

PROPOSTA DE AUTOMAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM LAVANDERIA INDUSTRIAL

PROPOSAL FOR AUTOMATION OF WATER TREATMENT PROCESS IN INDUSTRIAL LAUNDRY

STELET, Fidelis Eugenio ¹
JOUAN, Matheus ²
MICHAILIDIS, Nicolas Serio ³
WERNECK, Marcelo Pinheiro ⁴

RESUMO

Este trabalho apresenta uma proposta de automação do processo de tratamento de água em uma lavanderia industrial. O processo em questão, antes era feito através de chaves contadoras, tratava-se de um processo simples e manual. A proposta apresentada neste estudo tem o objetivo de automatizar o processo, com o mínimo de intervenção humana possível, evitando erros e possibilitando um maior controle de vazão, níveis e dosagem dos produtos utilizados para o tratamento da água. Para a automação do processo foi necessário a utilização de livros sobre CLP, produtos utilizados para o tratamento de água, sensores e bombas, bem como o conhecimento de pessoas que atuavam na área. Com o processo de automação, é esperado que se tenha um controle de vazão, nível e tempo mais refinado, bem como o menor índice de intervenção humana, evitando acidentes e aumentando a chance de ter um resultado final que atenda aos requisitos para reutilização da água ou descarte para o meio ambiente.

Palavras-chave: CLP. Contadoras. Tratamento de Água.

ABSTRACT

This work presents a proposal of automation of water treatment process in an industrial laundry. The process in question before it was done by contactors keys, it was a very simple, manual process. The proposal presented in this study is designed to automate the process, with minimal human intervention as possible, avoiding errors and enabling a greater flow control, levels and dosage of the products used for water treatment. For the automation of the process it was necessary to use specific books on CLP, products used for water treatment, sensors and pumps, as well as the specific knowledge of people who worked in the area. With the automation process, it is expected to have a more refined flow control, level and time, as well as the lowest possible human intervention, avoiding possible accidents.

Keywords: CLP. Contactor. Water Treatment.

¹ Pós Graduando do Curso de Pós Graduação em Automação e Controle da Universidade de Taubaté, fidelis_stelet@hotmail.com

² Pós Graduando do Curso de Pós Graduação em Automação e Controle da Universidade de Taubaté, nicolas.serio@gmail.com

³ Pós Graduando do Curso de Pós Graduação em Automação e Controle da Universidade de Taubaté, matheusjouan@hotmail.com

⁴ Professor orientador: Mestre, Universidade Taubaté, mpwerneck@gmail.com
Taubaté-SP, junho de 2018.

1 INTRODUÇÃO

Segundo OHNO (1997), para sobreviver no mercado e serem competitivas, as empresas, sejam elas de ramos diferenciados de negócio, é necessário que tenham como objetivo principal a redução de custos, que por sua vez, só pode ser obtida através de um sistema de gerenciamento de subsídios para eliminação dos desperdícios.

Este trabalho visa diminuir os desperdícios presentes no processo de lavagem de jeans, utilizando a automação, que se mostrou muito eficaz em vários ramos industriais.

1.1 OBJETIVO DO TRABALHO

O desperdício de água na lavagem de jeans fazia com que o processo tornasse mais caro.

Como objetivo, temos:

- Eliminar o desperdício de água após o processo de lavagem.
- Aumentar o controle de dosagem de produtos para tratamento da água.

1.2 JUSTIFICATIVA

A concorrência acirrada obrigou as empresas a repensarem suas estratégias. Não havia mais mercados cativos, todos os países procuravam comercializar seus produtos onde fosse possível. As redes de transporte, as tecnologias de comunicação, o apelo da competitividade forçaram uma grande concentração de esforços para que os produtos desenvolvidos tivessem alta qualidade e preços competitivos (MARTINS; LAUGENI, 2005). Assim, com base neste contexto, foi escolhido o tema deste trabalho devido às evidências de eficácia das técnicas da automação para o aumento da produtividade, melhoria da qualidade e redução de perdas em empresas de diversos setores ao redor do mundo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Através do material e métodos, serão abordados assuntos diretamente relacionados com o desenvolvimento deste trabalho para melhor compreensão do leitor. Todos os tópicos deste capítulo visam o melhor entendimento do trabalho e compreensão do assunto abordado.

2.1 CONCEITO DE POTABILIDADE

O conceito de potabilidade, segundo o SAAE (2006) implica o atendimento a padrões mínimos exigidos para que a água a ser consumida não seja transmissora de doenças aos seres humanos.

A água no seu estado natural possui contaminações, cheiros e não tem sua coloração clara a qual estamos acostumados, ou seja, em muitos casos não é potável para o consumo humano.

Existe também o tratamento de água industrial, realizado por algumas indústrias, com a finalidade de reutilização em algum processo específico. Este procedimento segue as mesmas etapas e ordem do processo de tratamento de água para consumo, porém não tendo como foco sua potabilidade, uma vez que esta água será reutilizada em algum processo produtivo.

2.2 TRATAMENTO DA ÁGUA

Segundo GENTILE (2014), o tratamento da água é um conjunto de procedimentos químicos e físicos aplicados à água, tendo por finalidade melhorar a qualidade da água e torna-la potável para o abastecimento e consumo público.

Segundo GIORDANO ([20--]), para uma correta definição do processo de tratamento de efluentes, são feitos testes e o uso de inúmeras operações unitárias. Os processos normalmente são classificados em físicos, químicos e biológicos em função da natureza dos poluentes a serem removidos.

Ainda de acordo com as palavras de GIORDANO ([20--]), abaixo são descritos os processos que englobam o tratamento de efluentes industriais:

- a. Processo Físico:** são os processos que removem os sólidos em suspensão. São feitos mediante o uso de equipamentos específicos, tais como: (i) gradeamento, (ii) peneiramento, (iii) separação de óleos e gorduras, (iv) sedimentação, (v) filtração e (vi) flotação.
- b. Processo Químico:** para esse processo são utilizados produtos químicos, tais como: agentes de coagulação, floculação, neutralização de pH, oxidação, redução e desinfecção em diferentes etapas dos sistemas de tratamento.

c. Processos Biológicos: esse processo tem como objetivo remover matéria orgânica dissolvida e em suspensão, através da transformação destas em sólidos sedimentáveis (flocos biológicos), ou gases. (RAMALHO, 1991, apud GIORDANO, 20--).

3 DESENVOLVIMENTO

Este trabalho apresenta o processo de automação de tratamento de água em uma lavanderia industrial.

A empresa em questão é de pequeno porte, a qual tem como ramo de atividade o processo de lavagem industrial de jeans, estilizando a roupa em modelos diferentes. Este procedimento é feito em peças jeans novas, por isso é necessário um processo de lavagem industrial para desengomagem do tecido (amaciar) e estilizar as peças conforme solicitação do cliente. O processo de lavagem não obedece a um padrão, portanto, o consumo de água é variável, logo o volume de água a ser tratada tem variações de vazão, neste caso, torna-se necessário a adequação do processo para um melhor resultado no controle de vazão.

Após o processo de lavagem a água era desperdiçada. No entanto, com o passar do tempo e a escassez deste recurso se acentuando constantemente, é proposto à automação do sistema de tratamento para o aproveitamento da água oriunda do processo. Já em caso de descarte no meio ambiente, a água ou efluente deverá atender às condições estabelecidas na resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011 do CONAMA.

3.1 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA



Na foto 1 é mostrado o tanque de decantação e filtração.



Foto 1: Tanque de decantação e filtração.
Fonte: Acervo pessoal.

3.2 METODOLOGIA 1: PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA MANUAL

Nesta etapa é descrito o funcionamento detalhado de como o processo de tratamento de água é feito, sem a automação.

A linha de produção é composta por lavadoras industriais, as quais, após o processo de lavagem, liberavam o efluente por gravidade para o tanque de homogenização, passando por uma grade, sendo feito neste momento o processo de gradeamento.

Para o processo manual, é necessário um operador monitorando o nível do tanque de homogenização e executando o acionamento da bomba do tanque de homogenização (bomba 1), responsável pelo transporte do efluente até o tanque de decantação através da entrada principal, destacada na foto 2, e simultaneamente é acionada as bombas dosadoras, responsáveis pela dosagem dos produtos químicos, tais como: sulfato, barrilha ou óxido de cálcio e polímero (serve para aglutinar e dar peso nos flocos de impurezas que são formados).

O efluente portanto, já no tanque de decantação sofre a influencia da ação dos produtos químicos dosados anteriormente. O tanque de decantação é dividido em quatro (4) tanques, onde o efluente passa de um para o outro por transbordo.

Ao término da etapa anterior, o efluente é direcionado ao filtro localizado no centro dos quatro tanques, o qual direciona o efluente para o tanque de água tratada, onde a água é reservada para posterior uso no processo de lavagem.



Foto 2: Entrada principal.
Fonte: Acervo pessoal.

A vazão é medida pela calha Parshall, espécie de régua, conforme pode ser vista na foto 3, localizada no início da entrada principal do tanque de decantação.



Foto 3: Calha Parshall
Fonte: Acervo pessoal.

A entrada principal é composta por defletores que auxiliam na mistura dos produtos até a chegada no primeiro tanque de decantação.

A bomba do tanque de homogeneização é acionada de forma manual por botoeiras, simultaneamente aciona-se as bombas dosadores dos produtos químicos.

As bombas dosadoras são calibradas de forma manual e individual através de válvula de fluxo acoplada na bomba, conforme pode ser visto na foto 4.



Foto 4: Bomba dosadora.
Fonte: Acervo pessoal.

No fundo dos quatro tanques de decantação há válvulas de drenos em cada um deles, responsáveis por purgar os resíduos sólidos que aglomeraram no fundo dos tanques. Estas válvulas de dreno são acionados de forma manual por válvulas de esferas, como pode ser visto na foto 5.

O tempo de drenagem é função da quantidade de resíduos acumulados no fundo do tanque, caso esse tempo exceda, começa-se a drenar a água que está sendo tratada.



Foto 5: Dreno dos tanques de decantação.
Fonte: Acervo pessoal.

3.3 DESENHO DO PROCESSO MANUAL

Na figura 2 é mostrado um esboço do processo manual.

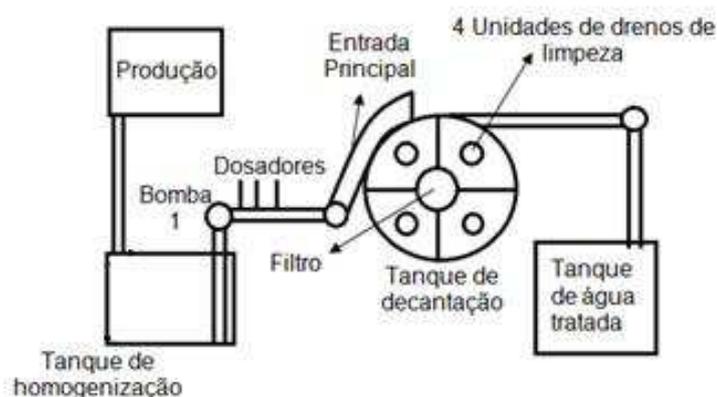


Figura 2: Desenho esquemático do processo manual.
Fonte: Acervo pessoal.

3.4 DIAGRAMA DE COMANDO DO PROCESSO MANUAL

Na figura 3 pode ser visto o esquema elétrico para acionamento do processo manual.

Abaixo é mostrado o esquema elétrico do processo manual.

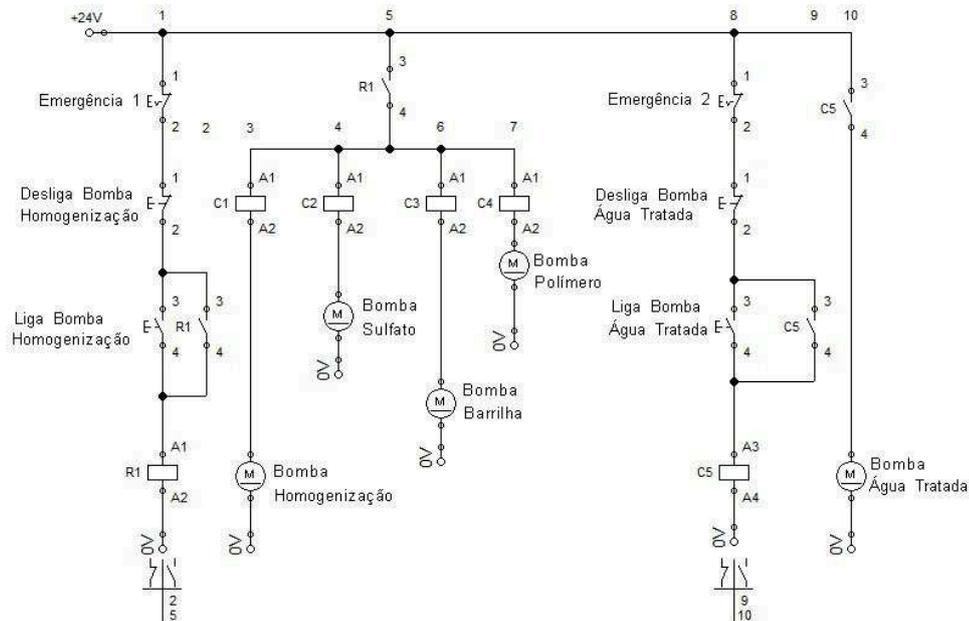


Figura 3: Diagrama elétrico do processo manual.
Fonte: Acervo pessoal.

3.5 EXPLICATIVO DO DIAGRAMA DE COMANDO

Como pode ser visto na figura 3, o processo manual é acionado de maneira muito simples.

Contamos com duas (2) botoeiras de emergência, duas (2) botoeiras de liga, duas (2) botoeira de desliga, cinco (5) contadoras, representadas por (C1, C2, C3, C4 e C5), responsáveis pelo acionamento das bombas de homogeneização, bombas dosadoras e bomba do tanque de água tratada e um (1) relê para acionamento das contadoras.

Na coluna um (1) do diagrama é mostrado a fase de acionamento das quatro (4) bombas, sendo elas: bomba do tanque de homogeneização, bomba de sulfato, bomba de barrilha e bomba de polímero. Nesta coluna, temos uma botoeira liga, uma botoeira desliga e uma botoeira de emergência. É mostrado também o relê (R1), responsável pelo acionamento das quatro primeiras contadoras, que por sua vez acionam as bombas de homogeneização e dosadoras de sulfato, barrilha e polímero, mostrado na coluna cinco (5) do diagrama.

O processo de acionamento acontece da seguinte forma: ao apertar o botão liga, aciona-se o relê (R1), que por sua vez aciona as quatro contadoras (C1, C2, C3 e C4), acionando assim as suas respectivas bombas.

Já na coluna 8 do diagrama é mostrado o comando de acionamento da bomba de água tratada, contando com uma botoeira de emergência, um (1) botão liga e um (1) botão desliga.

O processo de acionamento neste caso acontece da seguinte forma: ao apertar o botão liga, aciona-se a contactora C5, responsável pelo acionamento da bomba de água tratada.

3.6 INTEGRAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS COM O PROCESSO E SUAS FUNÇÕES

- a. Bomba para tanque de homogenização: Drenagem do tanque de homogenização e transporte do efluente para o tanque de decantação;
- b. Bombas dosadoras: Inserção dos produtos químicos no efluente;
- c. Bomba do tanque de água tratada: Transporte da água tratada de volta para a produção;
- d. Calha Parshall: Medição de vazão, com o auxílio de uma régua que deve ser calibrada;
- e. Válvulas manual para os drenos: Purga dos resíduos acumulados no fundo dos tanques de decantação;
- f. Botoeiras Liga/Desliga: Botões para liga/desliga das bombas do tanque de homogenização e do tanque de água tratada;
- g. Botoeiras de Emergência: Desligamento repentido de todo o sistema e;
- h. Chaves contactoras: Acionamento dos motores das bombas.

3.7 METODOLOGIA 2: PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA AUTOMATIZADO

Nesta etapa é descrito o funcionamento do processo de tratamento de água após a automação.

Para a automação do processo é necessário a implantação de um CLP (Controlador Lógico Programável), ele por sua vez, faz a leitura de todos os sensores aplicados no sistema e de acordo com os valores registrados por tais sensores, liga ou desliga as bombas aplicadas no processo de tratamento.

Os sensores de níveis do tanque de homogenização são responsáveis pelo monitoramento do nível baixo e alto deste tanque. Ao atingir o nível alto, o CLP aciona a bomba do tanque de homogenização e simultaneamente as bombas dosadoras de sulfato, barrilha e polímero. Ao atingir o nível baixo, estas bombas são desligadas e o processo de tratamento inicia-se no tanque de decantação.

Na entrada principal do tanque de decantação é necessário ser instalado um sensor ultrasônico em conjunto com a calha Parshal para o monitoramento da vazão de água do sistema.

O fluido é transportado de um tanque para o outro, dentro do tanque de decantação, por gravidade, sendo constatado que a não aplicação de bombas para tal finalidade era a melhor opção, devido ao fato de a bomba sugar resíduos do fundo do tanque.

No fundo de cada tanque de decantação é necessário a aplicação de eletroválvulas para a abertura e fechamento dos drenos, essas válvulas são acionadas por suas respectivas botoeiras, instalados no painel de controle, há temporizadores para controle do tempo de abertura de cada válvula, sendo este tempo parametrizado no CLP para fins didáticos de 40 segundos, porém este valor não é uma regra, dependendo do diâmetro da tubulação.

No tanque de água tratada é necessário a aplicação de dois sensores de níveis, um para nível baixo e outro para nível alto. Estes sensores são responsáveis por ligar ou desligar a bomba de água tratada.

Os produtos químicos são armazenados em caixas d'água de 2.000 litros, vale ressaltar que antes da automação do processo, os níveis de cada produto químico era monitorado 2 vezes ao dia por um operador *in loco*. Com a automação, o nível destes produtos passam a ser monitorados por sensores de nível baixo, alarmando uma luminária de emergência para cada produto que atingir o nível baixo, tornando possível um melhor controle e monitoramento.

3.8 DESENHO DO PROCESSO AUTOMATIZADO

Na figura 4, é mostrado o desenho esquemático e os principais equipamentos do processo de tratamento de água automatizado.

Abaixo é mostrado o desenho esquemático do processo automatizado

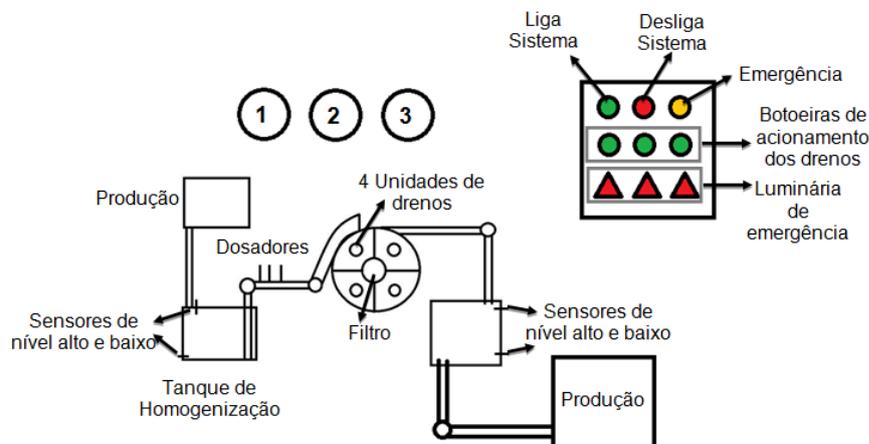


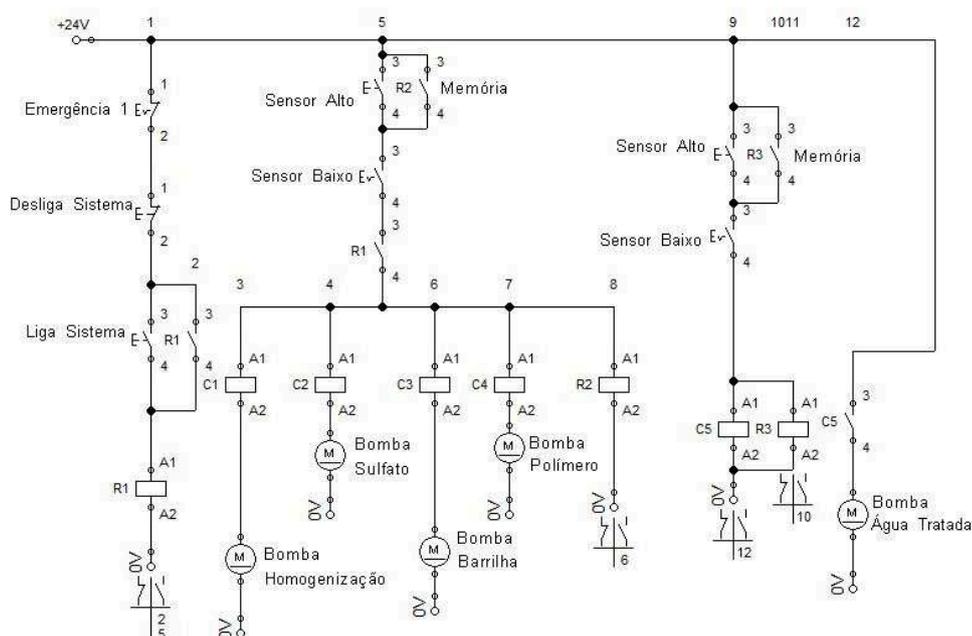
Figura 4: Desenho esquemático do processo automático.
Fonte: Acervo pessoal.

LEGENDA:

- 1: Caixa d'água de armazenamento do sulfato;
- 2: Caixa d'água de armazenamento de barrilha e;
- 3: Caixa d'água de armazenamento de polímero.

3.9 ESQUEMA ELÉTRICO DO PROCESSO AUTOMATIZADO

Na figura 5 pode ser visto o esquema elétrico para acionamento do processo automatizado.



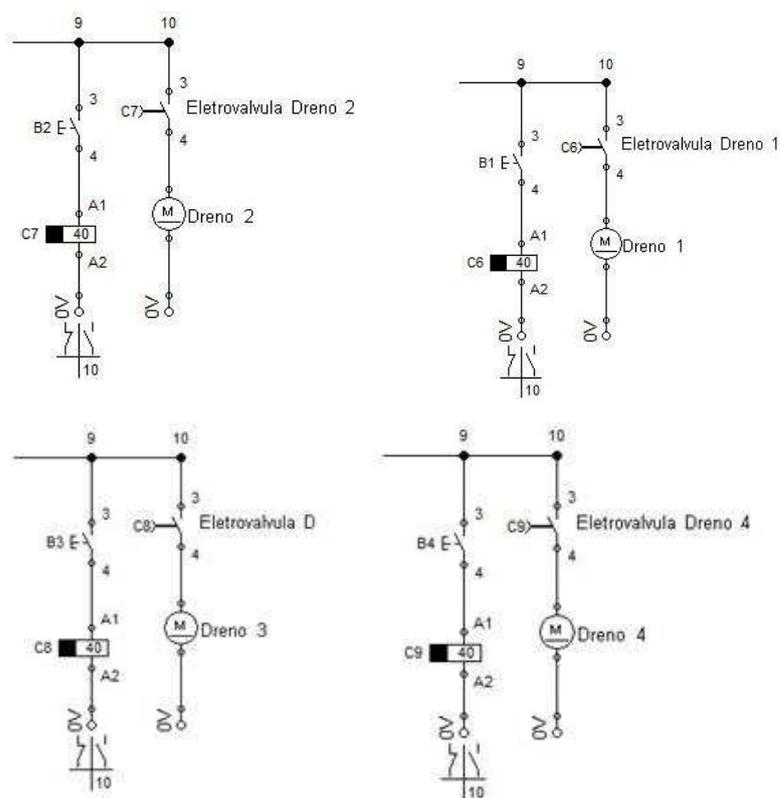


Figura 5: Diagrama elétrico do processo automatizado.
Fonte: Acervo pessoal.

3.10 LISTA DE EQUIPAMENTOS DO PROCESSO AUTOMATIZADO

Na tabela 2, é mostrado os principais equipamentos que foram utilizados para o processo de automação do sistema de tratamento da água.

Tabela 2: Lista de equipamentos do processo automatizado.

EQUIPAMENTOS	QTD.
Eletroválvulas de dreno	04
Sensor ultrasônico (medidor de vazão)	01
Bóias de níveis	04
Calha Parshall	01
Chaves contactoras	05
CLP	01
Sensor de nível para tanques dosadores	03
Luminária de emergência	03
Temporizadores	04

Fonte: Acervo Pessoal.

3.11 DE PROGRAMAÇÃO CLP

Nas figuras 6, 7, 8, 9 e 10 abaixo é mostrado a programação do clp realizada para a automação do processo.

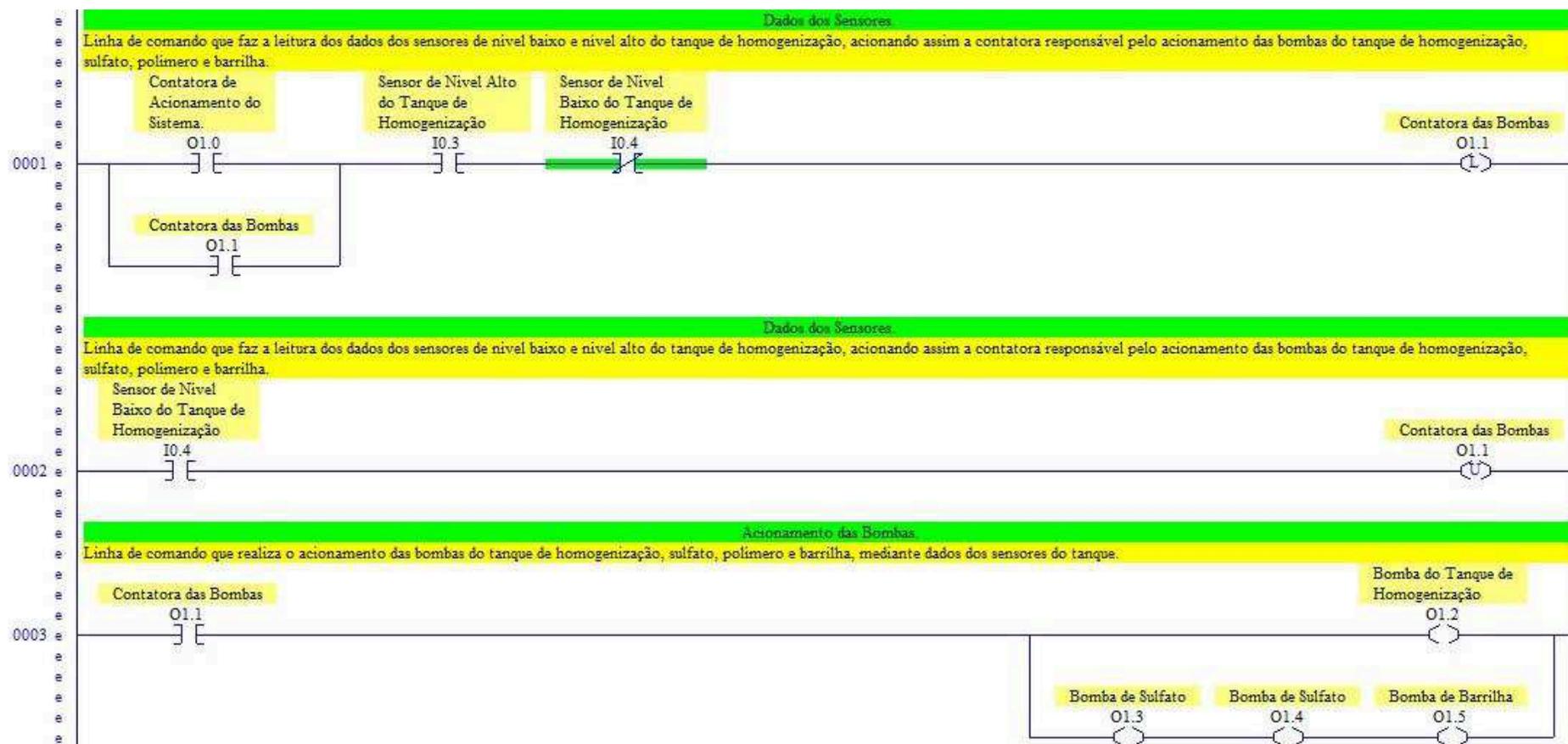


Figura 6: Parte 1 da programação CLP do processo automático.
Fonte: Acervo pessoal.

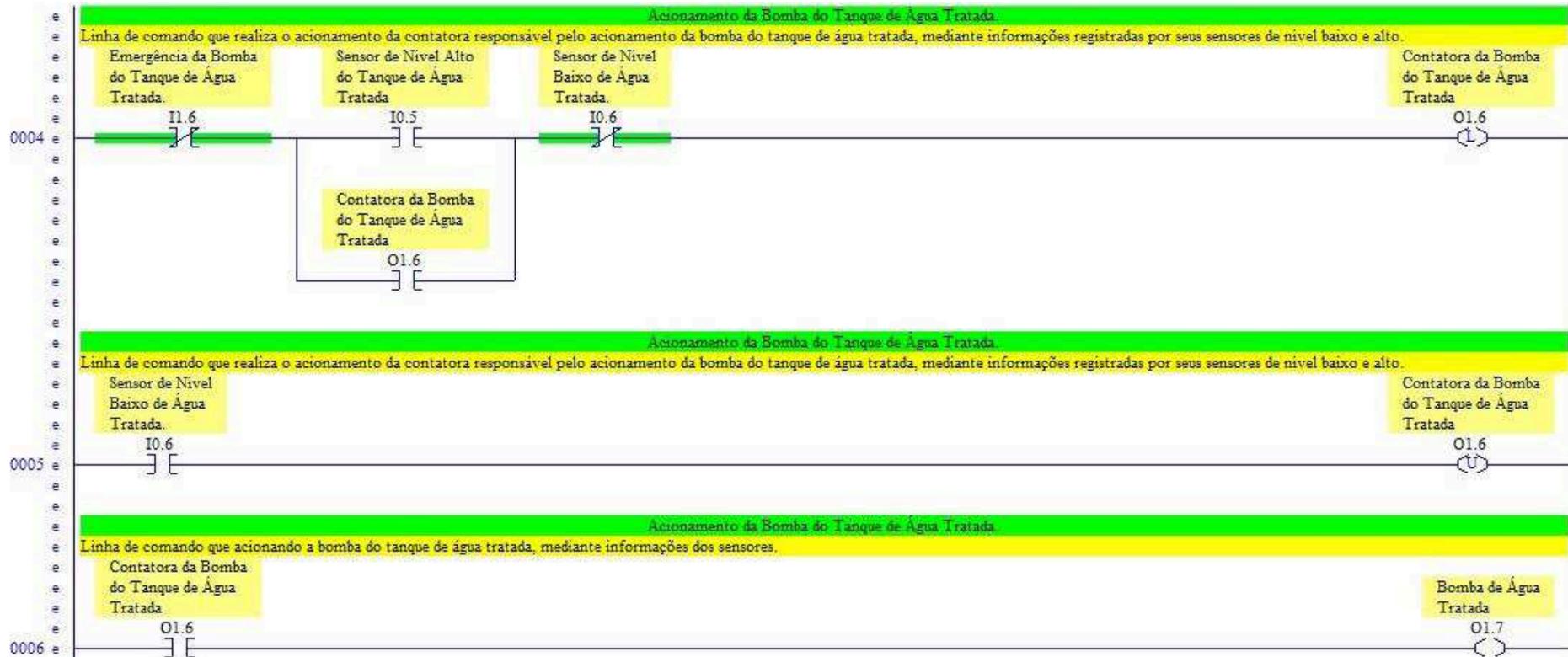


Figura 7: Parte 2 da programação CLP do processo automático.
 Fonte: Acervo pessoal.

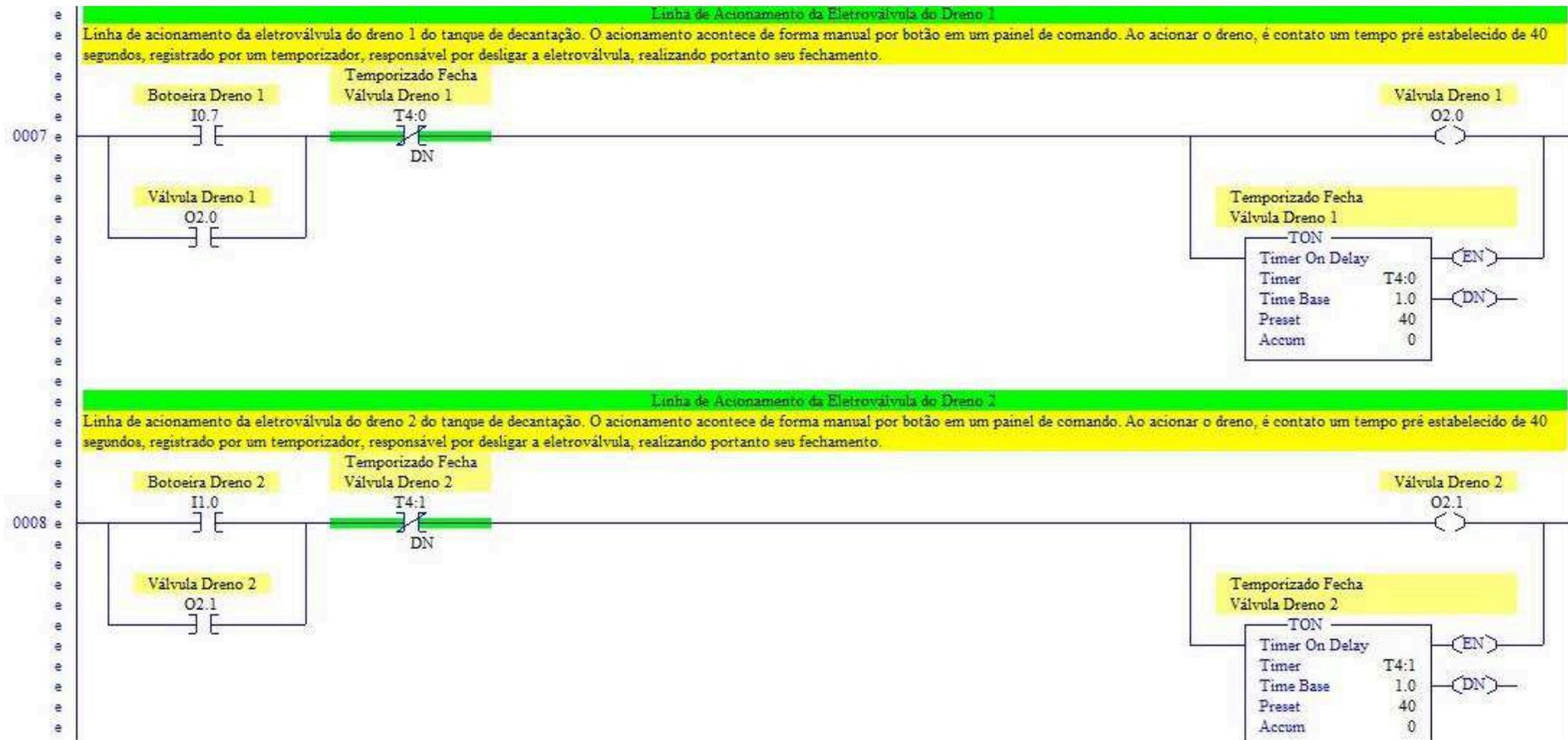


Figura 8: Parte 3 da programação CLP do processo automático.
Fonte: Acervo pessoal.

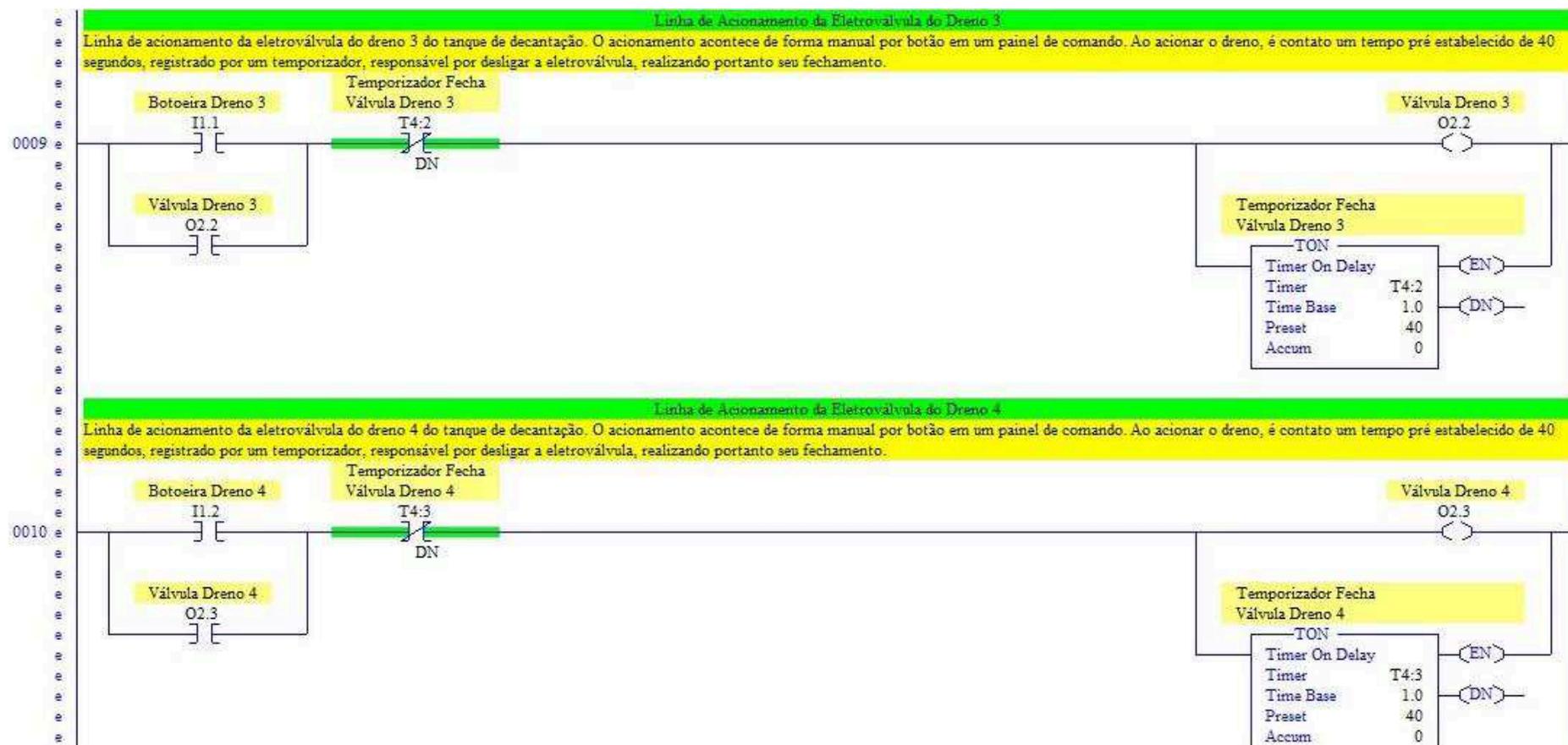


Figura 9: Parte 4 da programação CLP do processo automático.
Fonte: Acervo pessoal.

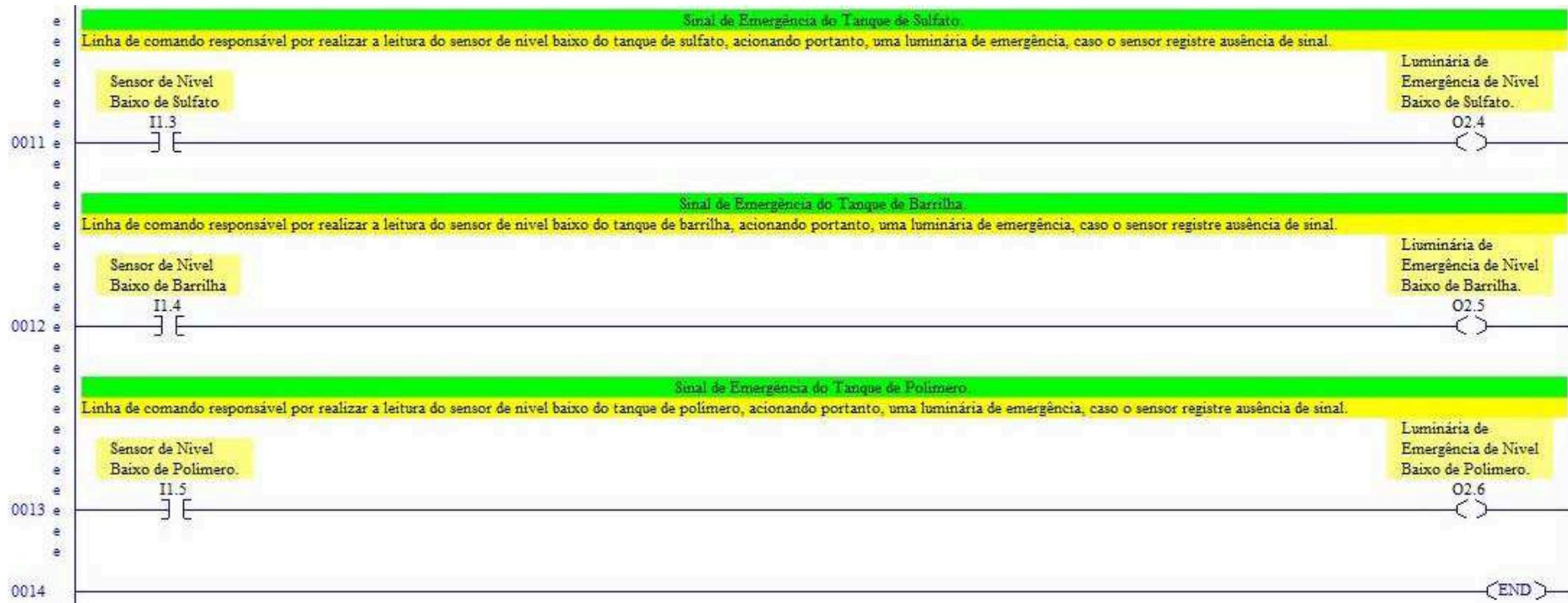


Figura 10: Parte 5 da programação CLP do processo automático.
Fonte: Acervo pessoal.

3.12 INTEGRAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS COM O PROCESSO E SUAS FUNÇÕES

- a. Bomba para tanque de homogenização: Drenagem do tanque de homogenização e transporte do efluente para o tanque de decantação;
- b. Bombas dosadoras: Inserção dos produtos químicos no efluente;
- c. Bomba do tanque de água tratada: Transporte da água tratada de volta para a produção;
- d. Calha Parshall e sensor ultrasônico: Medição e monitoramento de vazão, com o auxílio de uma régua que deve ser calibrada;
- e. Eletroválvulas para os drenos: Purga dos resíduos acumulados no fundo dos tanques de decantação, acionadas eletricamente e com controle de tempo de abertura;
- f. Botoeiras de Emergência: Desligamento repentido de todo o sistema;
- g. Chaves contactoras: Acionamento dos motores das bombas;
- h. CLP: Controlador Lógico Programável: Leitura dos instrumentos de campo e tomada de decisão;
- i. Sensores e bóias de nível: Controle de nível baixo e altos dos tanques;
- j. Luminária de emergência: Uma para cada caixa de armazenamento de produto químico, acionada quando seu respectivo sensor de nível chega ao mínimo;
- k. Temporizadores: responsáveis pelo controle de tempo de abertura das válvulas dos drenos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a serem obtidos na proposta de automação do processo de tratamento de água são considerados relevantes para o aumento da produtividade da empresa, redução de custos operacionais, redução de acidentes de trabalho e maior controle do sistema de tratamento como um todo.

Os principais fatores que levam a uma melhora de performance na produtividade da empresa são a possibilidade de (i) reuso da água na produção, (ii) maior controle de uso dos produtos químicos, (iii) otimização dos tempos de funcionamento das bombas do processo, (iv) menor intervenção humana no processo (evitando acidentes).

Os principais indicadores a serem impactados com o processo de automação foram: (i) otimização do consumo de água, (ii) redução do consumo de energia elétrica, (iii) redução de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais (iv) otimização do consumo de produtos químicos e (v) maior controle de tempo para o tratamento do efluente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do trabalho em questão foi uma oportunidade ímpar para o aprendizado e aplicação do uso de tecnologias como o software RS Logix 500, FluidSim para desenho dos diagramas elétricos e conciliar o aprendizado teórico com aplicação prática.

Com a proposta em questão é possível a eliminação de desperdícios existentes e desnecessários do processo, eliminação de potenciais riscos de acidentes de trabalho, através da menor intervenção humana no processo, significativa redução no consumo de água, energia elétrica e recursos químicos, é possível obter um melhor controle e monitoramento de vazão e níveis dos tanques através do uso da tecnologia do sensor ultrasônico e calha Parshal.

É sugerido como uma oportunidade de aprimoramento deste estudo a aplicação de sistemas de controle do processo através de IHM (Interface Homem Máquina).

REFERÊNCIAS

CONAMA. *Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011*. Ministério do Meio Ambiente: Conselho Nacional do Meio Ambiente.

GENTILE, Edmir C. *Sistema de reutilização de água controlado via CLP*. 2014. 10 f. Monografia (Engenharia de Controle e Automação) Universidade Salesiano de São Paulo. São Paulo-SP, 2014. Disponível em: <www.revista.unisal.br/sj/index.php/123/article/view/366/250> Acesso em 07 mai. 2018

GIORDANO, Gandhi. *Tratamento e controle de efluentes industriais*. Rio de Janeiro: UERJ, [20--]

MARTINS, P. G., LAUGENI, F. P., *Administração da Produção*, São Paulo, 2º Ed., Editora Saraiva, 2005.

MESQUITA, Rafael Pimenta. *Análise de viabilidade técnica-econômica para a aplicação de inversores de frequência em sistemas de bombeamento de baixa potência*. 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica – Transmissão e Conservação de Energia) – Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá – SP, 2009. Disponível em: <http://www.livrosgratis.com.br/arquivos_livros/cp102910.pdf> Acesso em: 25 ago. 2014.

SAAE. *Serviço autônomo de água e esgoto*, 2006. Disponível em: https://www.saaeara.com.br/arquivos/outros/Tratamento_de_Agua.pdf Acesso em: 07 mai. 2018.

SANTOS, Sérgio Lopes dos. *Bombas e instalações hidráulicas*. São Paulo: LCTE Editora, 2007.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. *Abastecimento de água*. 3. ed. São Paulo: São Paulo, 2006.