.	e encerra com a	i separação d	o Biodiesel, o				
version 1.0 Vetwork 14: SEPAF upós a realização das natería prima e os ins	RAÇÃO FINAL DO limpezas do biodies numos estejam pres	User-defined ID BIODIESEL el. O processo se entes.	encerra com a	i separação d	o Biodiesel, o				
letwork 14: SEPAF pós a realização das natería prima e os ins	RAÇÃO FINAL DO limpezas do biodies numos estejam pres	BIODIESEL el. O processo se entes.	encerra com a	i separação d	o Biodiesel, o				
pós a realização das natería prima e os ins	limpezas do biodies iumos estejam pres	el. O processo se entes.	encerra com a	i separação d	o Biodiesel. o				
						sistema fica p	ronto para o	inicio de uma n	iova batelada, desde q
		B.000 B		NEWTODERA		5.50			
			AALES	data lavingers		MEM also. TV			
		- I -	1	-1 E		(5)			
			500 O						
			"MOV sax. CV	1462.0	NUL7 "Service Rec	9400.0	9426.7		
			Submo?	"Lando Bodesef"	Potter	Tu Age a'	To Bookend		
					La				
					WC,TIME, S.DF	BALL T			
			NQ07		JOH Time	"Mers Asn. dis Biral processo"			
					-10 0	(1)			
				Tellada	- H - H-	-			
					NERT				
			1 1		10,F				
			1 1	"Servic Git balas?"	Titler Titler				
			1 1		- IB 0-	<u></u>			
				11213	8)fr - H.,				
			540.4			BALL?			
			Caproductor			final processor"			
						-00			
			\$42.7	1042.8		-			
			final processal*	biotheat"		"You do hattelada"			
			NC Tine &						
						Barr a			
		940.5				"MM and SV			
		-							
		"Secola historiada"							
						Comment			
ymbol	Addres	8	Тур	0					
ymbol CONTADOR ciclo lavagr ef: OU	Addres	s D8X0.4	Bool						
<b>ymbol</b> CONTADOR ciclo lavagr ef'.QU Desligar"	Addres MDB10 %40.5	s DBX0.4	Bool						
ymbol CONTADOR ciclo lavage el".QU Desligar" Em operação"	Addres m biodie- %DB10 %I0.5 %Q1.1	s DBX0,4	Type Bool Bool Bool						
ymbol CONTADOR ciclo lavage el".QU Jestigar" Em operação" Ev. Agua" V. Rectiese#"	Addres %D810 %D810 %D810 %D810 %D0.5 %Q1.1 %Q0.3 %Q0.3	s D8X0.4	Rool Bool Bool Bool Bool						
ymbol CONTADOR ciclo lavage el'.QU Desligar" Em operação" Ev. Agua" Ev. Biodiese!" Im da hatelada"	Addres %bB10 %0510 %01.1 %00.3 %00.7 %00.7 %00.3	s DBX0.4	Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool						
ymbol CONTADOR ciclo lavage el'.QU Desligar Em operação" Ev. Rodiesel" Im da hatelada" EC_Timer_0_DB_3*.Q	Addres %bB10 %bB10 %0.5 %Q1.1 %Q0.3 %Q0.7 %M3.0	s D8X0.4	Type Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool						
ymbol CONTADOR ciclo lavage el'.QU Desligar" Em operação" Ev. Biodiesel" Im da batelada" EC_Timer_0_DB_3".Q Lendo Biodiesel"	Address %D810 %0.5 %Q1.1 %Q0.3 %Q3.7 %M3.0 %M2.3	s D8X0.4	Type Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo						
ymbol CONTADOR ciclo lavage ef'.QU Desligat" Ev. apua" Ev. Bodiesel" Im da batelada" EC_Timer_0_DB_3*.Q Lendo Siodiesel" Lendo Coprodutos" Mem Aux. do final proc	Address %D810 %0.5 %Q0.1 %Q0.3 %Q0.7 %M3.0 %M2.3 %M2.7 %M2.7	s D8X0.4	Type Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo						
ymbol CONTADOR ciclo lavage ef'.QU Desligar" Em operação" Ev. Biodiesel" lim da batelada" EC_Timer_0_DB_3".Q Lendo Biodiesel" Lendo Coprodutos" Mem Aux. do final proc MEM aux. EV biodiesel"	Address %D810 %D810 %Q0.3 %Q0.7 %M3.0 %M2.3 %M2.3 %M2.7 %M2.6	s D8X0.4	Type Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo						
ymbol CONTADOR ciclo lawage el' QU Desligar" Em operação" Ev. Agua" Ev. Biodiesel" Im da batelada" EC_Timer_0_DB_3*.Q Lendo Biodiesel" Lendo Biodiesel" Lendo Diodiesel" Mem Aux. do final proc MEM aux. EV biodiesel Sensor Di baixo"	Address %D810 %D810 %Q0.3 %Q0.7 %M3.0 %M2.4 %M2.4 %M2.4 %M2.6 %M2.6 %M2.6 %M2.6 %M2.6	s D8X0.4	Type Bool Bool Bool Bool Bool Bool Bool Boo						

## 9 APÊNDICE C – ROTEIROS DE CONFIGURAÇÃO DO SUPERVISÓRIO

### 9.1 Instalação do Supervisório Elipse E3 Studio

A Instalação do Elipse E3 deve ser feita seguindo as orientações do guia de instalação, que está disponível para download, acessando a página *www.elipse.com.br;* clicando em [*download*]; escolhendo [elipse e3] na caixa de seleção; acessando área de [documentação]; clicando no link [*download*]. Conforme mostra a Figura 42.

ocumentação			
Descrição	Tamanho	Versão	Link
Guia de Instalação do E3 Instruções de instalação do E3	2.1 MB	4.8.352	Download
Manual de Referência de Scripts do E3 Manual de referência para eventos, métodos e propriedades dos objetos do E3	4.63 MB	4.8.352	Download
Manual do Usuário do E3 Documento descrevendo os recursos do E3	8.77 MB	4.8.352	Download

Figura 42 - Tela de download do Elipse E3 Studio.

Fonte: ELIPSE, 2018

Após a instalação executa-se o Elipse E3. Quando iniciado, abre-se uma caixa de diálogo com algumas opções, como mostra a Figura 43.

Iniciar o	E3 Studio
Ś	C Iniciar o E3 Studio
1	C Criar um Domínio novo
2	Abrir um Domínio existente
	Outros arquivos
	l
	OK Cancelar

Fonte: Autor

Para seguir com o processo de criação de um novo projeto, clique em criar um domínio novo, caso se deseje abrir um projeto já existente, clique em abrir um domínio existente. Para obter todas as informações, basta consultar o manual do usuário do Elipse E3, disponível no site da Elipse (ELIPSE, 2018).

#### 9.2 Inserindo o drive de comunicação no Elipse E3

Para estabelecer comunicação do computador, onde está instalado o software Elipse E3 Studio, com o CLP, precisa-se instalar o drive de comunicação de acordo com o modelo e fabricante. Existem *drivers* de comunicação diferentes, para tipos e fabricantes de CLP's diferentes. Conforme site da Elipse, para comunicar com o CLP Siemens S7 – 1200, deve-se utilizar o *driver* Siemens MProt – Multiprotocolo.

Todas as informações sobre configuração do driver, podem ser obtidas diretamente no manual do *drive*, o mesmo está disponível para download no site *www.elipse.com.br/download*, na área *drivers*, como mostra a Figura 44 (ELIPSE, 2018).

Descrição	Tamanho	Versão	Link
Driver DNP 3.0 Master DNPMaster.dll	8.32 MB	v4.0.21	Download
Fabricantes: DNP			
Protocolos: DNP 3.0			
Driver Slemens M-Prot (PPI, MPI, ISOTCP) MProt.dll	4.73 MB	v4.0.17	Download
Fabricantes: Siemens			
Protocolos: ISOTCP MPI MPI encsosulado em Ethernet. F	901		

Figura 44 - Detalhe da página de download do driver Siemens

Com o projeto aberto na aba *organize*, clique na opção *drivers e OPC*, em seguida clique em inserir *drive*r de comunicação, será aberta uma janela, então localize o drive MProt.dll baixado anteriormente; selecione e clique em abrir, como mostra a Figura 45. Para mais informações, consultar as páginas 107 e 108 do manual do usuário E3 (ELIPSE, 2018).

Fonte: ELIPSE, 2018



Figura 45 - Tela detalhe da instalação do driver de comunicação

Fonte: Autor

### 9.3 Exemplos de criação de partes da tela do supervisório

Neste tópico será apresentado algumas propriedades do supervisório Elipse E3 Studio, e também demonstrado como foi feita a criação de partes importantes da tela do supervisório. Para animação do tanque NaOH, por exemplo, foi seguido os seguintes passos: clicado no tanque NaOH com botão direito do mouse; depois em [propriedade]; na janela que se abre, escolhido a opção [*visible*]; em conexão, [digital]; em fonte foi escolhido a *tag* referente a esse objeto. A Figura 46 ilustra o resultado desta configuração.

Con	Fonte	~
~	Driver1.[EntradaDigital.0].Bit00	-0-
	-	
	Con	Con     Fonte <ul> <li>Driver1.[EntradaDigital.0].Bit00</li> </ul>

Figura 46 - Exemplo de associação de tags e propriedades para entrada digital

A *tag* escolhida foi justamente a referente ao bit 0 da entrada digital 0. Esta *tag* está associada ao sensor digital localizado no tanque NaOH. A lista de todas as *tags* utilizadas na programação pode ser vista no Apêndice A. Desta forma, toda vez que o sensor digital

Fonte: Autor

conectado ao bit 0 (zero), da entrada digital 0 (zero), do CLP for acionado, ou seja, variar de 0 (zero) para 1 (um), ou de 1(um) para 0 (zero), o supervisório busca essa informação e associa o valor "1" para tanque cheio, ou o valor "0" para tanque vazio.

Para todos os sensores digitais, o processo de animação é o mesmo, mudando apenas a propriedade que deseja animar, por exemplo, nas eletroválvulas foram usadas a propriedade *ForegroundColor* para animação, isso porque, a animação foi feita na cor do objeto. Quando acionada a saída digital 0 (zero) bit 1 (um), o endereço de memória passe a ser "1" e o objeto eletroválvula fica na cor verde. Quando o endereço de memória for "0", o objeto eletroválvula passa a ficar na cor amarela. A tela de configuração pode ser vista na Figura 47.

Figura 47 - Exemplo de associação de tags para as eletroválvulas

m Posição Associaç	ões		
Propriedades	Con	Fonte	^
ForegroundColor	~	Driver1.[SaidaDigital.0].Bit01	
9 Angle			
BackgroundColor			
P BackgroundStyle			
BorderColor			
🧬 BorderStyle			
9 BorderWidth			
9 Count			
A DecString			

Fonte: Autor

Para animação do sensor analógico de temperatura foi feito o mesmo procedimento, usando a propriedade *Value*, no display e a propriedade *VerticalPercentFill* no objeto. Em fonte, foi associado a *tag* sensor de temperatura. Para entender mais sobre associações, consulte o manual do usuário Elipse E3 Studio, capítulo 8 (ELIPSE, 2018).