

# Um modelo para automação de Estação de Tratamento de Efluentes

*An automation model of Effluent Treatment Plant*

Luiz Alberto Oliveira Lima Roque\*

Natália Souto Pereira\*\*

Thiago Campanati Brandão\*\*\*

## Resumo

O crescimento populacional e a intensificação das atividades industriais ampliaram a deterioração dos recursos naturais. Resíduos industriais, hospitalares e residenciais são despejados diretamente em aterros sem processamento, poluindo solos. Isso terá reflexos posteriores, pois a substância líquida resultante da putrefação de matérias orgânicas flui através do solo, até atingir corpos de água. Cidades surgem sem planejamento, com fábricas e casas lançando dejetos em rios, lagoas e mares sem o devido tratamento, comprometendo recursos aquáticos. Diz-se que, no próximo século, haverá disputa acirrada por água potável no planeta, devido à provável escassez da mesma. A expansão demográfica ocorreu sem o devido planejamento sanitário, degradando oceanos, lagoas e rios. Desta forma, um grande porcentual da população mundial sofre de doenças relacionadas à poluição da água. Assim, pode-se concluir que o tratamento de esgotos é essencial à sobrevivência humana, no intuito de preservar rios, lagos e mares. Uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) tem por objetivo tratar águas residuais para reduzir sua poluição a níveis aceitáveis, antes de enviá-las a mares ou a rios. Para automatizar o funcionamento de uma ETE são necessários motores, sensores, além de blocos lógicos, temporizadores e contadores. Essas funções são conseguidas através de Controladores Lógicos Programáveis (CLP) e de Sistemas Supervisórios. A linguagem Ladder é utilizada na programação dos controladores e constitui um dos pilares da Engenharia de Controle e Automação. Os sistemas supervisórios permitem que sejam monitoradas informações de processos, enquanto os CLP são responsáveis pelo controle e aquisição de dados. Vive-se numa época quando a automação de processos é utilizada numa escala crescente, a fim de proporcionar maior qualidade, elevar produtividade e aperfeiçoar as atividades a que se propõe. Dessa forma, uma ETE automática apresentará

\* Mestre em Engenharia de Computação. Doutorando em Engenharia de Reservatórios e Modelagem Computacional. Instituto Federal Fluminense – Câmpus Macaé. Endereço: Rod. Amaral Peixoto, km 164 Imboassica 27793-030 – Macaé, RJ, Brasil. Email: luizlimaroque@gmail.com.

\*\* Aluna de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal Fluminense – Câmpus Macaé. Endereço: Rod. Amaral Peixoto, km 164 Imboassica 27793-030 – Macaé, RJ, Brasil. Email: nati.souto@yahoo.com.br.

\*\*\* Aluno de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal Fluminense – Câmpus Macaé. Endereço: Rod. Amaral Peixoto, km 164 Imboassica 27793-030 – Macaé, RJ, Brasil. Email: tcampanati@hotmail.com.

melhor desempenho e eficiência para tratar enormes volumes de esgoto. Considerando a crescente importância da conscientização ambiental e enfatizando especialmente a preservação dos recursos aquáticos, este trabalho tem por objetivo propor um modelo para automação de uma Estação de Tratamento de Efluentes, utilizando para tal fim a linguagem de programação Ladder e os sistemas supervisórios.

**Palavras-chave:** Estação de Tratamento de Esgotos. Automação. Controle de Processos. Sistemas Supervisórios. Linguagem Ladder. CLP.

## Abstract

Population growth and intensification of industrial activities have increased the deterioration of natural resources. Industrial, hospital and residential wastes are dumped directly into landfills without processing, polluting soils. This action will have consequences later, because the liquid substance resulting from the putrefaction of organic material plows into the soil to reach water bodies. Cities arise without planning, industrial and household wastes are discharged into rivers, lakes and oceans without proper treatment, affecting water resources. It is well known that in the next century there will be fierce competition for fresh water on the planet, probably due to the scarcity of it. Demographic expansion has occurred without proper health planning, degrading oceans, lakes and rivers. Thus, a large percentage of world population suffers from diseases related to water pollution. Accordingly, it can be concluded that sewage treatment is essential to human survival, to preserve rivers, lakes and oceans. An Effluent Treatment Plant (ETP) treats wastewater to reduce its pollution to acceptable levels before sending them to the oceans or rivers. To automate the operation of an ETP, motors, sensors and logic blocks, timers and counters are needed. These functions are achieved with programmable logic controllers (PLC) and Supervisory Systems. The Ladder language is used to program controllers and is a pillar of the Automation and Control Engineering. The supervisory systems allow process information to be monitored, while the PLC are responsible for control and data acquisition. In the age we live in, process automation is used in an increasing scale in order to provide higher quality, raise productivity and improve the proposed activities. Therefore, an automatic ETP will improve performance and efficiency to handle large volumes of sewage. Considering the growing importance of environmental awareness with special emphasis on the conservation of water resources, this paper aims to propose an automation model of an Effluent Treatment Plant, using Ladder programming language and supervisory systems.

**Key words:** Effluent Treatment Plant. Automation. Process Control. Supervisory Systems. Ladder Language, PLC.

## **Introdução**

O crescimento populacional e a intensificação das atividades industriais ampliaram a deterioração dos recursos naturais. Resíduos industriais, hospitalares e residenciais são despejados diretamente em aterros sem processamento, poluindo solos. Isso terá reflexos posteriores, pois a substância líquida resultante da putrefação de matérias orgânicas flui através do solo, até atingir corpos de água.

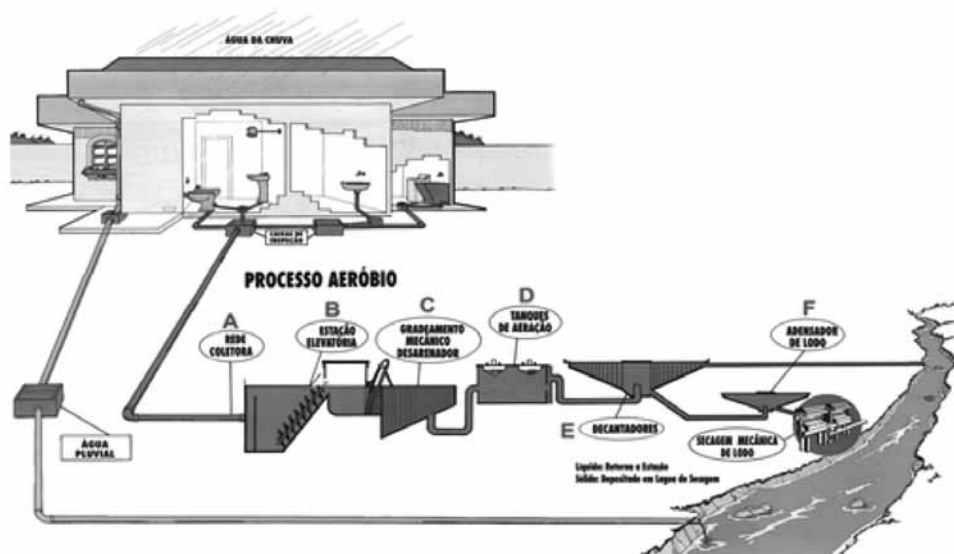
Cidades surgem sem planejamento, com fábricas e casas lançando dejetos em rios, lagoas e mares sem o devido tratamento, comprometendo recursos aquáticos. Diz-se que, no próximo século, haverá disputa acirrada por água potável no planeta, devido à provável escassez da mesma. A expansão demográfica ocorreu sem o devido planejamento sanitário, degradando oceanos, lagoas e rios. Desta forma, um grande porcentual da população mundial sofre de doenças relacionadas à poluição da água. Assim, pode-se concluir que o tratamento de esgotos é essencial à sobrevivência humana, no intuito de preservar rios, lagos e mares.

Segundo Periañez (2004, p. 800), “Dejetos industriais e residenciais são os principais responsáveis pela degradação da qualidade da água”. Os efluentes domésticos são constituídos pela água potável acrescida de impurezas devidas ao uso. Analogamente, efluentes industriais são formados por água de consumo industrial adicionada a impurezas devidas ao uso.

De acordo com Ongley (1996, p. 45), “O esgoto residencial é majoritariamente constituído por água”. Atribui-se ao restante o nome de lodo, que é composto por sólidos (suspensos ou dissolvidos), matérias orgânicas, nutrientes e organismos patogênicos, como vírus, bactérias, protozoários e helmintos.

Os efluentes domésticos são tratados principalmente para remover os organismos que provocam doenças. Conforme Santos (2003, p. 57), “As principais doenças transmitidas pela água, que ceifam muitas vidas por dia, são diarreia infecciosa, cólera, hepatite, leptospirose e esquistossomose”.

Uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) tem por objetivo tratar águas residuais para reduzir sua poluição a níveis aceitáveis, antes de enviá-las a mares ou a rios.



**Figura 1:** Tratamento aeróbio de esgoto

Fonte: [www.sanepar.com.br](http://www.sanepar.com.br)

As Estações de Tratamento de Efluentes (ETE) processam o esgoto de forma aeróbia ou anaeróbia. O tratamento aeróbio é esquematizado na Figura 1.

A rede coletora recebe o esgoto de diversos estabelecimentos, que convergem para a estação de tratamento. O fluxo de esgoto é controlado através do acionamento de válvulas. Um grupo de bombas conhecido por estação elevatória é responsável por elevar o esgoto até a estação.

Os materiais sólidos são eliminados no gradeamento. Há válvulas que separam o gradeamento dos tanques de aeração. O oxigênio é introduzido no líquido nos tanques de aeração, para desenvolver micro-organismos que vivem no ar e assimilam grande quantidade de matéria no esgoto.

O lodo é depositado nos decantadores devido à ação da gravidade. O líquido já processado está livre de substâncias nocivas ao meio ambiente e é lançado ao rio. O lodo excedente é bombeado para o adensador, para depois ser enviado a lagoas ou a leitos de rio. Diversos sensores informam o nível dos tanques de aeração e decantadores.

Pela descrição dos processos acima, depreende-se que as ETE necessitam de diversos motores, sensores e válvulas, que precisam de Controladores Lógicos Programáveis (CLP) para funcionar e de sistemas supervisórios que monitorem a

operação dos mesmos (CASTRUCCI, 2007).

Considerando que o nível máximo de um tanque de aeração seja detectado por um sensor, a válvula que permite o fluxo de líquido entre o gradeamento e o tanque deveria ser imediatamente fechada, para evitar o transbordamento de esgoto. As bombas elevatórias deveriam ser ligadas apenas quando houver esgoto disponível para ser injetado nas estações.

Supondo possível defeito nos sensores, haveria necessidade de ferramentas que possibilitassem monitorar o funcionamento dos diversos componentes do processo. Dessa forma, é necessário criar métodos que possibilitem automatizar e supervisionar os processos característicos de uma Estação de Tratamento de Esgoto, pois estações automáticas apresentarão melhor desempenho e eficiência para tratar enormes volumes de esgoto.

Considerando a crescente importância da conscientização ambiental e enfatizando especialmente a preservação dos recursos aquáticos, este trabalho tem por objetivo propor um modelo para automação de uma Estação de Tratamento de Efluentes, utilizando para tal fim a linguagem de programação Ladder e os Sistemas Supervisórios.

### **Metodologia**

A automação do modelo foi realizada nos programas da *Rockwell Automation*, que simulam a operação dos Controladores Lógicos Programáveis (CLP) da linha MICROLOGIX 1000. Os *softwares* utilizados são: RSLINX, RSLOGIX EMULATE 500 e RSLOGIX 500.

A função do primeiro programa é criar um *driver* de comunicação entre o computador e o CLP. Para criar o *driver*, basta abrir o *software* RSLINX e selecionar as abas “*Communications*” e “*Configure Drivers*”. Se houver um CLP conectado ao computador, seleciona-se o *driver* “*RS-232 DF1 Devices*”. Caso o computador não tenha um CLP disponível, é necessário selecionar o emulador de *driver*, identificado pela especificação “*SLC 500 (DH485) Emulator Driver*”.

O segundo *software* será utilizado apenas se não houver CLP conectado ao computador. Sua função é simular logicamente a presença física do controlador programável.

O programa RSLOGIX é, na verdade, um compilador de linguagem *ladder*. Ele permite a digitação dos códigos *ladder*, verificando possíveis erros. Se o código não apresentar erros, ele será transferido para o CLP através da operação de *download*, que considera a referência no interior do controlador. Após a transferência, roda-se o programa para simulação do processo.

O modelo proposto para a automação de uma ETE compreende seis processos (quatro dos quais serão aqui descritos):

i) Acionamento Motor, que permite ligar ou desligar os diversos motores presentes na estação, como aqueles responsáveis por bombas elevatórias, decantadores, tanques de aeração e adensadores;

ii) Controlador de Válvulas, que proporciona a abertura ou fechamento das diversas válvulas presentes na estação de tratamento, de acordo com os valores retornados pelos sensores dispostos ao longo das instalações;

iii) Sinalização, cujo processo é responsável por indicar quais componentes da estação estão acionados ou não, através de lâmpadas indicadoras de cores verdes ou vermelhas;

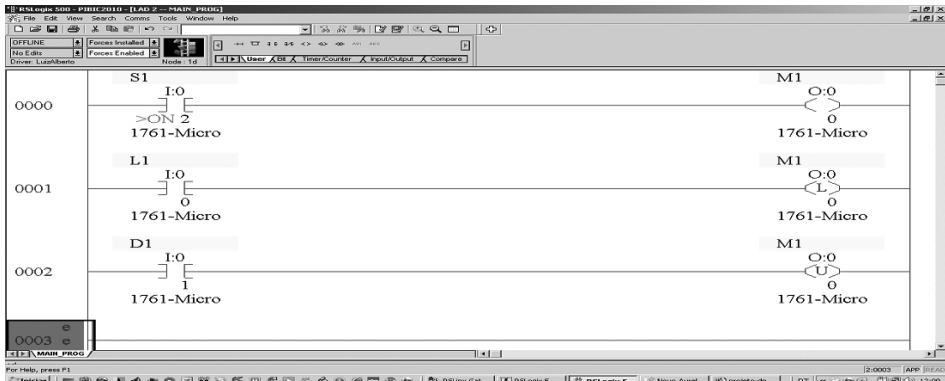
iv) Iluminação, cuja função é acionar os refletores externos, quando a noite chegar, e iluminar os ambientes interiores, quando o sensor de presença detectar pessoas no ambiente;

v) Alarme, com o objetivo de impedir a entrada de invasores nas dependências da estação;

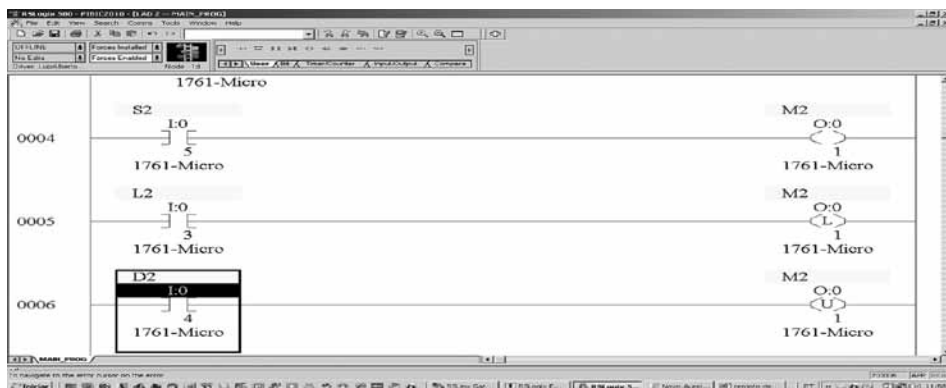
vi) Supervisório, concebido para monitorar as condições dos diversos componentes da estação.

## Descrição dos Processos do Modelo de Automação

### Acionamentos Motores



**Figura 2:** Acionamento da bomba elevatória M1



**Figura 3:** Acionamento da bomba elevatória M2

O processo de acionamento das bombas elevatórias (Figuras 2 e 3) considera, para efeitos de simplicidade, que a ETE recebe o esgoto da rede de coleta através de duas grandes tubulações de entrada. A mistura de líquidos e sedimentos será bombeada para a estação pelos motores M1 e M2, cuja automação é tratada aqui.

Para testar a integridade dos motores das bombas, é necessário projetar contatos para ligar ou desligá-las manualmente. Assim, os contatos normalmente abertos (NA) L1 e L2 representam, respectivamente, os botões de liga das bombas 1 e 2, que acionarão as mesmas ativando instruções *Latch* (travar) de autorretenção. Os contatos D1 e D2 também são caracterizados por estado de repouso normalmente aberto (NA), para que possam desligar as bombas 1 e 2, pela ativação da instrução de autorretenção *Unlatch* (destravar).

Segundo Castrucci (2007, p. 132), “As instruções L dos motores M1 e M2 mantêm a operação dos motores mesmo após cessar o estímulo que as ativou (no caso, a comutação para fechado dos contatos L1 e L2)”.

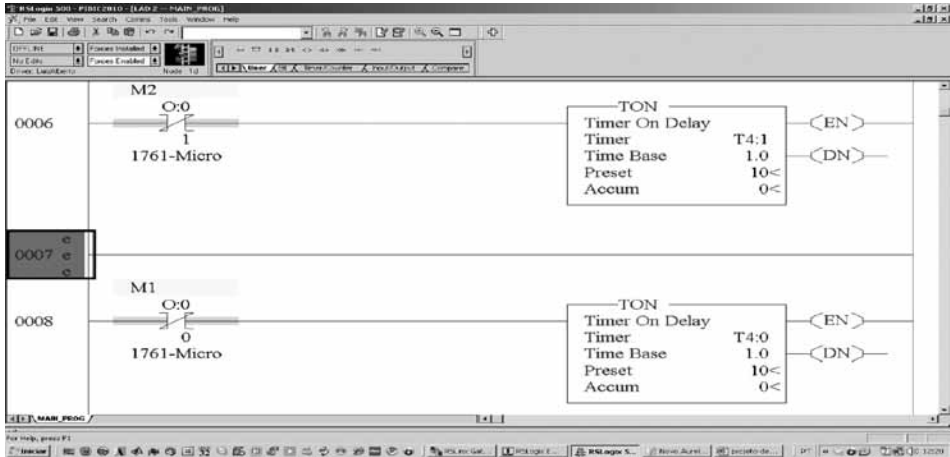
Conforme Prudente (2007, p. 93), “As instruções U dos motores M1 e M2 mantêm os motores desligados mesmo após cessar o estímulo que as ativou (no caso, a comutação para fechado dos contatos D1 e D2)”.

A automação da estação elevatória é possibilitada pelos sensores de pressão S1 e S2, que informam quando houver esgoto fluindo pelas tubulações 1 e 2, condição em que eles comutam de seu estado de repouso NA para fechado, acionando automaticamente os motores M1 e M2.

Quando não houver uma mistura de líquidos e sedimentos na tubulação, S1 e S2 retornam ao estado de repouso (NA) e desligam M1 e M2.

As bombas elevatórias passam por manutenção preventiva ou mesmo corretiva. No entanto, a operação da ETE é um processo contínuo, sem paradas. Por isto, é

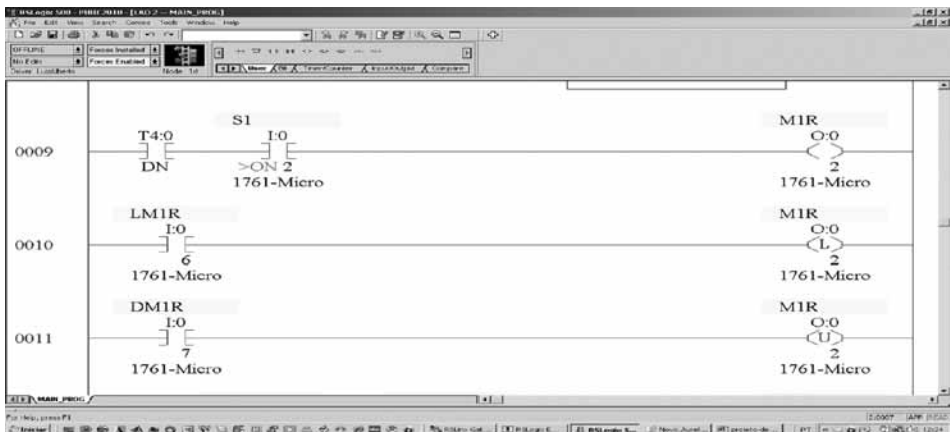
necessário prever a existência de um circuito elevatório reserva (Figuras 4 e 5), para manter o funcionamento das bombas em caso de parada dos motores principais.



**Figura 4:** Temporização das bombas elevatórias reservas M1R e M2R

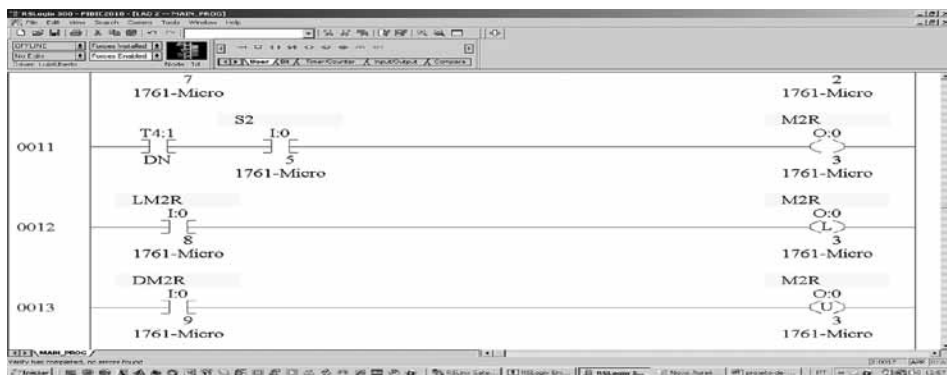
Os motores reservas M1R e M2R entrarão em operação caso os sensores de pressão S1 e S2 detectem a presença de esgoto, comutando de sua posição aberta de repouso para fechada, e pelo menos uma das bombas principais M1 e M2 esteja desligada há dez segundos.

A contagem de tempo (Figura 4) é efetuada pela instrução temporizadora TON (*Timer On Delay*) que, após detectar uma transição de borda de subida em sua entrada (que ocorre no desligamento de um dos motores principais), conta tempo predefinido para ativar a saída DN, comutando os contatos associados a ela.



**Figura 5:** Acionamento da bomba elevatória reserva M1R





**Figura 6:** Acionamento da bomba elevatória reserva M2R

Decorridos dez segundos do desligamento de M1, o contato T4:0/DN (representado na figura 5) comutará para a posição fechado, de forma que se o sensor S1 continuar a detectar presença de líquido na tubulação, será estabelecida a continuidade de corrente virtual e a saída do motor reserva M1R será ativada, pondo-o em operação.

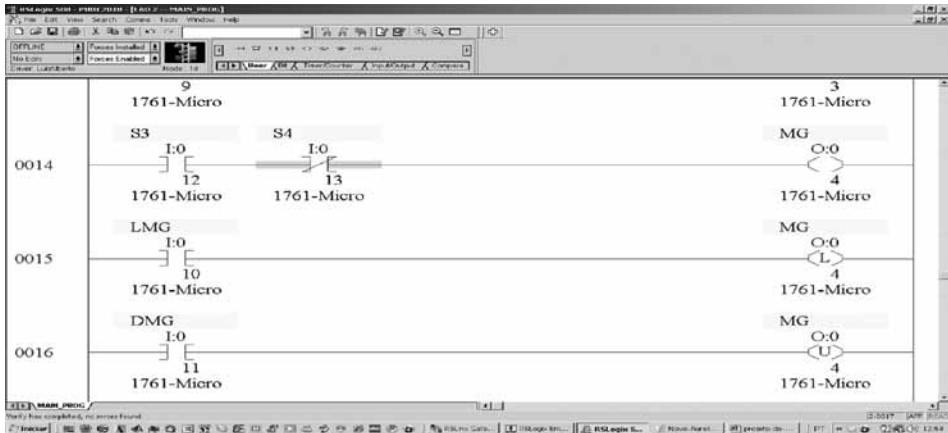
As linhas 0010 e 0011 dizem respeito à possibilidade de ligar e desligar manualmente o motor reserva M1R, para efeitos de teste ou parada para realizar manutenção preventiva ou corretiva.

A Figura 6 mostra o acionamento da bomba reserva M2R, cujo funcionamento é análogo ao da bomba M1R, anteriormente explanada.

Decorridos dez segundos do desligamento de M2, o contato T4:1/DN (representado na Figura 6) comutará para a posição fechado, de forma que se o sensor S2 continuar a detectar presença de líquido na tubulação, será estabelecida a continuidade de corrente virtual e a saída do motor reserva M2R será ativada, pondo-o em operação.

As linhas 0013 e 0014 dizem respeito à possibilidade de ligar e desligar manualmente o motor reserva M2R, para efeitos de teste ou parada para realizar manutenção preventiva ou corretiva.

A Figura 7 apresenta o controle de MG, motor que bombeia esgoto do gradeamento para o tanque de aeração. Ele será automaticamente acionado sempre que houver líquido na tubulação (condição detectada pelo sensor de pressão S3) e o nível do tanque de aeração não for máximo (condição detectada pelo sensor sônico de nível S4). Se S4 detectar nível máximo, o sensor comuta de sua posição de repouso (NF), interrompendo o caminho de corrente virtual até a bobina de saída, desligando o motor MG.



**Figura 7:** Controle do motor de gradeamento

As linhas 0015 e 0016 dizem respeito à possibilidade de ligar e desligar manualmente o motor de gradeamento MG, para efeitos de teste ou parada para realizar manutenção preventiva ou corretiva.

Há, ainda, diversos grupos motores. Os principais situam-se entre o gradeamento e os tanques de aeração, entre os tanques de aeração e os decantadores e entre os decantadores e os adensadores.

Para efeitos de simplicidade, a automação desses motores não será aqui representada, uma vez que seu código equivalente em linguagem Ladder é análogo àqueles mostrados nas Figuras 2, 3, 4, 5 e 7.

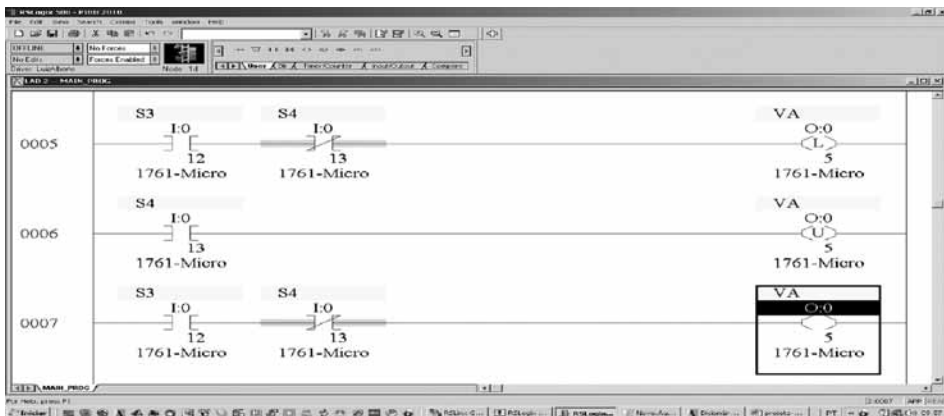
### *Controladores de Válvulas*

Cada trecho de uma ETE realiza uma determinada etapa do tratamento de efluentes. Considere, por exemplo, o trecho CD da Figura 1, entre o gradeamento e o tanque de aeração. Nessa etapa há uma bomba (MG) seguida de válvula (VA). Isso significa que o esgoto será bombeado apenas se o sensor de pressão S3 detectar sua presença e a válvula VA estiver aberta.

O nível máximo do tanque de aeração é detectado pelo sensor S4, condição em que a válvula que permite o fluxo de líquido entre o gradeamento e o tanque será imediatamente fechada, para evitar o transbordamento da mistura sólida e líquida. Esse processo é ilustrado na Figura 8.

A saída da válvula é controlada por bobinas de autorretenção, cujas instruções são simbolizadas pelas letras L (*Latch* – travar) e U (*Unlatch* – destravar). Enquanto S3 detectar líquido na tubulação do trecho CD (figura 1) e o nível do tanque de aeração não estiver máximo, a instrução *Latch* será acionada, mantendo a válvula VA aberta mesmo

se as condições de acionamento da saída 5 cessarem.



**Figura 8:** Acionamento da válvula VA

Quando o nível do tanque for máximo, o sensor S4 comuta de sua posição de repouso (NA), ativando a instrução *Unlatch*, que desativará a saída da válvula VA e provocará seu fechamento, até que as condições lógicas da linha 0005 ativem novamente a válvula.

A linha 0007 representa uma opção alternativa para o controle da válvula, sem as instruções de autorretenção das linhas anteriores (0005 e 0006). Isso significa que a saída VA será acionada (abrindo a válvula) apenas quando S3 detectar líquido na tubulação e S4 não acusar nível máximo no tanque de aeração.

Há, ainda, diversos grupos de válvulas, que não serão aqui representados para efeitos de simplicidade. Ressalta-se, porém, que o controle das demais válvulas é semelhante ao representado na Figura 8.

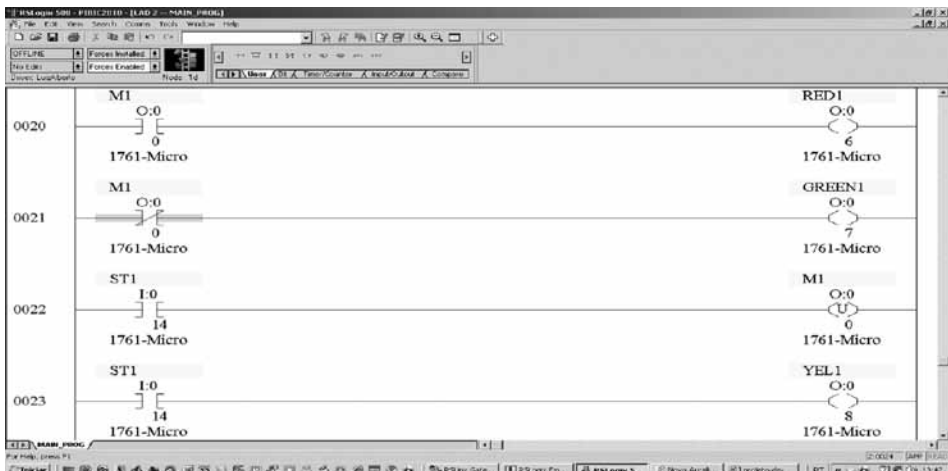
### Sinalização

Visando o projeto do sistema supervisor, é necessário prever a existência de um processo capaz de indicar a condição dos diversos componentes da estação de tratamento. Esse processo geraria sinais para indicar se determinado motor está ou não em operação. O circuito de sinalização poderia igualmente monitorar a temperatura do motor em funcionamento, informando se ela está em faixa segura ou não.

A sinalização informará também as válvulas que estão fechadas ou abertas. Para tal fim, utilizar-se-ão lâmpadas verdes, amarelas e vermelhas. As lâmpadas vermelhas servirão para indicar motor em operação, enquanto as verdes mostrarão aqueles parados.

Cada motor terá um sensor térmico acoplado a ele. Quando o sensor indicar temperatura superior a 60 °C, o motor deve ser desligado e uma lâmpada amarela acenderá, para gerar alerta de sobreaquecimento. Caso a temperatura esteja abaixo desse patamar, o processo não sofrerá modificações. As Figuras 9 e 10 apresentam a automação do processo de sinalização.

Enquanto o motor 1 estiver parado, o contato associado à saída M1, situado na linha 0021, permanecerá em seu estado de repouso (NF), permitindo que a corrente virtual flua até a saída GREEN1, acendendo a lâmpada verde. Ao ligar M1, o contato da linha 20 comuta de aberto para fechado, ativando a bobina de saída RED1, iluminando uma lâmpada vermelha.



**Figura 9:** Sinalização dos motores

Quando o sensor térmico ST1 detectar temperatura elevada, seu contato comutará de sua posição de repouso (NA), permitindo o fluxo de corrente virtual até uma instrução *Unlatch*, desligando preventivamente o motor. Paralelamente ST1 acionará a saída YEL, acendendo uma lâmpada amarela para informar a elevação térmica.

A válvula VA fechada significa que sua saída se encontra desligada. Assim, o contato normalmente fechado de VA, representado na linha 25, estabelecerá um fluxo de corrente virtual que acionará a saída GREEN2, acendendo outra lâmpada verde.

A abertura da válvula se verifica quando sua saída estiver ligada (ver linha 0005, na Figura 7), o que comutará o contato normalmente aberto da linha 24 para fechado, acionando a saída RED2 e outra lâmpada vermelha.

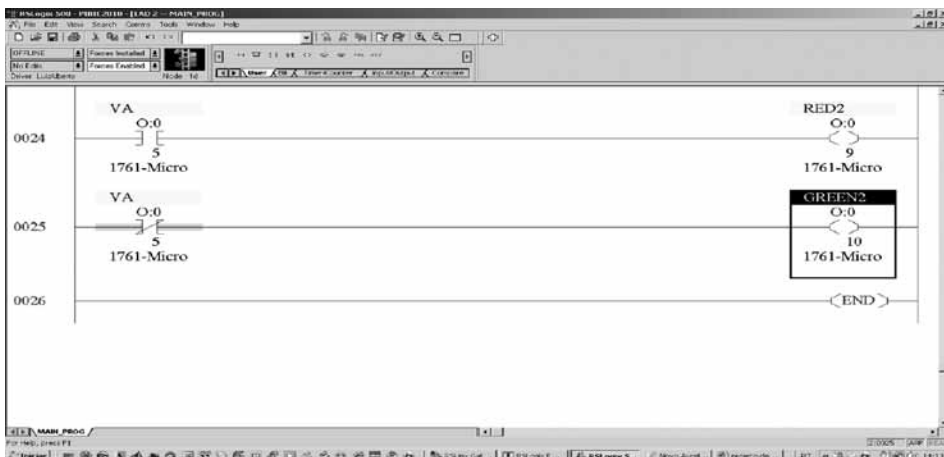


Figura 10: Sinalização das válvulas

As diversas válvulas e motores da Estação de Tratamento são caracterizados por circuitos de sinalização análogos àqueles apresentados nas Figuras 9 e 10. Para evitar redundância optou-se por omitir a representação dos demais processos de sinalização.

### Supervisor

O sistema supervisor da estação de tratamento será elaborado através do programa *In Touch*, da empresa *Wonderware*. A Figura 11 apresenta a tela de supervisão do nível do tanque de aeração. A entrada para processamento do nível é fornecida pelo sensor sônico S4, cuja animação também pode ser representada pela variável interna do *In Touch* identificada por *\$second*, que é do tipo *System Integer*.

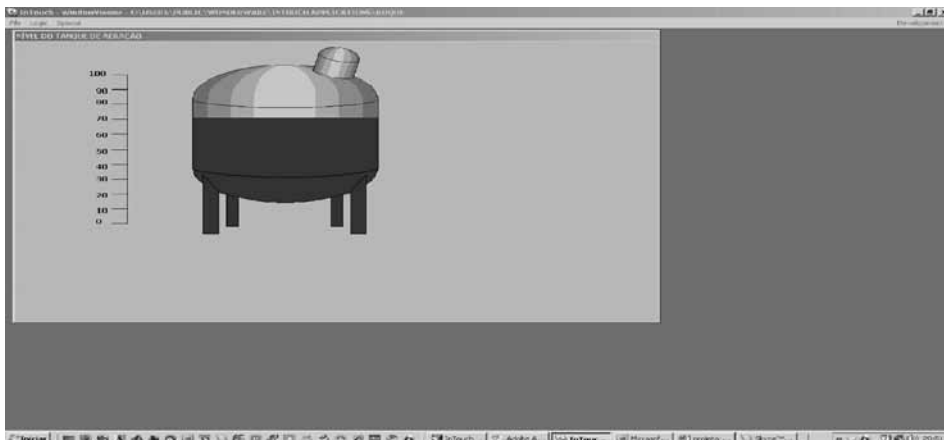
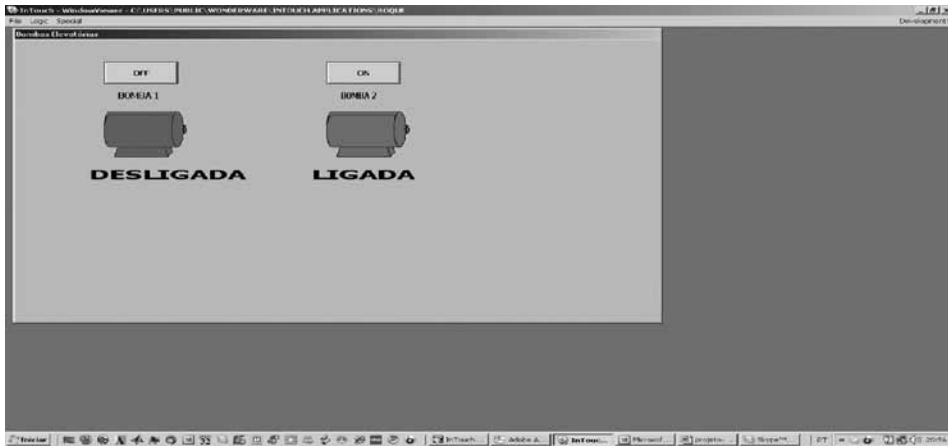


Figura 11: Supervisão do nível do tanque de aeração

A Figura 12 mostra a tela de supervisão dos motores principais da estação elevatória, que são M1 e M2. A entrada para processamento do estado dos motores é fornecida pelos sensores de pressão S1 e S2, cuja animação é representada pelas variáveis Bomba1 e Bomba2, criadas no *In Touch*, do tipo *Memory Discrete*, cujos valores iniciais são *OFF*, admitindo as bombas inicialmente desativadas.

Conforme Franchi (2007, p.278), “Um sistema supervisório é complexo e abrange diversos componentes de um processo”. Portanto, apenas as telas básicas do sistema supervisório foram descritas neste artigo, para simplificar a descrição da supervisão das etapas de tratamento de efluentes.



**Figura 12:** Supervisão da estação elevatória

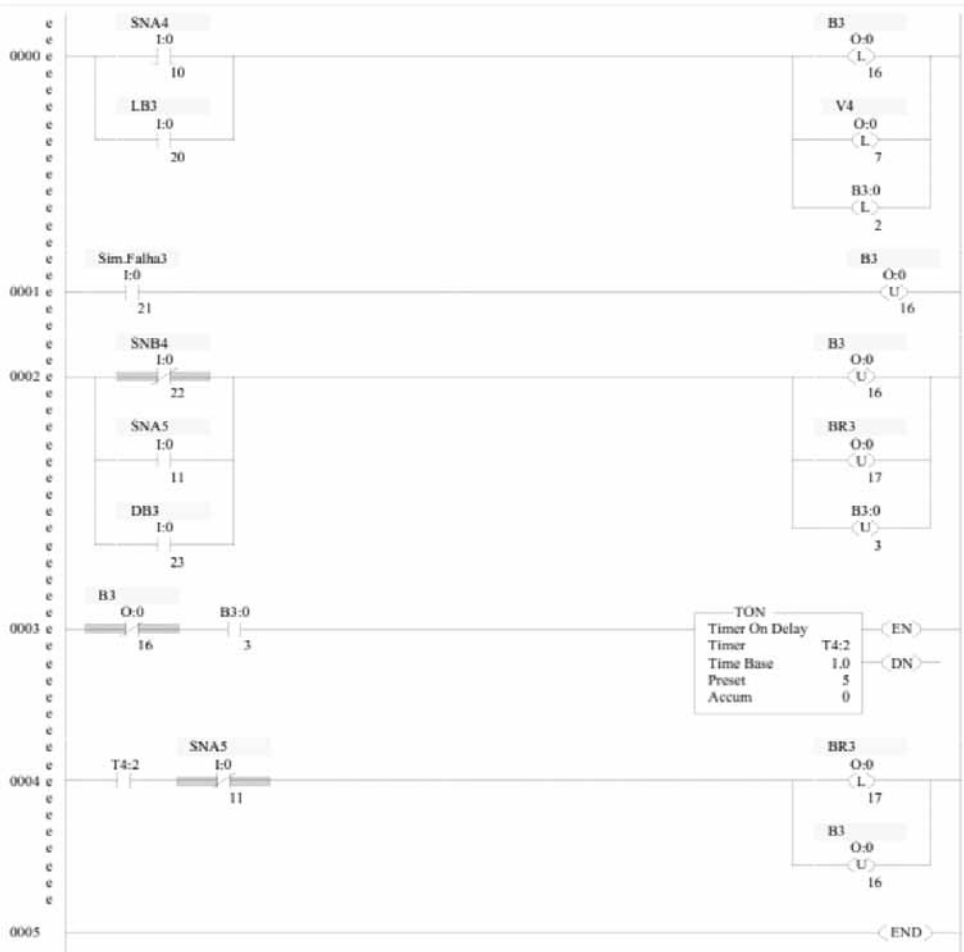
### *Descrição de Aplicativo Baseado no Modelo Proposto*

Alunos do curso de engenharia de automação do Instituto Federal Fluminense também desenvolveram um aplicativo baseado nas especificações deste modelo, para ratificar o mesmo realizando a automação de uma ETE. O programa desenvolvido foi extenso, de forma que só foi possível apresentar dois pequenos trechos dele, referentes ao código propriamente dito (Figura 13) e ao sistema de supervisão geral da ETE (Figura 14). Considerando que já foram explanadas as principais instruções da linguagem de programação Ladder, torna-se fácil compreender o mecanismo de funcionamento do código referente ao acionamento da bomba da caixa de gordura, que é apresentado na Figura 13.

SNA4 e SNA5 são contatos associados a sensores de nível alto, enquanto LB3 e SNB4 são contatos associados a sensores de níveis baixos de diferentes tanques. Quando o nível alto for detectado por SNA4, a válvula V4 será aberta e a bomba 3 entrará em operação. O contato associado à terceira bomba executa uma transição do nível baixo

ao nível alto, a qual servirá de estímulo para que o temporizador TON (*Timer On Delay*) aguarde cinco segundos até ativar sua saída T4:2/DN, o que causará o desligamento da bomba.

O contato identificado pelo endereço I:0/21 tem a função de proporcionar testes de simulação de falhas em SNB4, o que desligaria a terceira bomba através da instrução *Ladder* de autorretenção (*Unlatch*).



**Figura 13:** Acionamento da bomba da caixa de gordura

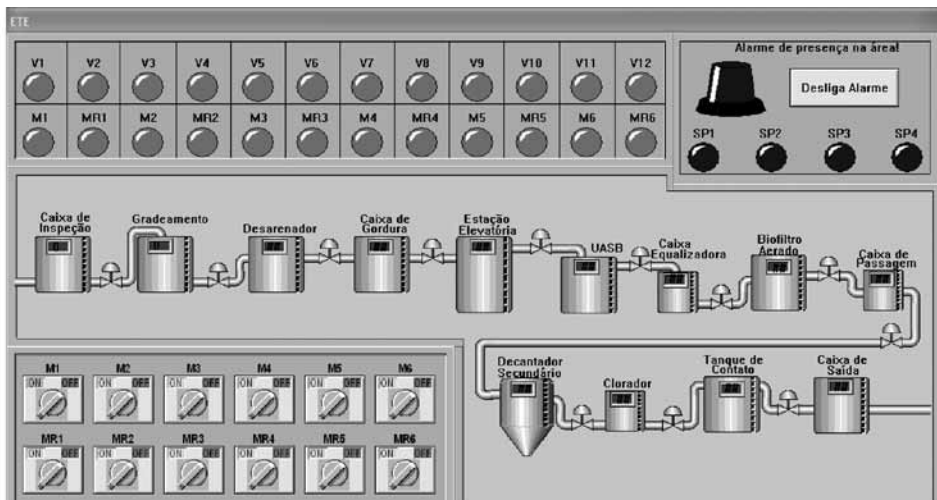
A tela de supervisão geral (Figura 14) apresenta lâmpadas de V1 a V12, indicando quais das válvulas da ETE estão acionadas ou fechadas. Caso uma das válvulas esteja aberta, uma luz vermelha associada à correspondente válvula será acesa.

As demais lâmpadas situadas abaixo dos sinalizadores das válvulas indicarão quais dos motores estarão em operação. O processo de automação deste aplicativo necessitou de seis motores, indicados por índices que variam de M1 a M6. Considerando a possibilidade de falhas durante a operação da ETE, foram previstos seis motores reservas, destacados por indicadores situados na faixa entre MR1 e MR6.

As chaves que acionam os doze motores (principais e reservas) estão na parte inferior esquerda da Figura 14.

Os catorze tanques utilizados na ETE são mostrados na tela de supervisão geral, juntamente com seus respectivos indicadores de níveis e válvulas.

Para efeitos de segurança distribuíram-se quatro sensores de presença na área da ETE, a fim de alertar quanto à presença de pessoas durante a realização do processo de tratamento de efluentes.



**Figura 14:** Tela do sistema supervisorio

## Conclusão

O rápido crescimento demográfico experimentado nas últimas décadas por muitos municípios brasileiros não veio acompanhado de investimentos necessários em infraestrutura. A rede de esgotos é precária em diversos bairros, sejam eles de classe média sejam de baixa. Essa falta de condições sanitárias resulta em lançamento de dejetos *in natura* em rios, lagoas e praias, deteriorando a qualidade das águas e



umentando o risco de disseminação de doenças, seja pela ingestão do líquido seja pela prática de natação.

O incremento na quantidade de pessoas resulta em desmatamento ou redução da cobertura vegetal local, para construção de novas edificações, muitas delas irregulares, erguidas sem o devido licenciamento pelo poder público. A escassez de área verde torna o local vulnerável a enchentes, além de reduzir a qualidade do ar e fomentar o surgimento de doenças respiratórias, uma vez que o ciclo da fotossíntese é interrompido, diminuindo significativamente a renovação do oxigênio a partir do gás carbônico gerado por indústria e veículos automotores.

O projeto de automação de uma estação de tratamento de esgoto é uma importante ferramenta na conservação dos recursos naturais, auxiliando na manutenção de águas limpas. Dessa forma, projetos orientados à gestão ambiental proporcionam boa qualidade de vida a toda uma região, fundamentando suas relações socioeconômicas no paradigma de desenvolvimento sustentável, cujo objetivo é garantir um meio ambiente saudável.

Observando as necessidades comuns de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), verifica-se que a utilização do modelo apresentado neste projeto pode beneficiar pesquisas, evitando repetição do desenvolvimento de programas ao utilizar o padrão aqui sugerido, além de dar espaço à criação de um trabalho cooperativo.

A elaboração de qualquer modelo deve vir acompanhada de um protótipo, desenvolvido numa linguagem de programação, que possa validar as ideias propostas. Para tal fim, aplicativos fundamentados nas especificações deste modelo de automação proposto servem de subsídios para o funcionamento de processos industriais cujo objetivo é o tratamento de água, em uma empresa situada no Parque de Tubos, região do município de Macaé-RJ.

### **Referências**

CASTRUCCI, P. L.; MORAES, C. C. Engenharia de Automação Industrial. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

FRANCHI, C. M.; CAMARGO, V. L. A. Automação Industrial: PLC, teoria e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

ONGLEY, E.D. Matching water quality programs to management needs in developing countries: the challenge of program modernization. Science Direct. European Water Pollution Control, v. 7, n. 4, p. 43-48, set. 1996.

PERIÁÑEZ, R. GISPART: a numerical model to simulate the dispersion of contaminants

in the Strait of Gibraltar. Science Direct. Environmental Software, v. 20, n. 6, p. 797-802, dec. 2004.

PRUDENTE, F. Automação Industrial: PLC, teoria e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

SANTOS, I. dos; BRAGA, Sérgio M.; FERNANDES, C. V. S. Monitoramento Automático de Qualidade da Água: Uma visão crítica para a Bacia do Rio Barigui. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15., 2003, Curitiba. Anais... Disponível em: <[http://www.lactec.org.br/publicacoes/2003/063\\_2003.pdf](http://www.lactec.org.br/publicacoes/2003/063_2003.pdf)>. Acesso em: 15 set. 2009.