

Planta de Transesterificação do Biodiesel



APRESENTAÇÃO

Esta planta foi desenvolvida pela De Lorenzo do Brasil com o intuito de mostrar o processo de fabricação do biodiesel bem como sua funcionalidade e suas propriedades químicas e físicas.

Com o avanço da tecnologia e do transporte, faz-se necessário o uso de meios alternativos que são eficientes, mas que não agridam tanto o meio ambiente. Assim, essa planta de fabricação de biodiesel foi criada para o estudo dessa possibilidade e para uma visão futura de como o biodiesel pode ser usado em larga escala no mundo.

Podem-se fazer testes químicos e físicos e mudar o processo de acordo com o objetivo do operador, aumentando as variáveis de resultado do produto.

Portanto, esperamos que esse projeto o ajude a encontrar o resultado desejado e que o satisfaça plenamente.

INTRODUÇÃO TEÓRICA

1 - PARA QUE SERVE O BIODIESEL

O Biodiesel pode ser usado em motores de diesel automotivo (caminhões, tratores, caminhonetes, automóveis, etc.) ou estacionários (geradores de eletricidade, calor, etc.), na sua forma pura ou misturada com diesel de petróleo, em diversas proporções, não sendo necessária nenhuma modificação nos motores. A Planta da De Lorenzo permite o uso do biodiesel (corretamente produzido), nos motores a ciclo diesel e estacionário (tratores, Jeep, aquecimento, geradores, etc.), mas é importante deixar claro que: Os óleos vegetais naturais (óleos brutos) não são nem podem ser considerados como Biodiesel! Os Produtos de Craqueamento Térmico ou Termo-catalítico (usualmente misturas de hidrocarbonetos, aldeídos, ácidos carboxílicos, etc.) não são considerados como Biodiesel! As Misturas de álcool anidro ou hidratado com Diesel de petróleo (na presença ou ausência de aditivos, mesmo que de origem vegetal) não são consideradas como Biodiesel! As Misturas de óleos vegetais in natura com Diesel de petróleo não são consideradas como Biodiesel!

Com as opções acima indicadas é possível movimentar motores a diesel, porém com algumas desvantagens que variam conforme a opção empregada e que passam pela perda de potência, torque, incremento no consumo, problemas de corrosão e conseqüente diminuição da durabilidade dos motores, entre outras conseqüências muitas vezes desfavoráveis ou ainda não determinadas.



2 - O QUE É O PROCESSO DE TRANSESTERIFICAÇÃO?



O Biodiesel é produzido através da reação química de um óleo vegetal ou gordura animal com metanol ou etanol (álcool de cana anidro) na presença de um catalisador. Este processo é conhecido como transesterificação, sendo que a catálise (aceleração do processo) pode ser alcalina, ácida ou enzimática. Desse processo também se extrai a glicerina, empregada para fabricação de sabonetes e diversos outros cosméticos.

Os processos de transesterificação mais empregados são:

Processo-A

Óleo de soja refinado

Potássia cáustica como catalizador (hidróxido de potássio-KOH)

Álcool etanol anidro (acima de 98%)

Processo-B

Óleo de soja ou outros tipos de óleos

Soda cáustica como catalizador (hidróxido de sódio - NaOH)

Álcool metanol

3 - O QUE É O PROCESSO DE SONIFICAÇÃO! (Opcional)

Os problemas encontrados em relação à purificação e a ocorrência de reações paralelas durante a produção de biodiesel têm levado ao desenvolvimento de novas metodologias de produção e purificação.

Dentre estes novos métodos, um processo promissor é a produção de biodiesel utilizando ultra-som.

O ultra-som tem desempenhado importante papel em diversas reações químicas heterogêneas por favorecer uma maior interação entre as fases tornando a reação mais rápida, conseqüentemente maior rendimento em menor tempo.

O ultra-som é um fenômeno físico baseado no processo de criar, aumentar e implodir cavidades de vapor e gases (cavitação) em um líquido promovendo efeitos de ativação em reações químicas.

No processo de produção de biodiesel, um excesso da quantidade de catalisador e álcool favorece a reação de saponificação* formando sabão e diminuindo o biodiesel e dificultando o processo de lavagem.

O uso do ultra-som possibilita que a reação de transesterificação ocorra com mais baixas concentrações de catalisador e pouco excesso de álcool, produzindo pouco sabão, facilitando os processos de lavagem do biodiesel. Como o processo de ultra-som demanda menores quantidades de álcool, o seu tanque de recuperação será menor, economizando energia e espaço físico especialmente nas plantas produtivas.

4 - QUAIS SÃO AS FASES DO PROCESSO

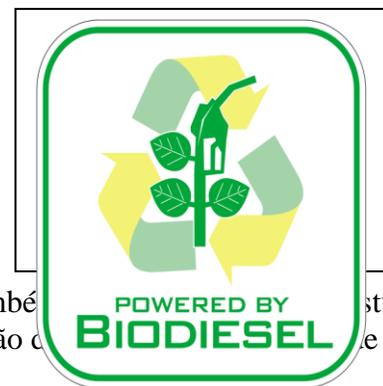
O processo de transesterificação pode ser dividido em seis fases, a saber.

- FP - Fase de preparação
- FM - Fase de mistura catalítica (ácida ou alcalina)
- FR - Fase de reação (com ou sem sonificação) e recuperação do álcool
- FS - Fase de decantação e de separação
- FL - Fase de lavagem
- FF - Fase de decantação e de separação

O número de fases e a sua seqüência podem variar de acordo com o processo escolhido.

5 - DETALHES DA PLANTA DLB-PDBIO-010

A Planta de Ensaio do Processo de Transesterificação para Produção de Biodiesel da De Lorenzo foi concebida por profissionais experientes, utilizando equipamentos e componentes de mercado e automatizada com os recursos técnicos utilizados em processos industriais, permitindo aplicação didática e investigativa, por meio de várias alternativas de processos. O uso de Controlador lógico programável (CLP) permite o controle dos sensores (temperatura, pressão, etc. e atuadores bombas, válvulas, etc.). Em particular, com esta planta é possível controlar as temperaturas de aquecimento do óleo vegetal, da reação e da lavagem. Também reativa durante o tempo de reação desejado assim podendo exercer uma ação de transesterificação.



6 - RECUPERAÇÃO DO ÁLCOOL

O álcool evaporado vai ser conduzido ao condensador que vai transformá-lo em líquido que vai ser conduzido no tanque misturador.

* Interação (ou [reação química](#)) que ocorre entre um [ácido graxo](#) existente em [óleos](#) ou [gorduras](#) com uma [base](#) forte com aquecimento. Éster de ácido graxo + Base forte → Álcool + Sal de ácido graxo (sabão)

6.1 - TESTES DO BIODISEL

A medição do ponto de fulgor representa um teste rápido da qualidade do biodiesel obtido. Verifique na tabela seguinte os valores característicos.

O ponto de fulgor representa a temperatura mínima na qual os vapores do biodiesel pegam fogo em presença de chama (na pressão atmosférica), portanto se este índice é muito baixo se evidencia a presença residual de álcool e, portanto uma reação incompleta.

<u>Combustível</u>	<u>Ponto de inflamabilidade</u>
Metil éster de óleo de soja	155 Graus Cent.
Metil éster de óleo de girassol	182 Graus Cent.
Metil éster de óleo de algodão	110 Graus Cent.
Etil éster de soja	160 Graus Cent.
Diesel 2 D	72 Graus Cent.

A medição do número de cetano também é um índice de qualidade do processo. De fato, ele indica o comportamento do biodiesel durante a combustão e a rapidez dela. Mais alto é este valor maior é a prontidão da combustão. Ele também está relacionado com o tempo que decorre entre a injeção e a combustão. Consulte a tabela abaixo para ver se o valor de cetano é correto.

<u>Combustível</u>	<u>Número de cetano</u>
Metil ester de óleo de soja	46-51
Metil éster de óleo de girassol	49
Metil ester de óleo de algodão	51
Etil ester de soja	48-50
Diesel 2 D - Valor médio	48

Aconselhamos executar testes de laboratório conforme a tabela abaixo:

<u>Características</u>	<u>Unidade de medida</u>	<u>Val Min</u>	<u>Vau Max</u>
Conteúdo de Ester	% (m/m)	96,5	
Densidade a 15 Graus	Kg/m ³	860	900
Viscosidade a 40 Graus	Mm ² /s	3,5	5,00
Flash Point	Graus cent.	120	
Numero de cetano		51	
Acidez	mg KOH/g		0,5
Metanol	% (m/m)		0,20
Glicerina total	% (m/m)		0,25
Conteúdo de água	mg/kg		500

Opcionalmente, pode ser fornecido um gerador de 3 KW para teste funcionais do biodiesel processado pela planta.

7 - CARATERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

A planta oferece no mínimo, os seguintes módulos e/ou características:

- Tanque de recebimento/armazenagem (TA)
- Tanque de reação (TR)
- Tanque da mistura catalítica (TC) com dosador
- Tanque de decantação (TD)
- Tanque de lavagem (TL)
- Reservatório de resíduos (Carrinho com dois reservatórios abertos para glicerina e água)
- Várias bombas e válvulas
- Sensores
- Painel de comando
- Armário elétrico/eletrônico (incluindo CLP)
- Interface RS-232 para Posto de monitoragem e parametrização (PC do cliente)
- Opcionalmente tanque de ultra-som

7.1 - PARÂMETROS PROGRAMÁVEIS

Fase FM (da mistura catalítica)

- Tempo de agitação

Fase FR (de reação)

- Tempo de agitação e recirculação
- Temperatura de reação
- Velocidades da reação

Fase de separação do álcool

- Tempo de decantação

Fase de lavagem

- Temperatura de lavagem

7.2 - NÚMERO MÍNIMO DE VARIÁVEIS CONTROLADAS

- Tempo de recirculação
- Temperaturas do óleo
- Temperaturas da reação
- Temperaturas lavagem

8 - PROCESSOS TÍPICOS QUE PODEM SER REALIZADOS COM ESTA PLANTA

8.1 - Preparação do processo típico utilizando metanol e óleo vegetal ou de fritura

- Fase FP - Despejar o óleo no tanque de recepção TE (Max 10 Lt) que será filtrado de resíduos sólidos com a peneira na entrada. Na saída se filtra mais uma vez por meio do filtro de 10 micra.
- Medir o pH do óleo, corrigir se necessário.
- O óleo filtrado é despejado no tanque de reação (TR) na quantidade máxima de 10 litros,
- Fase FR - Ligar a bomba e o aquecedor do tanque TR para circular o óleo e aquecer-lo até 65 °C. Esta operação demora entre 50 a 60 minutos.

8.2 - Formação da mistura álcool + catalisador

- Carregar a exata quantidade de catalisador (NaOH) no dosador (vide tabela)
- Adicionar metanol (álcool metílico) no tanque catalítico (TC) (vide tabela)
- Descarregar o catalisador (hidróxido de potássio) no tanque (TC) nas suas dosagens específica (Vide tabela) e agitar com borbulhas por 30 minutos.

8.3 - Reação

- Fase FR – Verifique que o óleo bruto esteja recirculando e com a temperatura correta.
- Descarregar a mistura catalítica do tanque TC para o tanque TR de modo controlado.
- Manter a recirculação do tanque TR por 30 minutos para que a mistura do óleo aquecido e os produtos químicos fique homogênea. Observar a mudança da cores da mistura durante a reação (clara-escuro-clara), ao término desta operação, desligar a bomba e comutar a válvula, descarregando-a.
- Mistura reativa do tanque TR para o tanque de decantação TD

8.4 – Decantação

- Deixar descansar por decantação de 2 a 6 horas no máximo.
- Após este período, abrir a válvula inferior do tanque TD e deixar sair glicerina (produto mais escuro que o biodiesel); quando verificar que mudou o tom da cor do produto escoado fechar a válvula inferior.
- Este primeiro produto que está no tanque de estocagem é a glicerina bruta que serve para fazer sabão ou realizar um refino e transformá-la em glicerina pura para venda para feitura de cápsulas gelatinosas.
- A fase superior clara é o biodiesel sujo que deve ser lavado. Descarregá-lo no tanque de lavagem TL.

8.5 - Lavagem

8.5.1 - Processo de lavagem do biodiesel com agitação mecânica

- Quando for lavar o biodiesel adicione água (pura ou desmineralizada) na porção de 2 litros
- Após colocar a água agitar por 30 minutos.
- Esperar decantar por 120 minutos e retirar a água abrindo a válvula inferior deste tanque.
- Após retirar a água, sobrou o biodiesel 100 % lavado.
- Verifique o pH e o conteúdo de impurezas no óleo.
- Se necessário repita esta fase mais uma vez.

8.5.2 - Processo típico de lavagem do biodiesel por borbulhas (opcional)

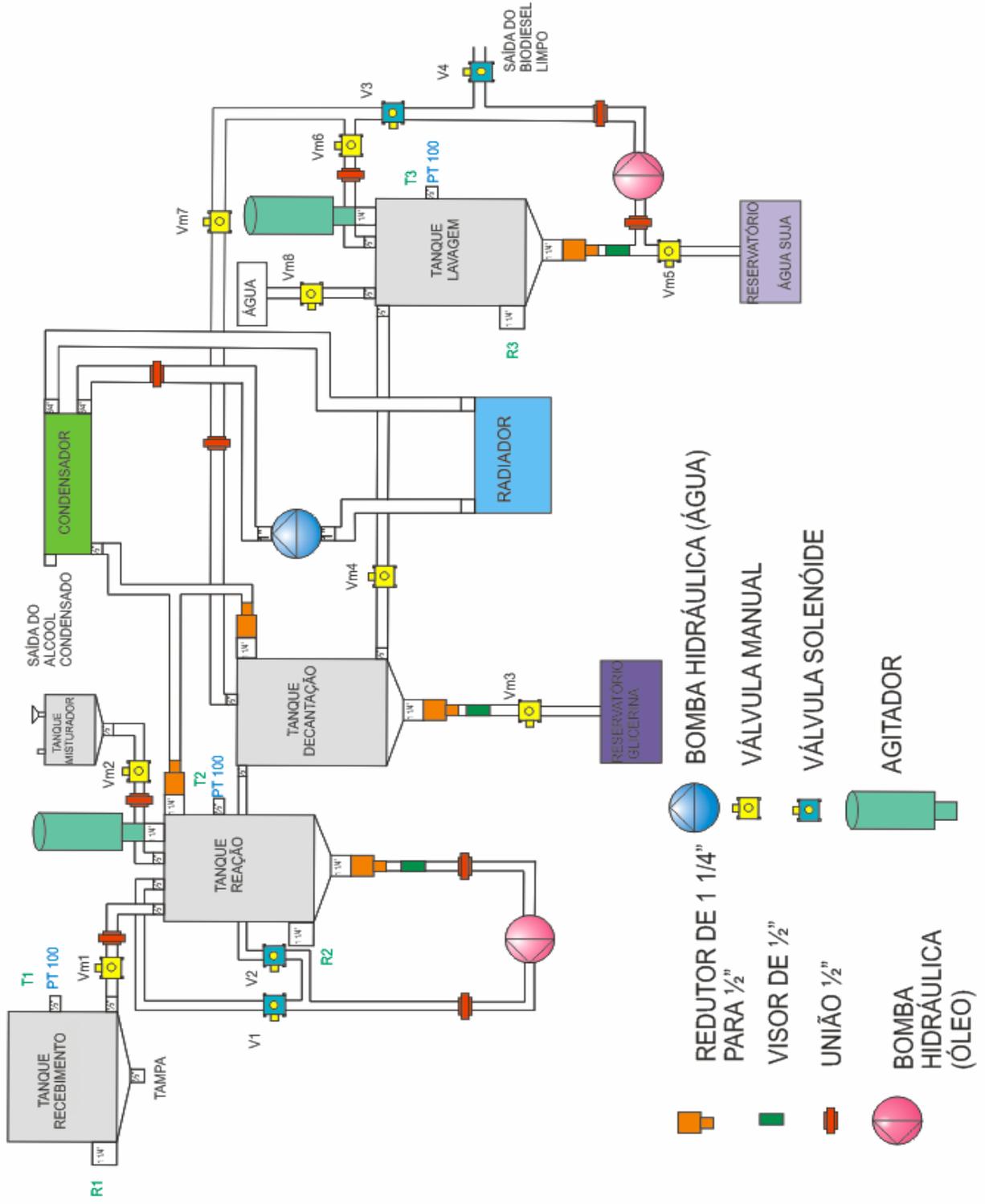
- Medir o pH do Biodiesel sujo
- Colocar no tanque $\frac{1}{4}$ de água limpa e filtrada (melhor se desmineralizada ou destilada)
- Somar $\frac{3}{4}$ de biodiesel sujo e constatar que este fica na superfície por ser mais leve
- Borbulhar por uma hora
- Decantar por 8 horas
- Retirar a água que esta no fundo
- Repetir os passos acima por mais duas vezes
- Medir o pH do biodiesel limpo

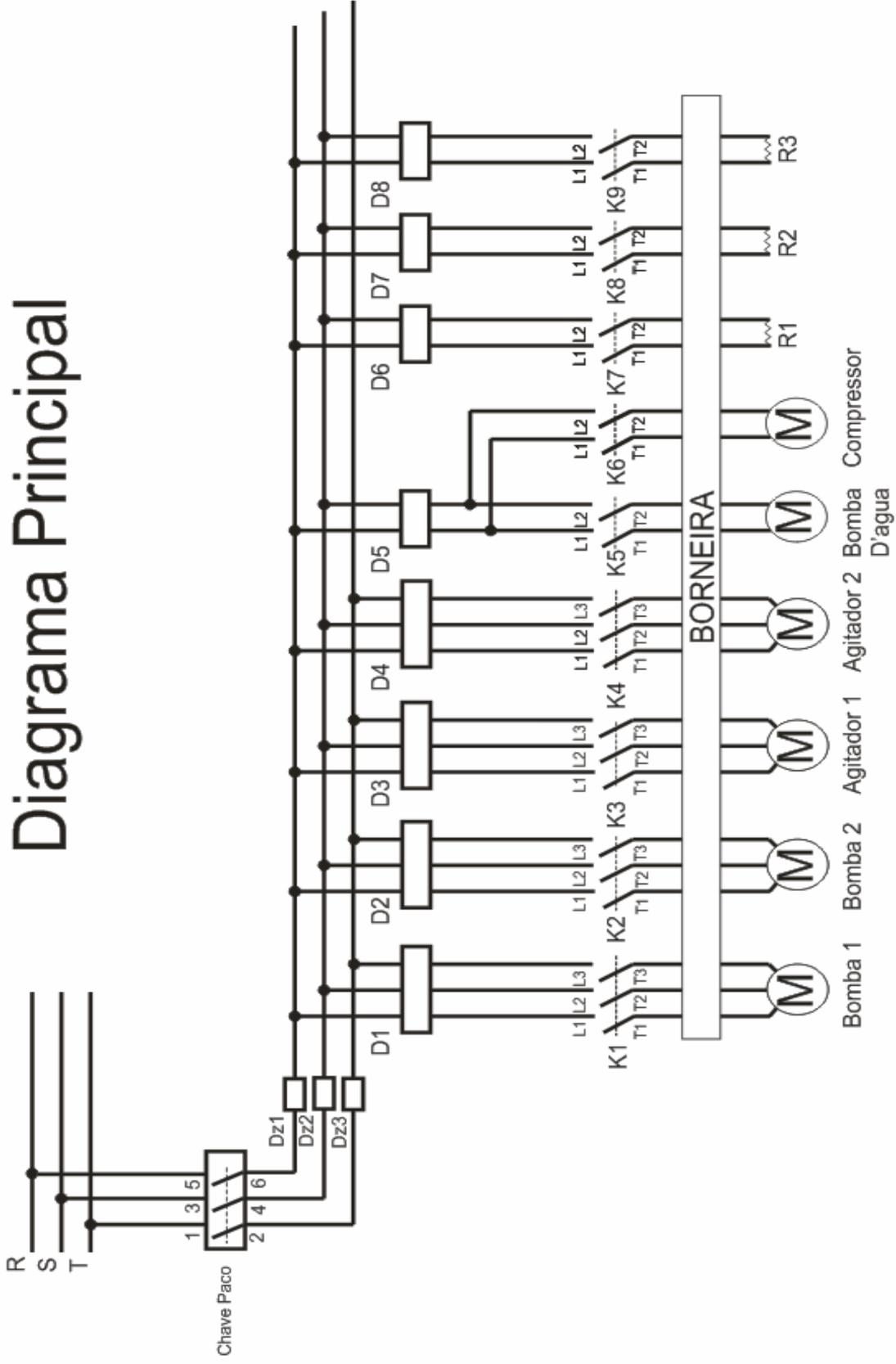
9 - Método rápido de verificação do Biodiesel limpo

- Medir a temperatura de inflamabilidade que deve ser: 155 a 182 graus conforme tabela acima.

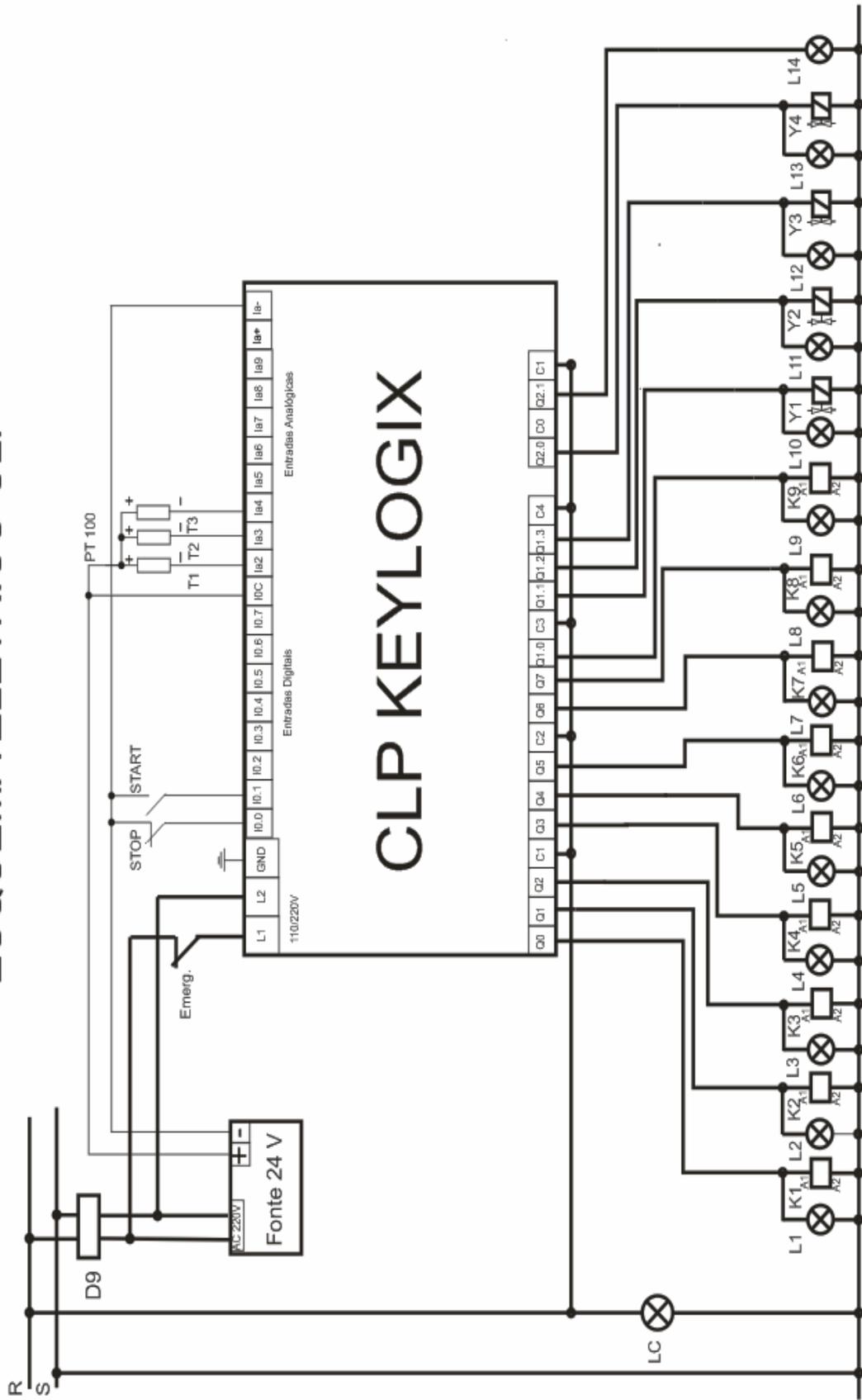
LISTA DE MATERIAIS

Materiais e Componentes - Biodiesel				
Componente	Especificações	Material	Capacidade	Qtd
Tanque Recebimento	Ø 300 x 250 mm	Aço Inox	15 litros	1
Tanque Reação	Ø 250 x 300 mm	Aço Inox	15 litros	1
Tanque Decantação	Ø 250 x 300 mm	Aço Inox	15 litros	1
Tanque Lavagem	Ø 250 x 300 mm	Aço Inox	15 litros	1
Tanque Mistura	Ø 200 x 100 mm	Aço Inox	3 litros	1
Bomba Hidráulica	427 x 159 x 157 mm	Ferro fundido	300 L/h	2
Bomba Hidráulica (D'AGUA)	250 x 150 x 152 mm	Ferro fundido	47 L/min	1
Compressor BCP - 16 / SC	171 x 117 x 139 mm		3.5 bar	1
Filtro no tanque de recebimento	Ø 300		10 microns	1
Peneira no tanque de recebimento	Ø 300			1
Condensador CFA - 1	335 x 140 x 150 mm	Ferro fundido	720 l/ min	1
Reservatório Glicerina e Água	350 x 200 x 150 mm	Polietileno	10 litros	2
Reservatório Água	200 x 200 x 100 mm	Acrílico	4 litros	1
Agitador HBD 0332	200 x 80 mm	Aço Inox	1700 rpm	2
Radiador	500 x 370 x 80 mm	Aço		1
Eletroválvula duas vias		Aço Inox		4
Válvula Manual		Aço Inox		8
Termômetro liquido HG -10 + 110 ° C Incoterm		Vidraria	(-10 até 110°C)	1
Balão fundo chato gargalo longo tipo florence 500ml Satelit		Vidraria	500 ml	1
Funil vidro 100 mm Satelit	100 mm	Vidraria		1
Becker graduado vidro 1000ml Satelit		Vidraria	1000 ml	1
Bureta graduada vidro 25ml c/torneira teflon Laborglas		Vidraria	25 ml	1
Suporte universal 700 mm p/bureta	700 mm	Vidraria		1
Pinça p/bureta		Vidraria		1
Pipeta graduada vidro 10ml Satelit		Vidraria	10 ml	1
Proveta graduada vidro 250ml c/base poli Laborglas		Vidraria	250 ml	1
Pipeta volumétrica vidro 10ml Satelit		Vidraria	10 ml	1
Tubo de ensaio vidro 16x150mm Satelit	16 x 150 mm	Vidraria		1
Estante em arame revestida em PVC p/12 tubos 16 mm		Vidraria		1
Bico de bunsen c/registro		Vidraria		1
Tripé 12x20cm	12 x 20 cm	Vidraria		1
Tela de amianto 20x20cm	20 x 20 cm	Vidraria		1
Painel Elétrico para CLP,	600 x 600 mm	Aço Inox		1
CLP 4 entradas anal. e 4 dig. e 12 saídas digitais RS 232				1





ESQUEMA ELÉTRICO CLP



PROCESSO

Início: colocação de **TODOS** os componentes necessários [óleo, álcool metílico (metanol), hidróxido de sódio (NaOH) e água]. Ligar disjuntores.

Configuração na tela do CLP:

Nos momentos de configuração, o operador deverá fazer o seguinte:

Acionar ALT+NUM (número desejado em relação à operação) +ENT.

Faseamento

Antes de dar início ao processo, fazer o faseamento dos motores.

Faseamento: ao ligar a chave geral e desativar o botão de emergência aparecerá na tela do CLP duas opções: F1 – faseamento

Liga – processo

Ao acionar F1, verificar na Bomba 1 o sentido de rotação. Se estiver no sentido horário (sentido da flecha indicada na própria bomba), não é necessário inverter a fase na rede. Mas se o sentido da bomba estiver anti-horário (contrário ao da flecha da bomba), o operador deverá inverter uma fase na rede elétrica.

Com o faseamento feito e confirmado o sentido de rotação, pode-se iniciar o processo.

Processo Interrompido

Para interromper o processo, é necessário acionar o botão DESLIGA.

Para voltar ao processo, basta acionar o botão LIGA, e, às vezes, o LIGA e depois o ENTER.

Primeira etapa.

Para início do processo, aciona-se o botão LIGA. Depois, o operador configura a temperatura inicial de aquecimento. Então, será aquecido o óleo no tanque de recebimento até chegar à temperatura desejada (R1). Após isso, o operador novamente configura o tempo que ele deseja para manter aquecido o óleo no tanque de recebimento. Com isso, configura-se o tempo de mistura do metanol com o NaOH (hidróxido de sódio). Acionamento do compressor. Fim da primeira etapa.

Segunda etapa.

Depois da mistura e do aquecimento, haverá a reação dos componentes. Portanto, primeiramente o operador abre as válvulas VM1 e VM2 e configura o tempo de reação da mistura com o óleo. São acionados Bomba 1, V1, Bomba D'água, Agitador 1. Após o tempo desejado, a reação é transferida automaticamente para o tanque de decantação (Aciona V2, desliga V1 e Agitador 1). O tempo de transferência para o tanque de decantação é fixo, baseado na quantidade de líquido estipulado. Depois disso, desliga-se tudo.

Terceira etapa.

O operador configura o tempo de decantação necessário. Após o tempo estipulado abre-se a válvula VM3 para a decantação da glicerina. O operador deve observar a diferença da cor dos líquidos, pois quando isso ocorrer na decantação é hora de fechar a VM3.

Quarta etapa.

Com a separação do óleo da glicerina, o operador manualmente fará com que, por gravidade (abrindo a válvula VM4), o óleo (biodiesel sujo) seja transferido para o tanque de lavagem. Abrir válvula VM8 para a descida dos 2 litros de água para lavagem. Antes de configurar o tempo é necessário abrir a válvula VM6 e fechar a VM7 para ocorrer a circulação no tanque de lavagem; (se for necessário e do desejo do operador, pode-se fechar a VM6 e abrir a VM7 para lançar o óleo no tanque de decantação novamente). Assim, o operador deve configurar o tempo de lavagem desejado. Então, aciona-se Bomba2, V3, Agitador 2.

Quinta etapa.

Após a lavagem, haverá a decantação da água suja. Configura-se o tempo de decantação também. Depois da separação da água do biodiesel, haverá a saída do biodiesel. O tempo de saída é fixo baseado na quantidade de líquido previsto.



CUIDADOS

Para que tudo ocorra dentro do arranjo, é necessário tomar algumas precauções:

- Durante o processo, não colocar a mão nos tanques e tubos.
- Verificar sempre o estado das válvulas manuais.
- Antes de iniciar o processo, **SEMPRE** colocar primeiro **TODOS** os produtos a serem reagidos.
- Ler todo o procedimento (processo) para melhor desempenho.
- **NÃO** deixar as bombas hidráulicas funcionarem em vazio.