

PROPOSTA DE AUTOMATIZAÇÃO EM FORNO PASTEUR

Nilton Acosta Filho (Aluno)
Vicente de Lima Gongora (Orientador)

RESUMO

Este trabalho vai mostrar uma proposta de um processo de automatização em um forno Pasteur, um equipamento utilizado em laboratórios para a esterilização de materiais utilizando a circulação de calor seco, mostrando todos os passos desde a especificação dos componentes que serão utilizados na automação, montagem, programação, esquemas elétricos e resultados esperados. Serão descritas algumas maneiras de esterilização, mais eficazes ou menos eficazes, que poderiam ser utilizadas no processo estudado. Para a automação do novo controle de processo, será utilizado um CLP, que nele é feita toda a programação e operação do processo. Devido ao histórico do equipamento, se fará necessário uma proteção contra quedas de energia que, quando ocorre, o processo atual é perdido. O sistema de proteção trabalhará observando o progresso do ciclo, caso houver uma queda de energia, um no-break manterá o sistema "observando" a temperatura do processo, caso ultrapasse um valor mínimo de temperatura por um determinado tempo, ele avisará por forma de alarme que o processo foi perdido, podendo assim, iniciar a contagem do tempo novamente automaticamente após o restabelecimento da energia elétrica e temperatura do processo. Se a queda de energia for curta, não prejudicando o processo, será continuado normalmente. Como resultado, o trabalho pretende mostrar a confiabilidade que a modernização na automação desse processo proporcionará.

Palavras-chave: Automatização. Esterilização. Forno Pasteur. Processo.

AUTOMATION PROPOSAL IN OVEN PASTEUR

ABSTRACT

This work will show a proposal of an automation process in a Pasteur oven, an equipment used in laboratories for the sterilization of materials using dry heat circulation, showing all the steps from the specification of the components that will be used in automation, assembly, programming, electrical schemes and expected results. Some more effective or less effective sterilization methods that could be used in the process studied will be described. For the automation of the new process control, a PLC will be used, which will carry out all the programming and operation of the process. Due to the history of the equipment, it will be necessary to protect against falling power which, when it occurs, the current process is lost. The protection system will work observing the progress of the cycle, if there is a power failure, a UPS will keep the system "observing" the process temperature, if it exceeds a minimum temperature value for a certain time, it will warn by alarm that the process has been lost, therefore, start the time counting again automatically after the restoration of the electrical energy and process temperature. If the power outage is short,

not harming the process, it will be continued normally. As a result, the work intends to show the reliability that modernization in the automation of this process will provide.

Key-words: Automation. Sterilization. Pasteur oven. Process.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com o avanço da tecnologia em processos e máquinas de indústrias, não é mais preciso ficar preso a equipamentos antigos e com sistemas de controles ultrapassados, qualquer automatização em um equipamento desses, é bem-vinda. Nesse trabalho será elaborado um projeto para automatização do processo de um equipamento, a estrutura em si será mantida. O equipamento abordado, é um Forno Pasteur, tal equipamento responsável por esterilizar materiais, nesse caso, frascos de vidro que são utilizados para envasar vacinas do meio veterinário. Essa esterilização ocorre a seco, ou seja, há apenas a circulação de ar quente por entre os frascos, mantidos a uma certa temperatura por um determinado tempo, assim matando todos os microrganismos existentes no interior e exterior do frasco.

O problema encontrado nesse equipamento é que, por ter um ciclo de longa duração, devido ao tempo de aquecimento pelo tamanho da câmara que ficam os materiais e pela quantidade de materiais, o ciclo não é feito durante o expediente dos operadores, o expediente é aproveitado para preparar as bandejas onde vão os frascos e a limpeza dos mesmos, ao final do expediente é posicionado as bandejas com os frascos no equipamento e iniciado o ciclo, nesse tempo de duração do ciclo, que dura em torno de 5 horas, pode ocorrer diversos problemas, entre eles, a queda de energia, que é um dos problemas que esse setor sofreu algumas vezes, durante a queda de energia, o equipamento é desligado completamente, ao voltar a energia o ciclo é iniciado novamente, porém sem nenhuma supervisão, outro problema, o principal deles, é o controlador utilizado no processo, por ser um equipamento antigo, o fabricante deixou de existir, bloqueando qualquer contato com o mesmo para possíveis auxílios e fornecimento de peças, esse controlador antigo vem apresentando problemas na conclusão do ciclo de esterilização, fazendo com que o ciclo se reinicie no meio do processo sem motivo algum, por mais de uma vez, ao ver o registro feito pelo equipamento, percebe um tempo de duração do ciclo totalmente fora do programado.

Em cima desse problema, está sendo proposto o seguinte projeto, automatizar esse processo de esterilização do equipamento. Substituindo apenas o painel de comando, fazendo o uso de CLP, controlador de temperatura, será inserido um sistema de segurança para queda de energia ou qualquer problema no gerador de calor, que pode causar a perda de temperatura no ambiente do material a ser esterilizado, prejudicando o processo. Este sistema será implantado na programação do CLP, que fará a leitura do processo, entendendo que, se houver uma perda de temperatura significativa, ele irá aguardar o restabelecimento dessa temperatura para continuar a contagem do tempo, se essa perda de temperatura não se restabelecer em um tempo definido, o ciclo será abortado, mostrando em uma mensagem de alarme, o motivo.

Para que o CLP continue monitorando o sistema, mesmo se houver a queda de energia, é necessário a utilização de um no-break, que será responsável por alimentar somente a parte de memórias e entradas do CLP, permitindo a leitura do comportamento da temperatura no interior do forno. Nesse trabalho será abordado os princípios básicos sobre

esterilização a seco, o funcionamento do forno Pasteur, será feito o desenvolvimento da programação do CLP, esquemas elétricos, lista de materiais necessários e preços.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Esterilização

Antes de ser feito qualquer alteração no equipamento, é necessário saber como é o processo de esterilização. A Esterilização é a eliminação por completo de todos os microrganismos presentes no material a ser esterilizado (KALIL; COSTA, 1994). Os processos de esterilização são separados em três categorias, esterilização por agentes químicos, por agentes físico-químicos e por agentes físicos, dentro dessas categorias há diversas técnicas de esterilização, basta encontrar qual a mais apropriada para o tipo de material a ser esterilizado e sua aplicação (MS, 2001).

Segundo MS (2001), a esterilização por agentes químicos consiste em fazer a imersão por completo do material no agente esterilizante, sendo um composto líquido. Porém necessita de certos cuidados em seu manuseio:

- O material deve ser lavado rigorosamente e secado, evitando que a água altere a concentração da solução;
- Ao retirar o material da solução, o contato deve ser feito com luvas estéreis;
- O enxágue do material deve ser em abundância, com água deionizada ou destilada. O uso de soro fisiológico pode acelerar a corrosão do metal e fazer depósitos no mesmo;
- A secagem deve ser feita com compressa ou ar comprimido estéril;
- A utilização do material esterilizado deve ser imediata, proibindo seu armazenamento.

No físico-químico, MS (2001) cita dois métodos:

- Óxido de etileno (ETO), que é um gás incolor de alto poder esterilizante, a ação do ETO é feita pela alquilação das proteínas dos microrganismos, tal ação que dependem de variáveis, como temperatura, tempo de exposição ao gás, concentração e umidade do ambiente. A indicação desse método de esterilização é para materiais termo sensíveis. Por ser um gás inflamável e explosivo, o uso do mesmo é feito em equipamentos especiais, chamados autoclaves para óxido de etileno. Este gás é extremamente prejudicial à saúde,

por isso sua utilização é regulamentada pela Portaria Interministerial n.º 482, de 16 de abril de 1999 (MS, 2001).

- Peróxido de Hidrogênio, indicado para materiais termo sensíveis, é um plasma definido como uma nuvem de íons, elétrons e partículas neutras, altamente reativas. Essas cargas geradas no plasma, tendem a se reorganizar e interagem com a moléculas responsáveis pelo metabolismo e reprodução microbiano. Um ciclo dessa esterilização dura em torno de 1 hora, é compatível com vidros, borrachas, acrílicos e maioria dos metais, incompatível com ferro e celulose. O produto gerado pela esterilização é apenas água e oxigênio, não prejudicial à saúde (MS, 2001).

E por último, o método físico de esterilização, que utiliza o calor para fazer a esterilização do material (BARRIENTOS, 2012). No entanto, a sensibilidade que o microrganismo tem à ação da temperatura, é variado, a inativação do mesmo depende da temperatura em que é submetido, do tempo de exposição e da umidade relativa (ANVISA, 2010 apud BARRIENTOS, 2012). Dentre os métodos físicos de esterilização, estão:

- Por vapor saturado sob pressão, segundo MS (2001), este é o método mais utilizado em centrais de esterilização hospitalares, é indicado para materiais termo resistentes. Segundo MS (2001), o nome de vapor saturado se dá pela temperatura ser equivalente ao ponto de ebulição da água, e é produzido pelo aquecimento da água com níveis de pressão elevados, acelerando o processo de aquecimento e atingindo as temperaturas ideais de esterilização (121°C a 135°C). Os aparelhos que são programados para este tipo de esterilização, possuem uma razão de temperatura e tempo, que, quanto maior a temperatura, menor o tempo de exposição do material e vice-versa (MS, 2001), como mostra na Tabela 1.

Tabela 1: Relação de temperatura e tempo para esterilização por vapor saturado.

Temperatura (°C)	Tempo (min)
121	15
126	10
134	3

Fonte: ISO/TS 17665-2, 2009 apud BARRIENTOS, 2012.

- O processo de esterilização por calor seco é utilizado em materiais que tem dificuldade na penetração do vapor, ou que sofram algum dano pelo calor úmido. Não

forma ferrugem e não danifica materiais de corte. Porém, a desvantagem é que o material precisa ser resistente a altas temperaturas e não esteriliza soluções aquosas. O método de esterilização por calor seco é recomendado para recipientes de vidro, metais, pó, soluções oleosas e tecidos especiais. O equipamento responsável por esse procedimento é a estufa. (ISAACSON, 2009; ANSI, 2010 apud SARAIVA, 2016). Os microrganismos resistem mais ao calor seco do que ao calor úmido, por isso, esse processo necessita de temperatura e tempo de exposição mais elevados. A relação de tempo e temperatura pode ser variada, desde que demonstre que o processo assegure uma taxa de letalidade adequada, como mostra na Tabela 2 (INFARMED, 2009; ANSI, 2010 apud SARAIVA, 2016).

Tabela 2: Relação de temperatura e tempo para esterilização por calor seco.

Temperatura (° C)	Tempo de exposição
170° C	1 h
160° C	2 h
150° C	2 h e 30 min
140° C	3 h
121° C	12 h

Fonte: OPS, 2008 apud BARRIENTOS, 2012.

3. METODOLOGIA

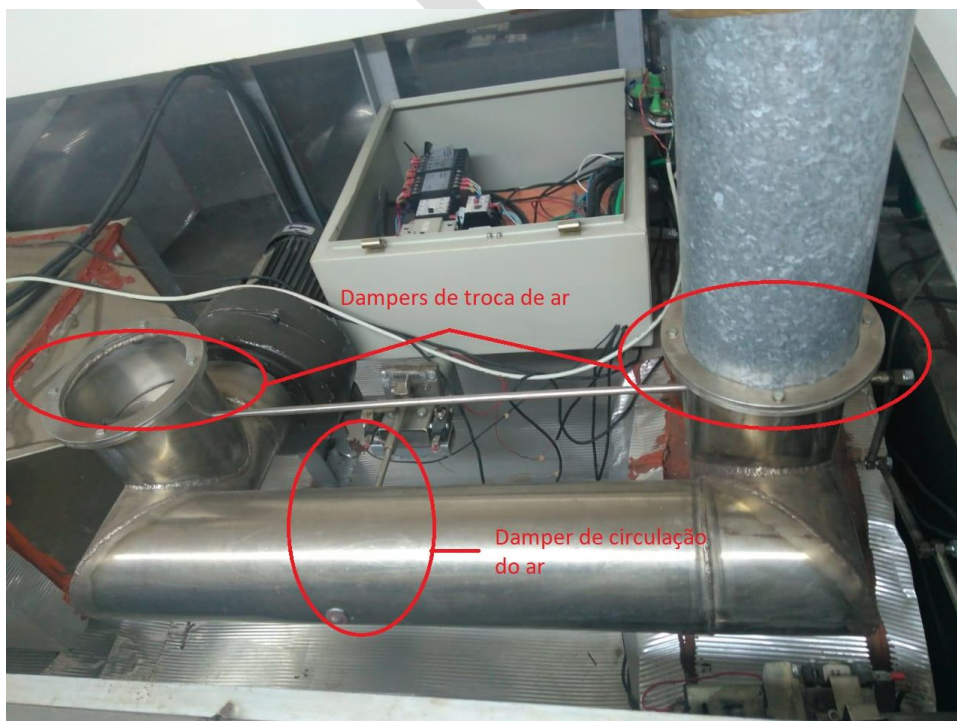
Esta proposta de automatização pretende melhorar apenas a parte de controle de processo do equipamento, não será feita nenhuma alteração na construção do mesmo e serão mantidos os mesmos componentes já instalados na máquina, por exemplo, motores, resistência, sensores e etc. Para início do desenvolvimento do projeto, devemos saber como é o processo do equipamento e quais são os componentes que estão instalados na máquina. As figuras a seguir, mostram como é o equipamento que está sendo estudado e os componentes instalados:

Figura 1: Frente do equipamento com sirene e chave fim de curso da porta 01.



Fonte: Do autor, 2018.

Figura 2: Dampers.



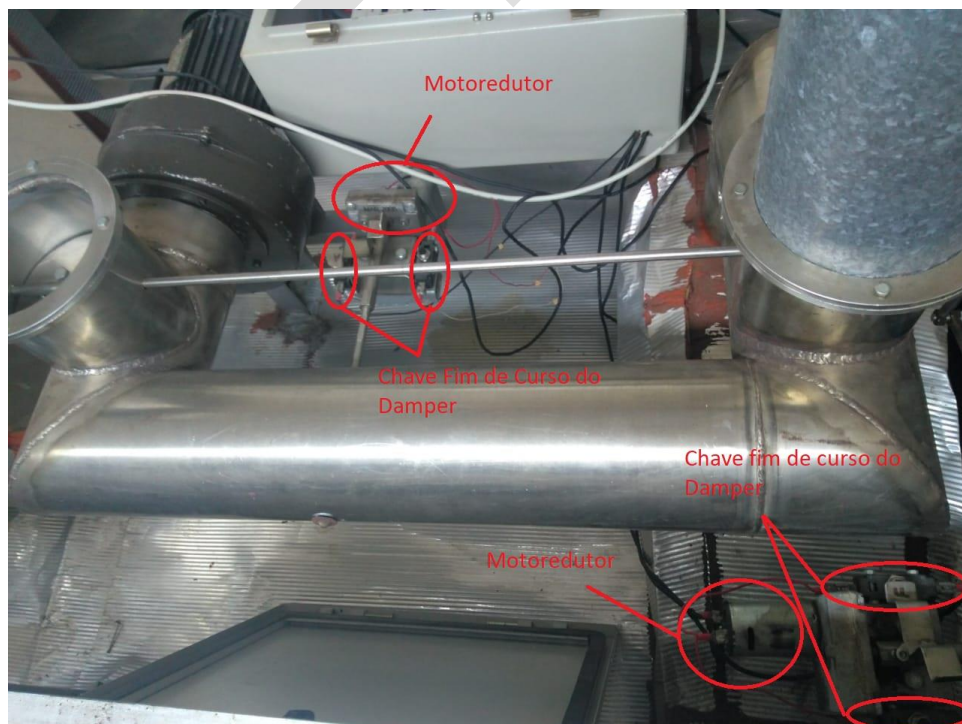
Fonte: Do autor, 2018.

Figura 3: Resistência e Motoventilador.



Fonte: Do autor, 2018.

Figura 4: Acionamento dos dumpers.



Fonte: Do autor, 2018.

3.1 Processo de funcionamento

Após os operadores carregar o equipamento com os frascos nas bandejas, e posicionar as mesmas dentro das gavetas, o operador deve fazer o fechamento correto da porta e travar. No painel de controle, tem uma chave principal que liga o painel, ao ligar essa chave, o controlador deve se inicializar e estar pronto para iniciar o ciclo. Ao pressionar o botão “liga”, o ciclo se iniciará. O ciclo possui 5 etapas:

1ª Etapa

Pré-aquecimento: As resistências e ventilador são ligados, damper de circulação é aberto e dampers de entrada e saída são fechados. Aguarda atingir 200°C. Nesta etapa o equipamento aquece os materiais que serão esterilizados e toda as paredes internas.

2ª Etapa

Secagem: Abre damper de entrada e saída, fecha damper de circulação e continua controle de temperatura, durante 1 hora. Os frascos que foram lavados ainda podem conter resquícios de água, esta etapa seca o material.

3ª Etapa

Aquecimento: Fecha damper de entrada e saída, abre damper de circulação e aguarda atingir 200°C. Depois do material ser seco, o equipamento atinge a temperatura novamente para início da esterilização.

4ª Etapa

Esterilização: Com dampers de entrada e saída fechados, damper de circulação aberto, inicia contagem de 5 horas. Nesta etapa o material já está sendo esterilizado,

5ª Etapa

Secagem final: Desliga resistências e fica em circulação até temperatura interna ficar menor que 60°C. Depois de esterilizado, o equipamento aguarda o material ser resfriado para finalização do ciclo e liberação das portas sem risco de contato com o material quente.

3.2 Componentes

Com os dados do processo em mãos, foi colhido informações com quantidades e especificações dos componentes que estão instalados no equipamento. São eles:

- 01 Motor de indução trifásico 220/380V ½ CV;

Responsável pela circulação do ar no interior da câmara.

- 04 Sensores pt100

Faz leitura da temperatura em 4 pontos diferentes.

- Conversor pt100 / 4 a 20mA;

Converte o sinal da leitura do pt100 e envia sinal de 4 a 20mA na saída.

- 06 Chave fim de curso;

Quatro deles são utilizados nos dois dumper que direcionam a circulação do ar (contato NC), as outras duas chaves estão instaladas nas portas, para indicar porta fechada (contato NA).

- 02 Motoredutores 24 Vcc - MR-710;

Faz a rotação do eixo dos dumpers.

- 01 Contactor 3TF44 Siemens;

Aciona a resistência.

- Sirene;

Avisa quando termina o processo.

4. RESULTADOS

4.1 Acionamento dos Dampers

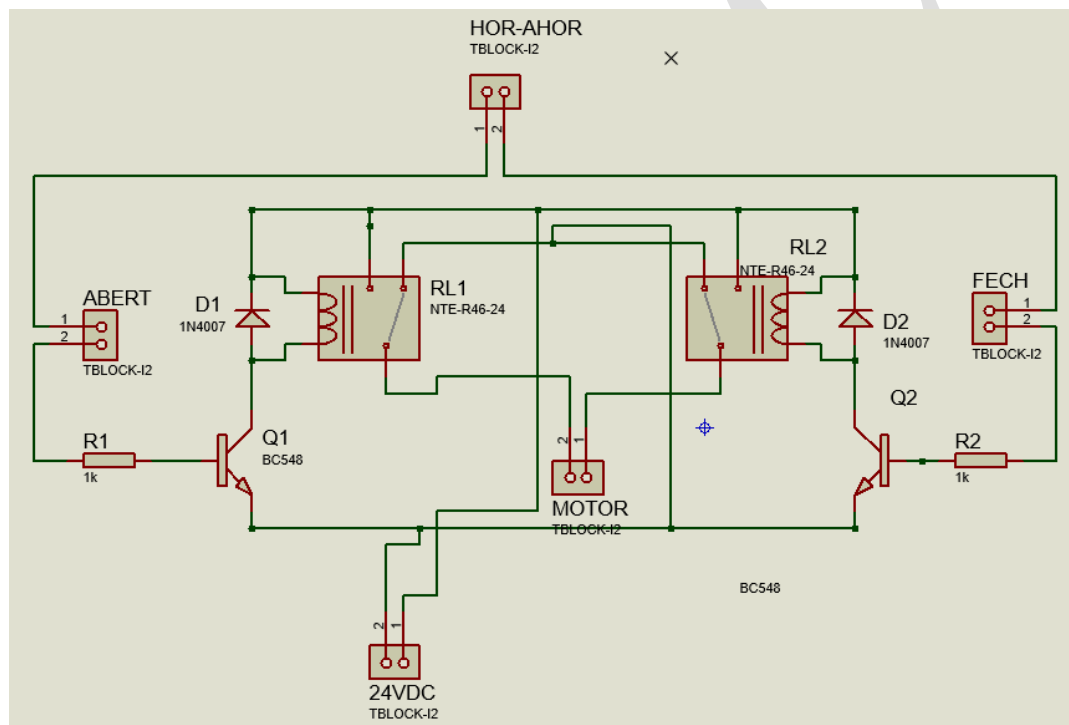
O acionamento do motor que faz a comutação dos dampers de circulação de ar e entrada e saída de ar, será feito por uma placa eletrônica desenvolvida no software *Proteus 8 Professional*, mostrada nas Figuras 5 e 6. No equipamento será utilizado duas placas iguais, uma para cada damper, nela possui bornes de entrada para alimentação 24VCC, contato da chave fim de curso que desliga o motor quando o damper atinge a posição de aberto ou fechado, dois bornes para sentido de giro, horário e anti-horário e dois bornes de saída para o motoredutor 24VCC.

Componentes utilizados em cada placa:

- 05 - Terminal KRE Block 2 vias;
- 02 – Resistor 1/4W 1000Ω;
- 02 – Diodo 1N4007;
- 02 – BC548;
- 02 - Relé 24Vdc 10A;
- Placa Fenolite 60 x 60 mm.

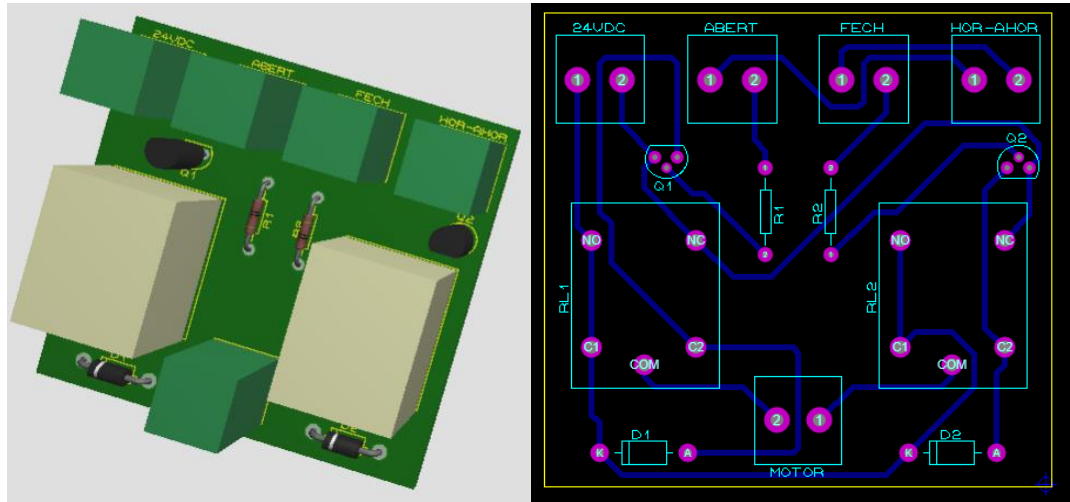
O custo total dos componentes para desenvolvimento das duas placas será próximo de R\$40,00.

Figura 5: Circuito para acionamento do Damper.



Fonte: Do autor, 2018.

Figura 6: Placa em 3D finalizada e layout PCB.

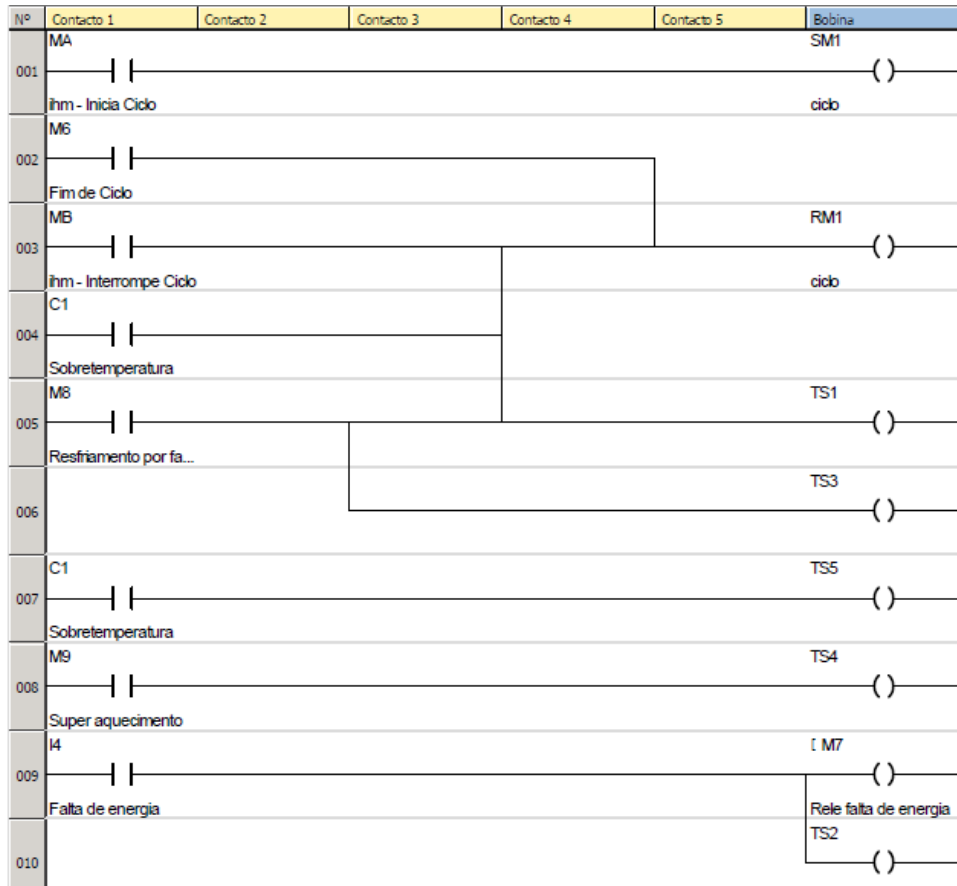


Fonte: Do autor, 2018.

4.2 Programação CLP

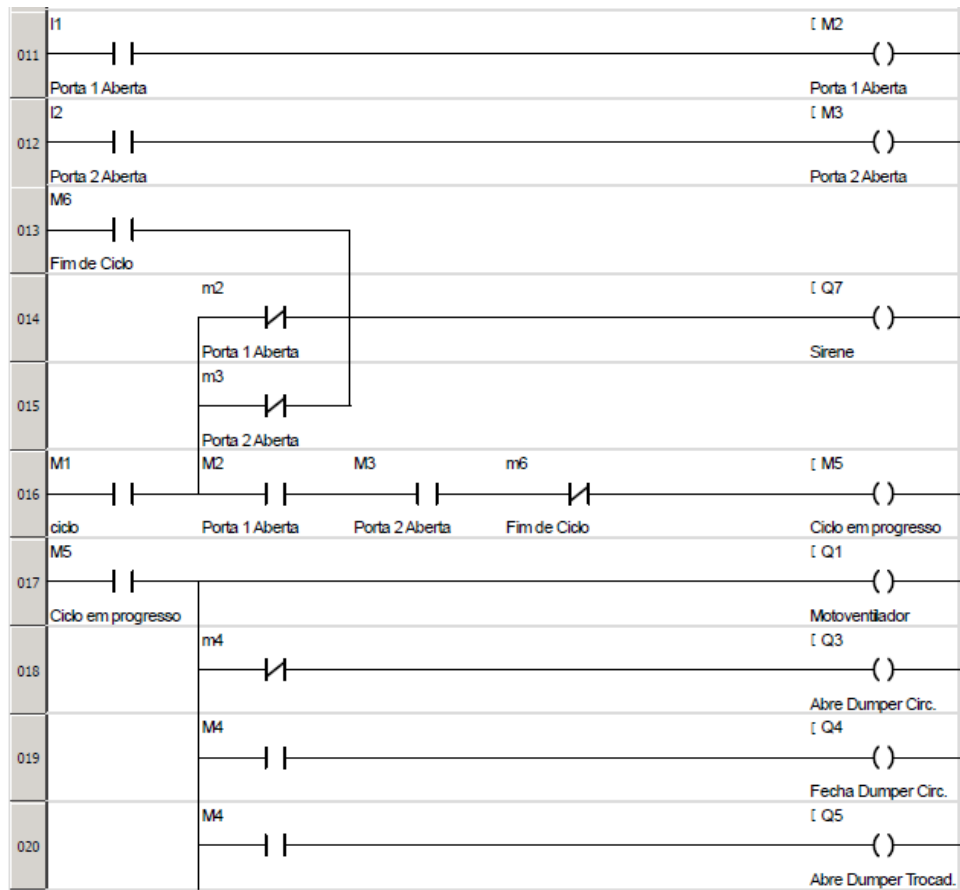
Para elaboração do programa que será utilizado no CLP, foi utilizado o software da Schneider, *ZelioSoft 2*. Para o controle do processo, foi selecionado o CLP SR3B261BD da Schneider Electric que possui alimentação de 24VDC, 10 entradas digitais, 6 entradas analógicas (0-10V) e 10 saídas relé. Foi inserido também, um módulo de comunicação SR2COM01, que é acoplado ao CLP, responsável pelo envio das mensagens para os gestores e manutentores da empresa, com o evento ocorrido no equipamento, em tempo real. Nas figuras 7, 8, 9, 10 e 11 mostram as linhas de programação elaboradas pelo autor, que fazem o funcionamento do processo de esterilização do equipamento. O CLP custa em torno de R\$1350,00, já o módulo de comunicação R\$650,00.

Figura 7: Linhas de programação do CLP (01-10).



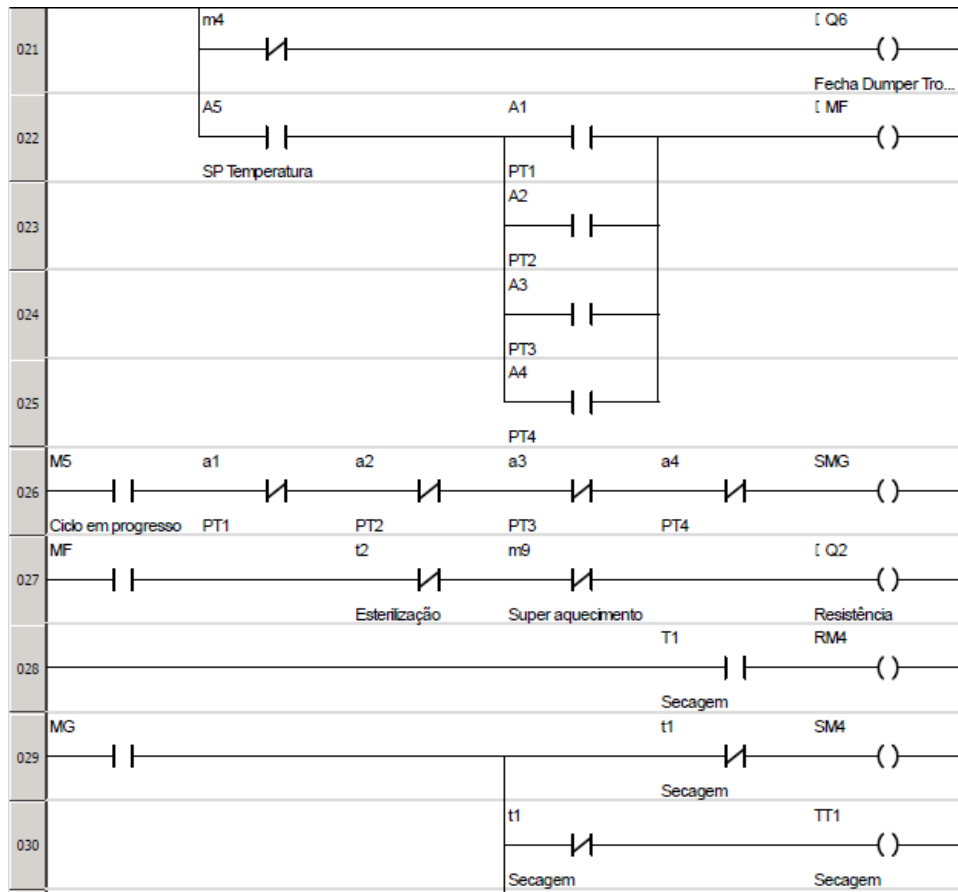
Fonte: Do autor, 2018.

Figura 8: Linhas de programação do CLP (11-20).



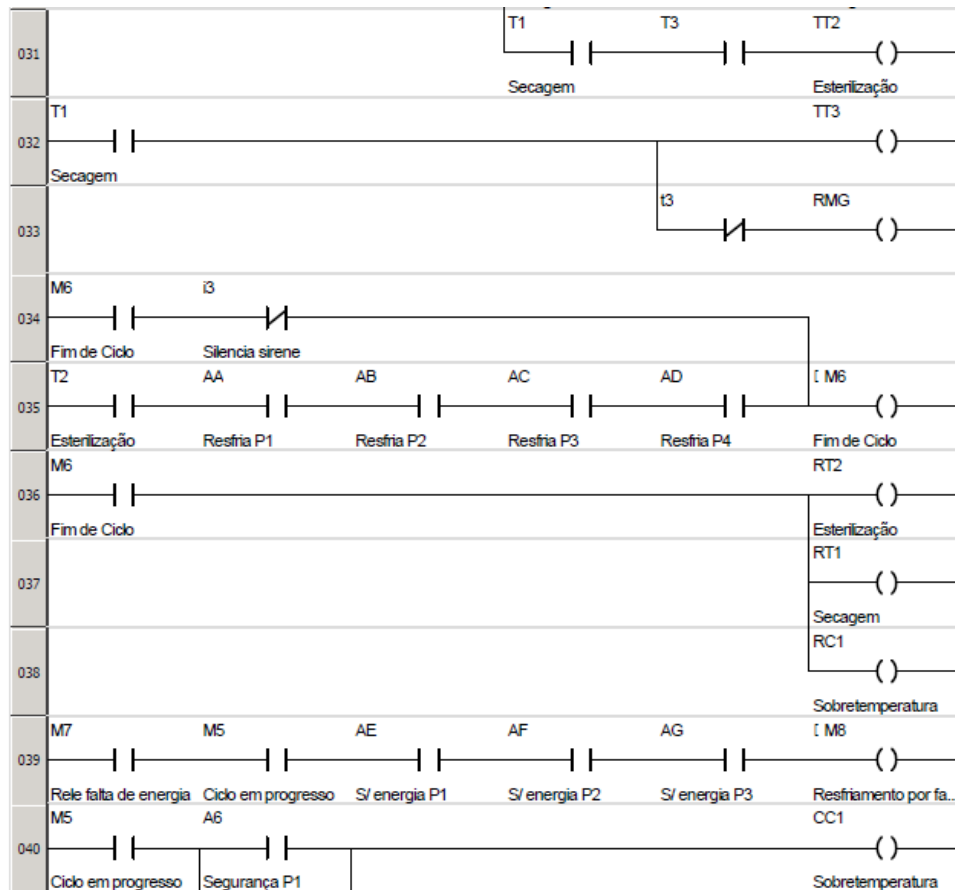
Fonte: Do autor, 2018.

Figura 9: Linhas de programação do CLP (21-30).



Fonte: Do autor, 2018.

Figura 10: Linhas de programação do CLP (31-40).



Fonte: Do autor, 2018.

Figura 11: Linhas de programação do CLP (41-43).



Fonte: Do autor, 2018.

Inserido na programação, tem algumas saídas que possuem a função do envio de mensagens para o celular dos operadores, gestores e mantenedores cadastrados no módulo de comunicação, as saídas que possuem nomenclatura de TS1, TS2, TS3, TS4 e TS5, são as responsáveis por tais ações. Na figura 12 mostra as mensagens que serão enviadas de acordo com o evento ocorrido.

Figura 12: Textos dos eventos configurados para envio das mensagens.

<p>S1 Mensagem</p> <p>Tipo : Alarme Destinatários da mensagem :</p> <table border="1"> <tr><th>Nome</th><th>N° Tel/Email</th></tr> <tr><td>Marcio</td><td>4399888-8888</td></tr> <tr><td>Roger</td><td>4399777-7777</td></tr> </table> <p>Entradas ligadas: DIG : — ANA : — Mensagem a enviar : 001 O ciclo foi interrompido. Condição de criação da mensagem : Transição INACTIVO para ACTIVO</p>	Nome	N° Tel/Email	Marcio	4399888-8888	Roger	4399777-7777	<p>S3 Mensagem</p> <p>Tipo : Alarme Destinatários da mensagem :</p> <table border="1"> <tr><th>Nome</th><th>N° Tel/Email</th></tr> <tr><td>Marcio</td><td>4399888-8888</td></tr> <tr><td>Roger</td><td>4399777-7777</td></tr> </table> <p>Entradas ligadas: DIG : — ANA : — Mensagem a enviar : 003 Resfriamento por falta de energia. Condição de criação da mensagem : Transição INACTIVO para ACTIVO</p>	Nome	N° Tel/Email	Marcio	4399888-8888	Roger	4399777-7777	<p>S5 Mensagem</p> <p>Tipo : Alarme Destinatários da mensagem :</p> <table border="1"> <tr><th>Nome</th><th>N° Tel/Email</th></tr> <tr><td>Marcio</td><td>4399888-8888</td></tr> <tr><td>Roger</td><td>4399777-7777</td></tr> </table> <p>Entradas ligadas: DIG : — ANA : — Mensagem a enviar : 005 Resistencia com sobretemperatura 5 vezes. Condição de criação da mensagem : Transição INACTIVO para ACTIVO</p>	Nome	N° Tel/Email	Marcio	4399888-8888	Roger	4399777-7777
Nome	N° Tel/Email																			
Marcio	4399888-8888																			
Roger	4399777-7777																			
Nome	N° Tel/Email																			
Marcio	4399888-8888																			
Roger	4399777-7777																			
Nome	N° Tel/Email																			
Marcio	4399888-8888																			
Roger	4399777-7777																			
<p>S2 Mensagem</p> <p>Tipo : Alarme Destinatários da mensagem :</p> <table border="1"> <tr><th>Nome</th><th>N° Tel/Email</th></tr> <tr><td>Marcio</td><td>4399888-8888</td></tr> <tr><td>Roger</td><td>4399777-7777</td></tr> <tr><td>Luiz</td><td>4399666-6666</td></tr> </table> <p>Entradas ligadas: DIG : — ANA : — Mensagem a enviar : 002 Falta de energia! Condição de criação da mensagem : Transição INACTIVO para ACTIVO</p>	Nome	N° Tel/Email	Marcio	4399888-8888	Roger	4399777-7777	Luiz	4399666-6666	<p>S4 Mensagem</p> <p>Tipo : Alarme Destinatários da mensagem :</p> <table border="1"> <tr><th>Nome</th><th>N° Tel/Email</th></tr> <tr><td>Marcio</td><td>4399888-8888</td></tr> <tr><td>Roger</td><td>4399777-7777</td></tr> </table> <p>Entradas ligadas: DIG : — ANA : — Mensagem a enviar : 004 Superaquecimento das resistências. Condição de criação da mensagem : Transição INACTIVO para ACTIVO</p>	Nome	N° Tel/Email	Marcio	4399888-8888	Roger	4399777-7777					
Nome	N° Tel/Email																			
Marcio	4399888-8888																			
Roger	4399777-7777																			
Luiz	4399666-6666																			
Nome	N° Tel/Email																			
Marcio	4399888-8888																			
Roger	4399777-7777																			

Fonte: Do autor, 2018.

Figura 13: Entradas e saídas digitais.

Entradas físicas						
N°	Símbolo	Função	Bloqueio	Parâmetros	Localização (L/C)	Comentário
I1		Entradas DIG	—	Sem parâmetros	(11/1)	Porta 1 Aberta
I2		Entradas DIG	—	Sem parâmetros	(12/1)	Porta 2 Aberta
I3		Entradas DIG	—	Sem parâmetros	(34/2)	Silencia sirene
I4		Entradas DIG	—	Sem parâmetros	(9/1)	Falta de energia

Saídas físicas					
N°	Símbolo	Função	Remanência	Localização (L/C)	Comentário
Q1		Saídas DIG	Não	(17/6)	Motoventilador
Q2		Saídas DIG	Não	(27/6)	Resistência
Q3		Saídas DIG	Não	(18/6)	Abre Dumper Circ.
Q4		Saídas DIG	Não	(19/6)	Fecha Dumper Circ.
Q5		Saídas DIG	Não	(20/6)	Abre Dumper Trocad.
Q6		Saídas DIG	Não	(21/6)	Fecha Dumper Trocad.
Q7		Saídas DIG	Não	(14/6)	Sirene

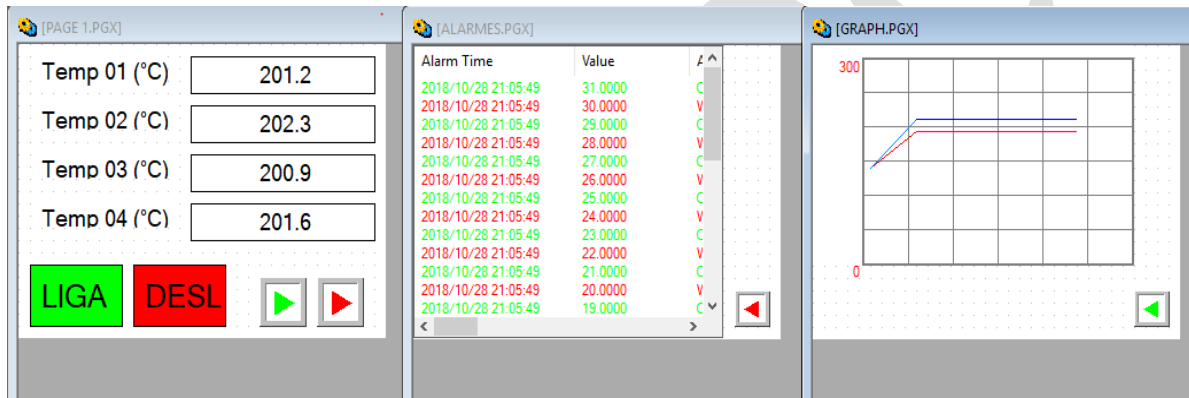
Fonte: Do autor, 2018.

A figura 13 apresenta as entradas e saídas físicas instaladas no CLP, as entradas são as informações que o CLP recebe do equipamento para executar determinadas funções, as saídas são os atuadores que o CLP aciona para determinada função.

4.3 IHM

Foi criada uma interface em uma IHM da Ativa, XT05S de 5.6", através do software do fabricante, o Xpanel Designer, para que o operador possa ter acesso e visualização das temperaturas, alarmes e gráfico de temperatura. Custo da IHM próximo de R\$3700,00.

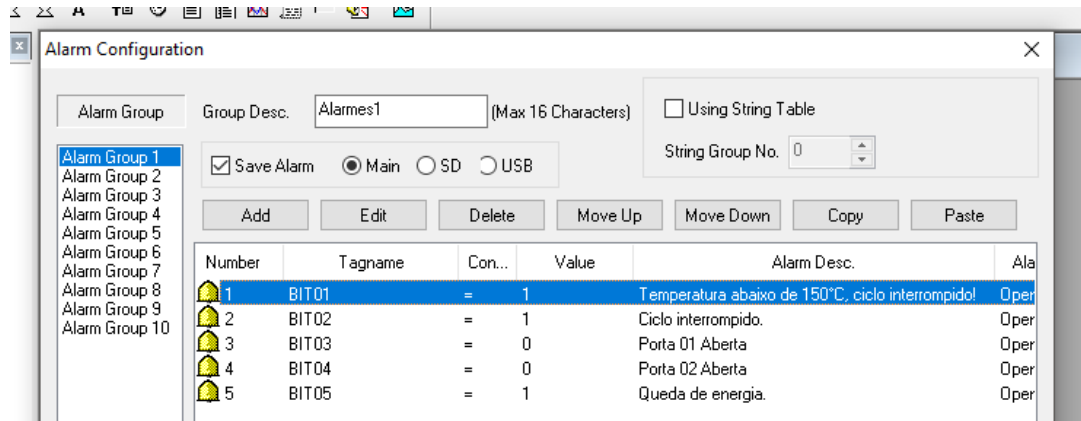
Figura 12: Tela principal, tela de alarmes e tela de gráfico.



Fonte: Do autor, 2018,

Como mostra a figura 12, a tela principal possui quatro campos, em cada campo é mostrado a leitura da temperatura de um ponto no interior do equipamento, abaixo desses campos, tem os botões para início e parada do ciclo de esterilização, as flechas alternam entre as telas. A seta verde muda para a tela de gráfico, que registra em forma de gráfico de temperatura/tempo, todo o processo. A seta vermelha alterna para a tela de alarmes, nesta tela irá aparecer listado, todos os eventos ocorridos durante o processo, que possam causar a anulação do ciclo. Na figura 13 mostra quais os eventos que são mostrados como alarme.

Figura 13: Configuração de alarmes.



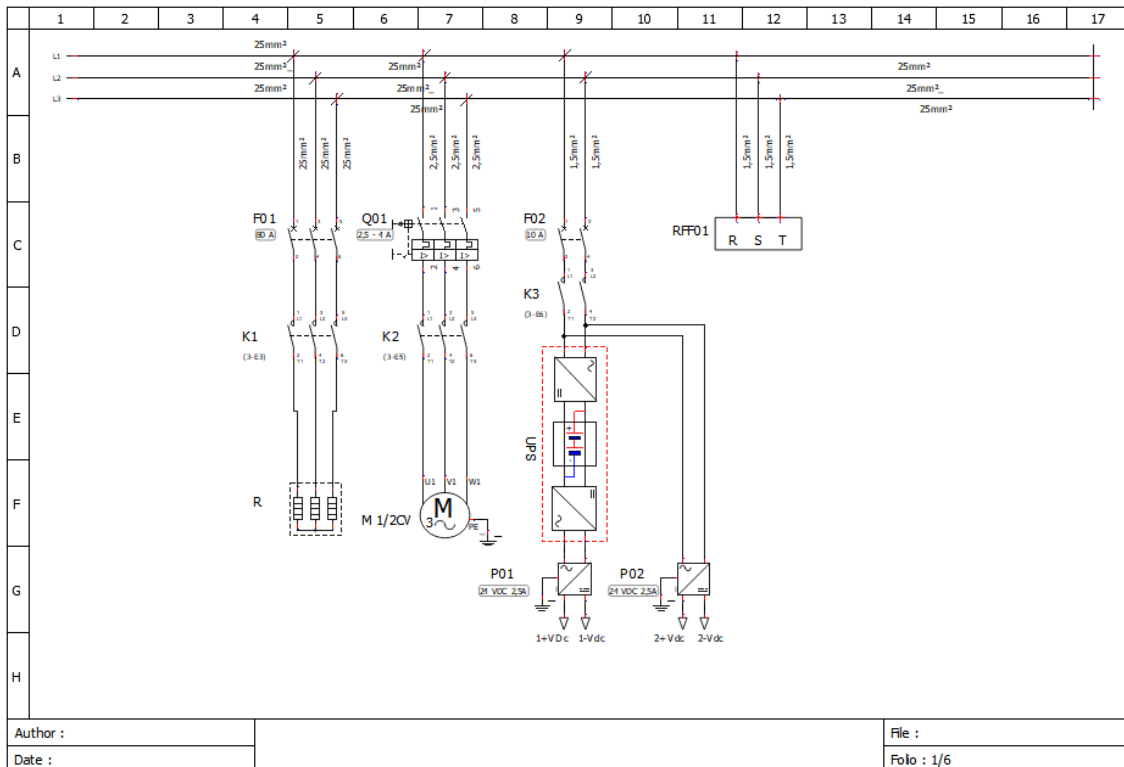
Fonte: Do autor, 2018.

O primeiro alarme da lista, é mostrado quando, durante o ciclo, a temperatura abaixar de 150° C, o 2 é mostrado sempre que o ciclo for interrompido, o 3 e 4 aparecerão caso uma das portas forem abertas, o 5 é para quando houver queda de energia ou falta de fase na alimentação do equipamento.

4.4 Diagrama Elétrico

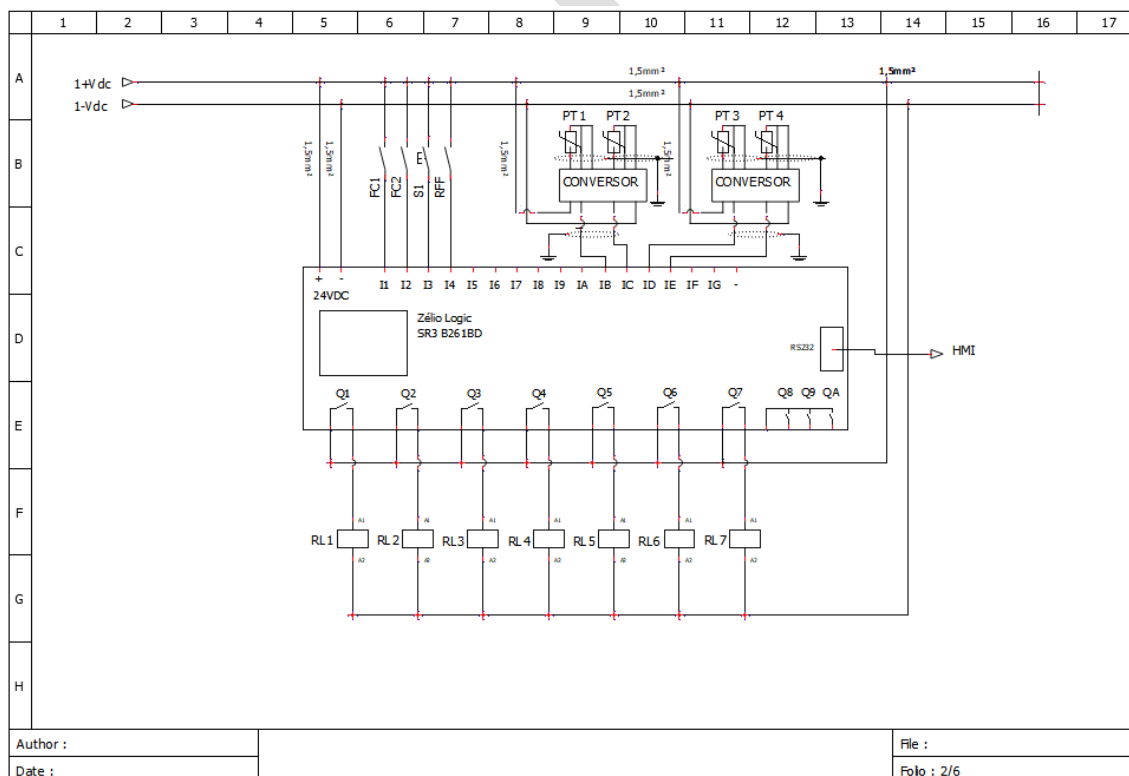
O diagrama elétrico foi desenvolvido no software QElectro Tech, nas seis páginas do diagrama contém o diagrama de potência, comandos, entradas e saídas do CLP, esquema de ligação das placas dos dampers, alimentação da IHM e identificação dos bornes de ligação com componentes externos, como mostram as figuras a seguir.

Figura 14: Diagrama de Potência.



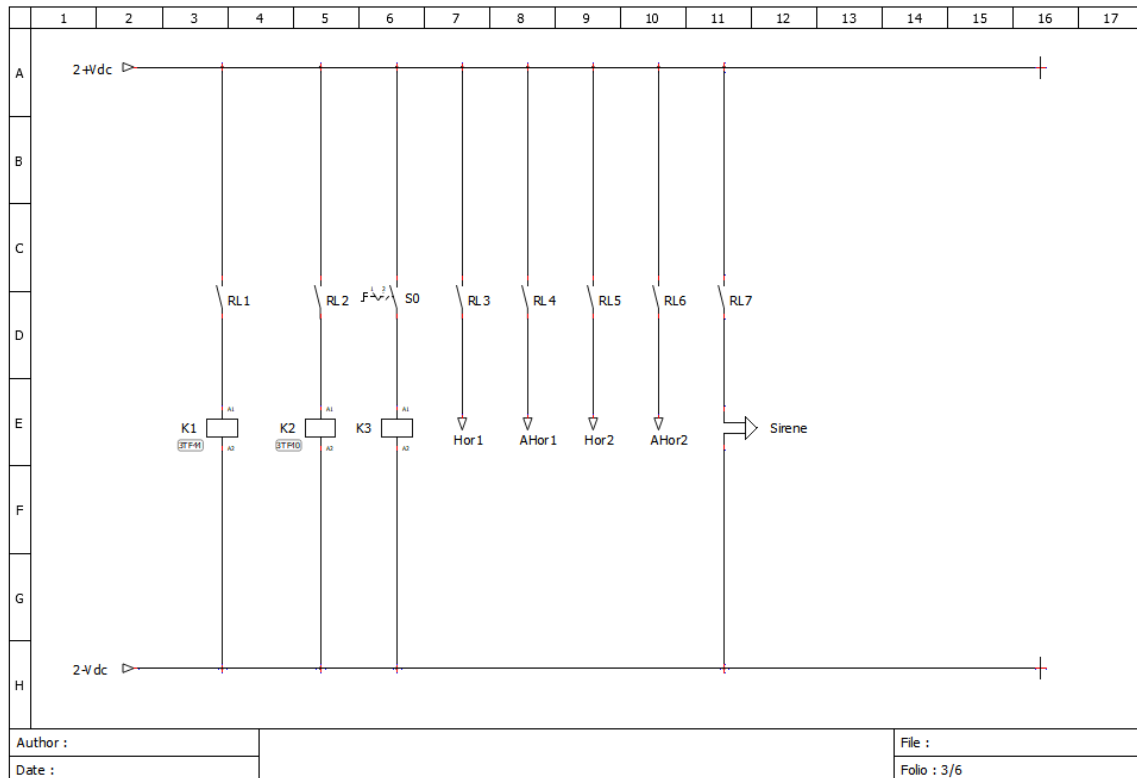
Fonte: Do autor, 2018.

Figura 15: Ligações do CLP.



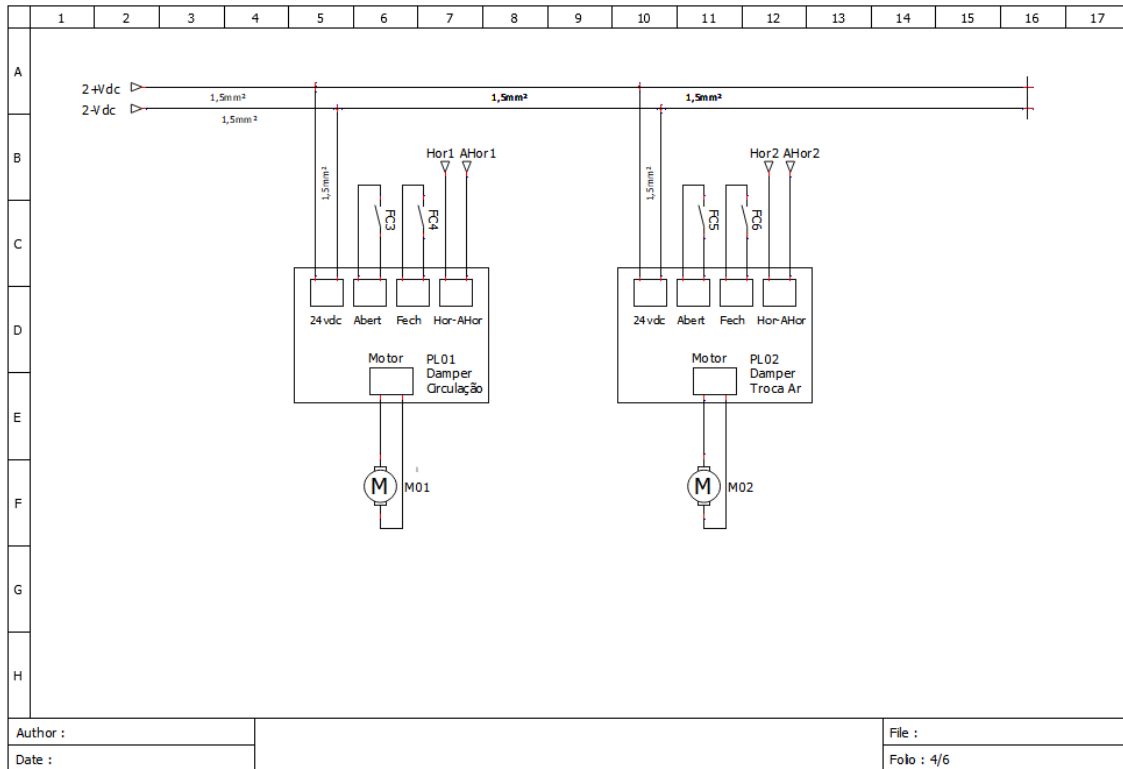
Fonte: Do autor, 2018.

Figura 16: Diagrama de Comando.



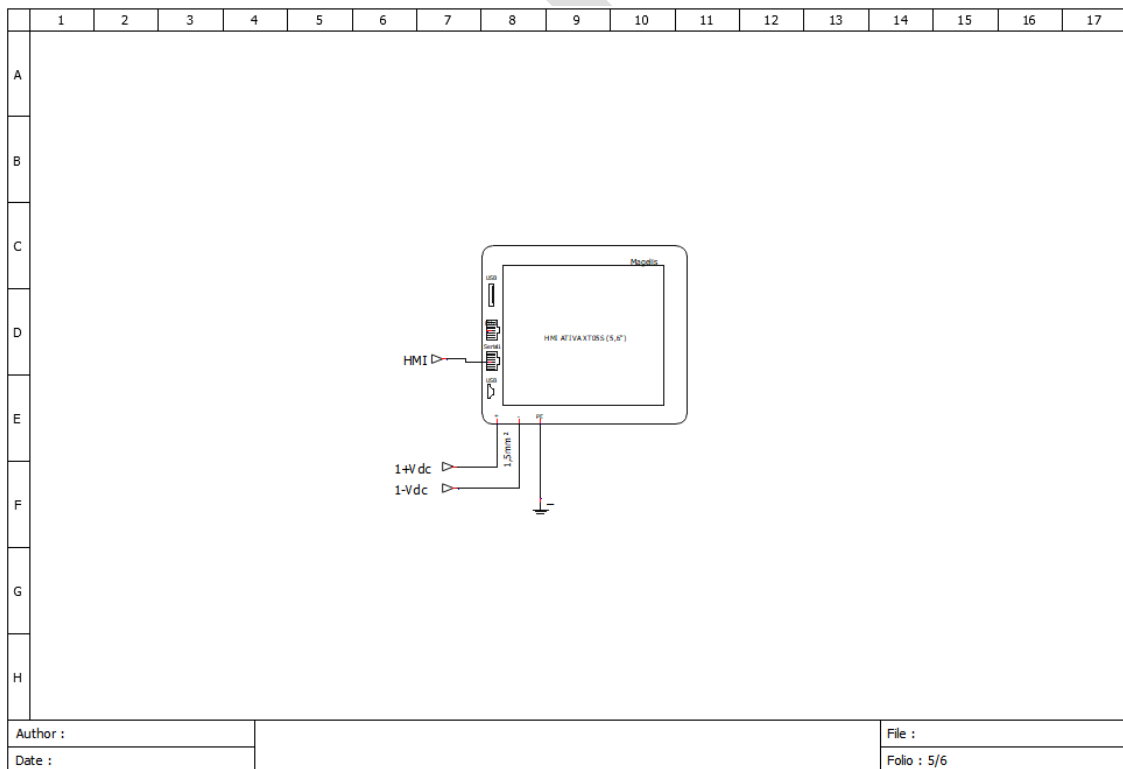
Fonte: Do autor, 2018.

Figura 17: Ligação das placas dos dampers.

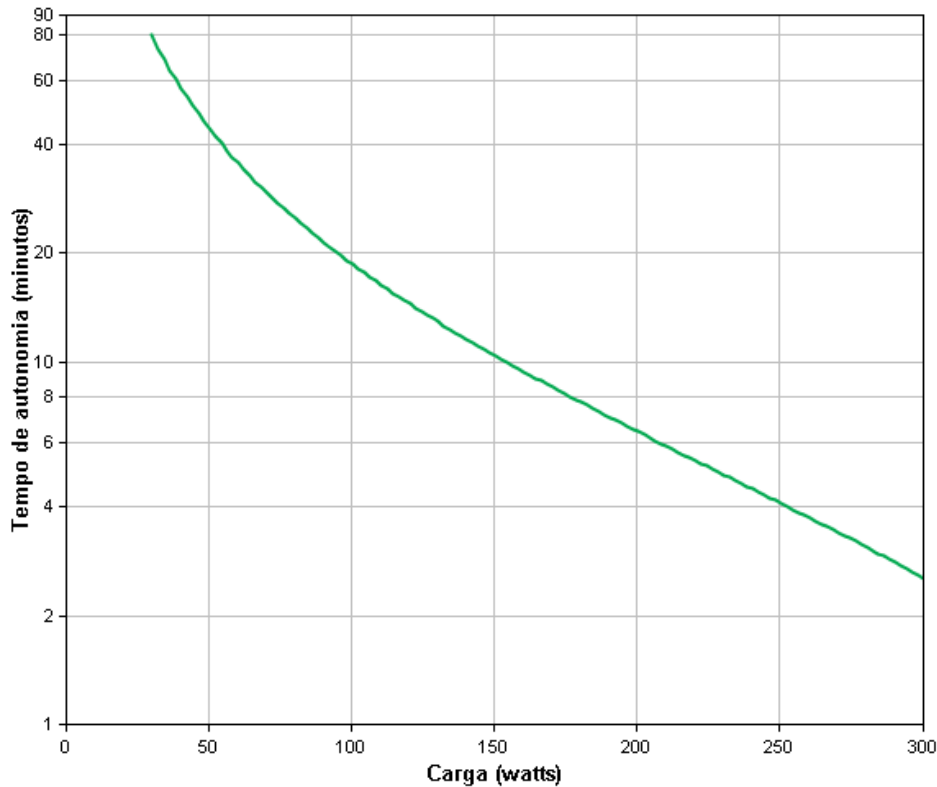


Fonte: Do autor, 2018.

Figura 18: Ligação da IHM.



Fonte: Do autor, 2018.



Fonte: APC (2018).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo esses documentos em mãos, facilita o processo de automatização do equipamento, tendo uma base dos materiais que serão necessários para montagem do painel e instalação no equipamento. Foi citado, nos resultados, os preços dos itens essenciais para a automação, não foi contabilizado os custos com cabeamentos, infraestrutura e componentes para montagem do painel. Esta proposta de automação fica limitada a documentação apenas, não será feito a automação no equipamento até a data de finalização do artigo.

REFERÊNCIAS

APC. Especificações Técnicas do No-Break BZ600BI-BR. Gráfico de Autonomia. <<https://www.apc.com/shop/br/pt/products/Nobreak-Back-UPS-da-APC-de-600-VA-115-220-V-Brasil/P-BZ600BI-BR>> Acesso em: 24 Out. 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Orientações Gerais para Central de Esterilização**. Brasília, 2001, 50 p. Disponível em <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/orientacoes_gerais_central_esterilizacao_p1.pdf> Acesso em: 21 jun. 2018.

BARRIENTOS, Carmen Pilar Castro. **Contribuições à Avaliação Metrológica de Esterilizadores por Vapor Saturado**. 142f. Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Metrologia). PUC-Rio, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=20713@1> Acesso em: 21 jun. 2018.

KALIL, Erika De Meirelles; COSTA, Aldo José Fernando Da. **Desinfecção e esterilização**. Acta Ortopédica Brasileira, São Paulo, v.2, n.4, out./dez. 1994. Disponível em: <<https://docs.ufpr.br/~microgeral/arquivos/pdf/pdf/esterilizacao.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2018.

SARAIVA, Ana Sofia Bernardo. **Avaliação de riscos, Qualificação de Equipamentos de Esterilização, Despirogenização e Produção**. 181f. Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Engenharia Química e Bioquímica). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, set. 2016. Disponível em <https://run.unl.pt/bitstream/10362/19556/1/Saraiva_2016.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2018.