

**UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**  
**ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO**

FREDDY NAKASA  
MÁRIO HÉLIO SIMÕES

**Monitoramento e controle de estações elevatórias de esgoto utilizando sistema SCADA:**  
**Estudo de caso SAAE Mogi Mirim - SP**

Link do vídeo de apresentação
<a href="https://youtu.be/_bRTS4Yk9UA">https://youtu.be/_bRTS4Yk9UA</a>

ARARAS-SP

2020

FREDDY NAKASA  
MÁRIO HÉLIO SIMÕES

**Monitoramento e controle de estações elevatórias de esgoto utilizando sistema SCADA:  
Estudo de caso SAAE Mogi Mirim - SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao curso de Engenharia da Computação da  
Universidade Virtual do Estado de São Paulo.

ARARAS-SP

2020

FREDDY NAKASA  
MÁRIO HÉLIO SIMÕES

**Monitoramento e controle de estações elevatórias de esgoto utilizando software SCADA:  
Estudo de caso SAAE Mogi Mirim - SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao curso de Engenharia da Computação da  
Universidade Virtual do Estado de São Paulo.

Aprovado em: \_\_\_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Ana Paula Nobile Toniol  
Universidade Virtual do Estado de São Paulo  
**Presidente**

---

Prof. Mestre Alexsander Amaro Parpinelli  
Universidade Anhembi Morumbi - Escola de Engenharia  
**Membro**

## **AGRADECIMENTO**

A Deus pela vida e oportunidade de realizar esse estudo.

A UNIVESP, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram o conhecimento para realização deste trabalho.

A orientadora Ana Paula Nobile Toniol, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## **Resumo**

Em julho de 2020, a Lei nº 14.026, de 15 de Julho de 2015, atualizou o Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil buscando universalizar e qualificar os serviços do setor. (BRASIL, 2020). Neste estudo, tratou-se dos processos de controle e automação empregados por empresas que prestam os serviços de esgotamento sanitário. Apresentou-se um estudo de caso do SAAE de Mogi Mirim - SP e uma proposta de produto de *software* desenvolvido com a tecnologia Elipse E3 SCADA. Sendo assim, este estudo tem como objetivo analisar o cenário atual dos serviços de esgotamento sanitário no Brasil, bem como as tecnologias e processos de automação que estão sendo empregados. Para possibilitar a análise, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: Entender a situação atual dos serviços de esgotamento sanitário no Brasil; Identificar quais os processos e tecnologias empregados por empresas de saneamento básico; Apresentar estudo de caso sobre o SAAE de Mogi Mirim - SP; Propor um produto de intervenção. Para alcançar os objetivos propostos, foram utilizados alguns materiais e métodos, tais como coleta de dados (por meio de pesquisas bibliográficas, questionários e entrevistas semiestruturadas), levantamento de tecnologias e formas de aplicação. Em relação aos resultados, pode-se destacar o desenvolvimento de um produto de *software* desenvolvido com a tecnologia da Elipse E3 SCADA que terá por propósito melhorar todo o processo envolvido no esgotamento sanitário do município de Mogi Mirim - SP.

## **Palavras-chave**

Esgotamento Sanitário; Elipse E3 SCADA; Tecnologia; Estudo de Caso;

## Listas de figuras

Figura 1 - Arquitetura padrão de uma estação elevatória	12
Figura 2 - Sistema Hidráulico da EMAE	13
Figura 3 - Arquitetura básica de um sistema supervisório	15
Figura 4 - Exemplo de interface homem-máquina do sistema SCADA	16
Figura 5 - Arquitetura básica do CLP	18
Figura 7 - Arquitetura básica do CLP integrado com o Sistema SCADA	19
Figura 8 - Pirâmide de Automação	24
Figura 9 - Processo de automação do sistema de saneamento	25
Figura 10 - Supervisão e Controle do Abastecimento de Água da SABESP	26
Figura 11 - Sistema de Telemetria de Água do SAEMAS de Sertãozinho - SP	28
Figura 12 - Sistema de Telemetria de Água em Cerquilha - SP	29
Figura 13 - Estação de Bombeamento de Esgoto Linda Chaib	31
Figura 14 - Ilustração dos componentes básicos da estação de bombeamento	31
Figura 15 - Diagrama de elétrico da estação	33
Figura 16 - Infraestrutura de rede dos rádios-modem	36
Figura 17 - Rádio Modem RM2060	37
Figura 18 - Infraestrutura de rede com todos os equipamentos	38
Figura 19 - Código LADDER para acionar e desacionar motores	39
Figura 20 - Variáveis de Memória do CLP	40
Figura 21 - Configuração de TAGs de Drivers no Elipse E3	41
Figura 22 - Objeto Motobomba	42
Figura 23 - Modificação da cor do objeto Motobomba	42
Figura 24 - Tela das Estações de Bombeamento de Esgoto	43
Figura 25 - Tela Detalhada da Estação de Bombeamento de Esgoto	44
Figura 26 - Tela de Históricos	44

## **Sumário**

<b>1 - Introdução</b>	<b>7</b>
1.1 Problema	8
1.2.1 Objetivos específicos	10
1.3 Justificativa	10
1.4 Metodologia	10
1.4.1 Ambiente de Pesquisa	11
1.4.2 Revisão de conceitos relacionados à estação de bombeamento de água e esgoto	11
1.4.2.1 Localização	12
1.4.3 Avaliação do Software Scada Elipse E3	13
1.4.3.1 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)	14
1.4.4 Revisão de conceitos de CLP (Controlador Lógico Programável)	17
1.4.5 Pesquisa de campo	19
<b>2 - Desenvolvimento do estudo</b>	<b>20</b>
2.1 Esgotamento sanitário no Brasil	20
2.2 Empresas de esgotamento sanitário e tecnologias utilizadas	23
2.3 Estudo de caso - SAAE de Mogi Mirim - SP	30
2.4 Software de Supervisão e Aquisição de Dados para as Estações de Bombeamento de Esgoto do Município de Mogi Mirim - SP	35
2.5 Análise e Discussão dos Resultados	45
<b>3 - Considerações finais</b>	<b>48</b>
<b>Referências</b>	<b>50</b>
<b>Anexo A - Entrevistas com funcionários do SAAE de Mogi Mirim - SP</b>	<b>54</b>
<b>Anexo B - Cronograma de tarefas</b>	<b>58</b>

## 1 - Introdução

Em julho de 2020, foi aprovada a Lei nº14026, que atualizou o Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil, com o objetivo de universalizar e qualificar a prestação dos serviços no setor. Segundo o Governo Federal, "a meta é alcançar a universalização até 2033, garantindo que 99% da população brasileira tenha acesso à água potável e 90% ao tratamento e coleta de esgoto". (BRASIL, 2020).

A redação dada pela Lei Nº 14026/2020, especifica que o saneamento básico no Brasil compreende o “abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente”. (BRASIL, 2020).

Com base no contexto atual do saneamento básico no Brasil, bem como os processos e tecnologias empregados ao longo dos anos para melhorar a eficiência das empresas deste setor, será apresentado um estudo de caso para o gerenciamento remoto das estações de bombeamento de esgoto no município de Mogi Mirim – SP.

A temática deste trabalho será delimitada no esgotamento sanitário restrito à região do município de Mogi Mirim, interior do estado de São Paulo. Chegou-se ao tema delimitado: “Gerenciamento remoto das estações de bombeamento de esgoto no município de Mogi Mirim - SP”.

Localizado a leste do estado de São Paulo, o município de Mogi Mirim está a 128 km em linha reta e 155 km em distância de condução da capital do estado, com população estimada de 90 mil habitantes e 250 anos de história. Os serviços de água e esgotos são de responsabilidade do SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgotos).

Atualmente, o município conta com 22 reservatórios de água e redes com extensão 470 quilômetros, cobrindo toda zona urbana: residências, comércio e indústria. A coleta de esgotos atende 95% da cidade, já com relação ao tratamento de esgotos, a prefeitura concedeu o sistema por meio da concessionária SESAMM (Serviços de Saneamento de Mogi Mirim) e trata atualmente 150 litros/segundo, com um total aproximado de 388.000 m<sup>3</sup>/mês. (PREFEITURA DE MOGI MIRIM, 2020).

O SAAE é uma autarquia municipal criada pelo então prefeito Adib Chaib em 09 de março de 1970, dispondo de autonomia econômica, financeira e administrativa (SAAE, 2020).



A autarquia servirá de estudo de caso para uma melhor compreensão das tecnologias para o setor de saneamento básico, no que se refere ao gerenciamento das estações de bombeamento de dejetos de esgoto.

## 1.1 Problema

Atualmente, são seis as estações de bombeamento de esgoto no município, espalhadas em diferentes pontos da cidade e nenhuma delas conta com monitoramento remoto, sendo necessário deslocar diariamente, em média duas vezes ao dia, um funcionário do setor de manutenção de redes de esgoto do SAAE para verificar se o conjunto de motobomba está funcionando corretamente, bem como acompanhar a situação do nível do poço com os dejetos de esgoto da estação.

Segundo Lima (2001), o custo com transporte leva em consideração diferentes fatores: rotas, combustível, motorista, manutenção, depreciação, entre outros. Por essa razão, é difícil mensurá-lo com precisão, porém há impacto significativo nas despesas de uma empresa. Logo, seria de suma relevância buscar alternativas e oportunidades para redução de tais custos, sejam eles fixos ou variáveis.

Para o SAAE deslocar uma equipe fazendo o percurso completo, que abrange todas as estações de bombeamento de esgoto, percorre-se em média 40 km num período de 1 hora e 30 minutos aproximadamente (Anexo A<sup>1</sup>, 2020). Para constatar o impacto demonstrado por Lima (2001), seria necessário multiplicarmos esse número pela quantidade de vezes que o trajeto é feito diariamente e assim, seria possível mensurar o custo mensal.

Além disso, deve-se considerar a resolução de problemas com os equipamentos empregados nas estações. Conforme Gomes (2009), os diagnósticos por equipes sem conhecimento sobre hidráulica, mecânica ou elétrica podem falhar e acarretar uma ineficiência energética ao sistema de bombeamento de esgoto.

Neste estudo de caso, a equipe de visita das estações da SAAE precisa se locomover até o local, diagnosticar algum problema no sistema e comunicá-lo ao setor responsável, seja de mecânica ou elétrica. A estimativa de tempo para detectar uma determinada falha pode demorar até 12 horas.

---

<sup>1</sup> No Anexo A, estão elencadas todas as entrevistas realizadas com funcionários do SAAE de Mogi Mirim - SP.

Conforme Anexo A e SNIS (2018), em determinadas falhas existe ainda a possibilidade de ocorrer um transbordamento do poço de dejetos, e consequentemente, escorrer pelas ruas, pastos ou pequenos riachos próximos das estações. Ao final, contaminando algum rio e causando desse modo um impacto ambiental.

“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: à saúde, segurança e bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais”. (CONAMA, 1986).

Ainda segundo Anexo A, o longo tempo parado do bombeamento pode ocorrer devido a diversos fatores como a falta de fornecimento de energia elétrica por parte da concessionária de energia, ou também pelo horário de expediente da empresa. No caso de iniciar-se durante a noite ou a madrugada, a identificação do mesmo ocorreria apenas pela manhã do dia seguinte e, por consequência, maior a chance de ocorrer transbordamento de esgoto e seus respectivos impactos.

Levando-se em consideração toda a problemática apresentada, este estudo de caso demonstrará uma proposta de produto de um sistema de automação e gerenciamento para as estações de bombeamento de esgoto do município de Mogi Mirim – SP, utilizando o *software* SCADA Elipse E3, visando melhorar o processo como um todo e que buscará sanar, ou pelo menos diminuir a ocorrência desses problemas pontuados.

## 1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo analisar o cenário atual do controle e automação em empresas de saneamento básico no Brasil que adotaram o sistema de telemetria, tais como a SAAEC de Cerquilha - SP, SABESP de São Paulo Capital e a SAEMAS de Sertãozinho - SP e através de um estudo de caso do SAAE de Mogi Mirim - SP propor um sistema de automação e gerenciamento para as estações de bombeamento de esgoto do município.

### **1.2.1 Objetivos específicos**

Entender a situação atual do saneamento básico no Brasil; Identificar quais são processos de controle e automação adotados atualmente pelas empresas de saneamento no Brasil; Apresentar um estudo de caso sobre o SAAE de Mogi Mirim - SP; Propor a implantação de um Software para Aquisição e Monitoramento de Dados (SCADA Elipse E3) para automatizar e controlar as estações de bombeamento de esgoto do SAAE de Mogi Mirim - SP.

### **1.3 Justificativa**

O SAAE já conta com o Software SCADA Elipse E3 para automação e controle remoto das estações de bombeamento de água tratada, bem como o monitoramento de nível dos seus reservatórios. O setor de telemetria trabalha em escala de plantão 24 horas por dia, 7 dias na semana. Este setor é responsável por monitorar e controlar remotamente todas as estações de bombeamento de água tratada e reservatórios, identificar problemas no instante em que ocorrem e prontamente deve acionar as equipes do setor responsável para resolver a situação, seja um problema elétrico, mecânico ou de outra natureza.

O mesmo cenário poderia ser feito para as estações de bombeamento de esgoto, visto que já existe uma infraestrutura apta para atender a necessidade atual. A proposta de intervenção contemplaria o desenvolvimento de um sistema de automação para controlar e monitorar remotamente cada uma das seis estações de bombeamento de esgoto do município, a fim de melhorar o processo de destinação dos dejetos de esgoto à estação de tratamento de esgoto terceirizada.

O sistema tem potencial de agilizar a identificação e comunicação de problemas significativamente, diminuindo assim o tempo de resolução de problemas com o bombeamento de esgoto e, por consequência, as chances de danos ambientais com o transbordamento do poço com dejetos de esgoto.

### **1.4 Metodologia**

Neste tópico encontram-se os materiais e métodos que contribuíram para o desenvolvimento deste estudo, tais como o ambiente de pesquisa, formas de coleta de dados,

bem como as tecnologias necessárias para o desenvolvimento do produto de sistema que será mostrado no decorrer deste trabalho.

#### **1.4.1 Ambiente de Pesquisa**

O presente trabalho teve início na necessidade de gerenciamento remoto do funcionamento do conjunto motor/ bomba e do nível de esgoto dos reservatórios (poço de esgoto) nas estações de bombeamento da cidade de Mogi Mirim/ SP.

As seguintes etapas foram seguidas para o cumprimento dos objetivos: Revisão de conceitos relacionados à estação de bombeamento de água e esgoto; Avaliação do *Software* SCADA Elipse E3; Revisão de conceitos de CLP e Pesquisa de campo.

#### **1.4.2 Revisão de conceitos relacionados à estação de bombeamento de água e esgoto**

Com muita frequência, as condições topográficas de cidades não favorecem o escoamento de efluentes, através da gravidade, de efluentes até a estação de tratamento de efluentes (ETE). Por esse motivo, são utilizadas as estações elevatórias de efluentes (EEE), que conduzem os efluentes em condutos forçados, atravessando bacias, sendo necessário para isso transpor pontos de cotas mais elevada (FRANCATO, FRANCO BARBOSA e ABDUL NOUR, 2010).

Segundo Tsutiya e Alem Sobrinho (1999), sempre que por algum motivo não seja viável, sob o ponto de vista técnico e econômico, o transporte dos efluentes pela ação da gravidade, faz-se necessário a utilização de instalações de bombeamento e elevatória, que transmitam ao líquido energia suficiente para garantir tal escoamento (Figura 1). Os autores também citam os casos nos quais são indicados o uso de estações elevatórias de esgoto:

- Em terrenos extensos e planos;
- No caso de transporte de efluente de áreas novas localizadas em cotas inferiores àquelas já executadas;
- Reversão de efluentes de uma bacia para outra;
- Para descarga em emissários, interceptores ou ETes.

### 1.4.2.1 Localização

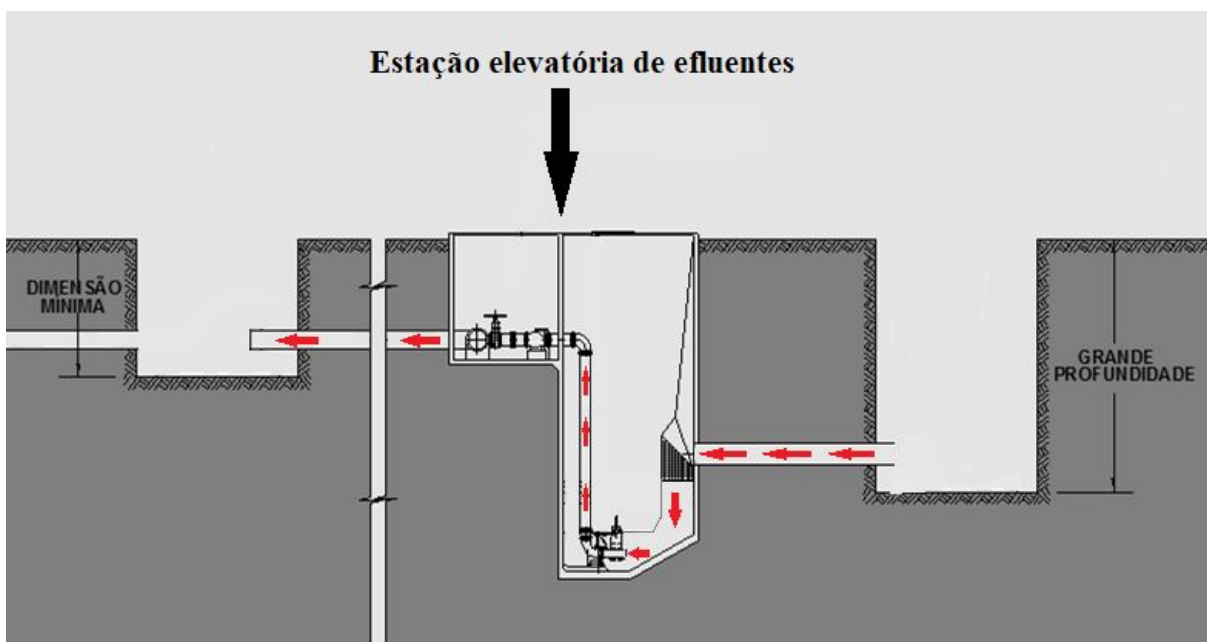
Segundo Mendonça e Mendonça (2017), o local de instalação da estação elevatória dependerá do traçado do sistema de coleta, da topologia da região, proximidade de rios, riachos ou barragens.

Outros aspectos favoráveis à localização da estação elevatória de efluentes, também são citados por Francato, Franco Barbosa e Abdul Nour (2010):

- Facilidade na aquisição do terreno que a EEE será instalada;
- Proteção natural contra inundações que possam ocorrer;
- Viabilidade de reformas e ampliações da estação;
- Facilidade de acesso às instalações;
- Facilidade na aquisição de energia elétrica;
- Local distante de concentrações habitacionais.

Na Figura 1 é apresentada a configuração padrão de uma estação elevatória, no qual os efluentes são transportados de um ponto mais baixo para um local de altura superior.

**Figura 1 - Arquitetura padrão de uma estação elevatória**



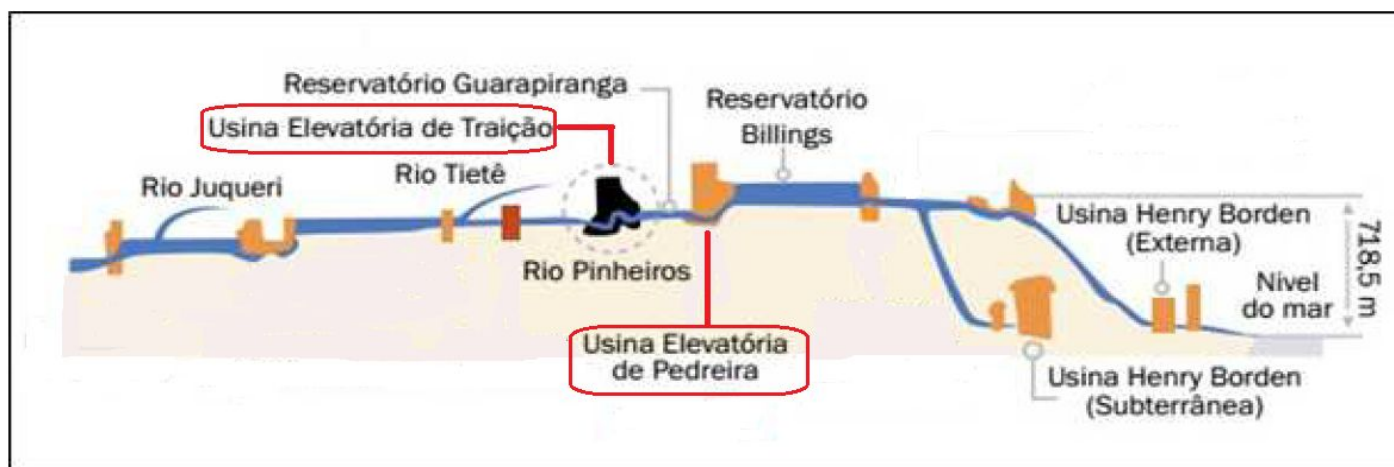
**Fonte: (TSUTIYA e ALEM SOBRINHO, 1999)**

Um exemplo de usina elevatória de água tratada na cidade de São Paulo é a usina elevatória de Traição, localizada próximo ao bairro de Pinheiros, no rio com o mesmo nome.

Segundo o site da Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. (EMAE), a usina elevatória de Traição tem a função de inverter o curso das águas dos rios Tietê e Pinheiros, para serem direcionadas à Usina Elevatória de Pedreira e depois ao Reservatório Billings. A usina é composta por quatro unidades de bombeamento, sendo três delas reversíveis possibilitando, com isso, que além do bombeamento possam gerar energia.

Na figura 2 é apresentado o sistema hidráulico, no qual a Usina Elevatória de Traição está localizada.

**Figura 2 - Sistema Hidráulico da EMAE**



**Fonte: (EMPRESA METROPOLITANA DE ÁGUAS E ENERGIA S.A., 2020)**

#### 1.4.3 Avaliação do *Software* Scada Elipse E3

A proposta do presente trabalho é apresentar um sistema de controle de nível de reservatório de efluentes e o gerenciamento do funcionamento e estado de motores e válvulas. O sistema utilizará o *software* Elipse E3 que é um sistema supervisório, conhecido pela sua sigla em inglês: SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).

Devido ao foco do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) ser saneamento básico, foi escolhida uma plataforma de *software* já desenvolvida da empresa Elipse Software, requerendo apenas a customização de interface e configuração de comunicação entre as estações.

#### 1.4.3.1 SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*)

O *Software* SCADA na definição de Boyer (2004), trata-se de um sistema supervisório, tecnologia que permite ao usuário coletar dados de um ou mais plantas localizadas em diferentes sítios e enviar sinais de controle para os equipamentos. O SCADA torna desnecessária a presença de um operador no local, ou diminui a frequência de visita à planta.

Segundo define Meirelles (2000), os *softwares* SCADA são sistemas formados por um conjunto de ferramentas avançadas com o intuito de suportar as demandas de gerenciamento de processos, viabilizando a comunicação com outros sistemas, tais como: sistemas operacionais e controlador lógico programável. O SCADA fornece uma “foto” (*snapshot*) do processo monitorado enviando dados de equipamentos como: pressão, temperatura, velocidade, rotação, entre outros. Com tais dados disponíveis, o usuário que gerencia o processo pode tomar decisões de forma precisa, rápida e segura.

A aplicabilidade do sistema SCADA, conforme relata Boyer (2004), é voltada para processos que se distribuem em uma grande área que são relativamente simples de monitorar e controlar e requerem frequentes e imediatas intervenções.

Exemplos de atividades nas quais o sistema SCADA é aplicável:

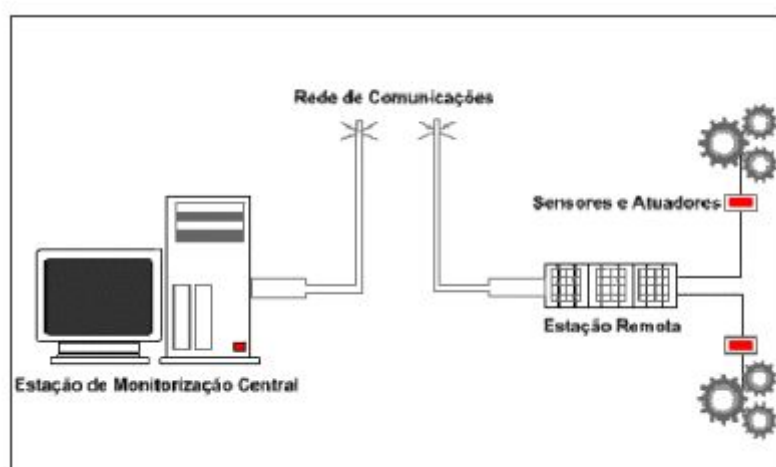
- Conjunto de pequenas hidroelétricas que são ligadas e desligadas conforme a demanda de energia. O sistema SCADA pode controlar a abertura ou fechamento de válvulas, controlando desse modo a quantidade de água direcionada para as turbinas;
- Plantas de produção de óleo e gás são geralmente distribuídas por uma grande área e requerem controles relativamente simples tais como, ligar ou desligar motores, enviar dados de sensores de temperatura e pressão. Assim possibilitando uma rápida tomada de decisão, por parte dos responsáveis por monitorar os equipamentos;
- Tubulações para gás, óleo ou água, que são distribuídas por uma grande área e muitas vezes distantes da central de controle. O sistema SCADA possibilita ações remotas de fechamento ou abertura de válvulas e acionamento/desligamento de bombas. O

sistema deve ser capaz de agir rapidamente, caso contrário, o rompimento da tubulação poderá causar grandes transtornos;

- Sistemas de transmissão elétrica, que podem ser controlados abrindo ou fechando chaves e devem responder imediatamente às mudanças de carga da rede;

A Figura 3 mostra um exemplo de arquitetura básica de um sistema supervisorio do tipo SCADA.

**Figura 3 - Arquitetura básica de um sistema supervisorio**



**Fonte: (PINHEIRO, 2006)**

Os componentes do sistema SCADA, segundo Pinheiro (2006), são:

- **Sensores e atuadores:** São dispositivos ligados aos equipamentos gerenciados e controlados pelo sistema SCADA. Os sensores convertem parâmetros físicos, tais como temperatura, rotação e nível de um fluido, para sinais digitais ou analógicos. Os atuadores são utilizados para exercer uma ação sobre um equipamento como, por exemplo, um motor.
- **Estações remotas:** São os locais onde o sistema SCADA irá gerenciar e controlar os equipamentos.
- **Rede de comunicação:** É a plataforma através da qual o fluxo de dados do sistema é transportado entre o controle central e as estações remotas. A implementação da rede

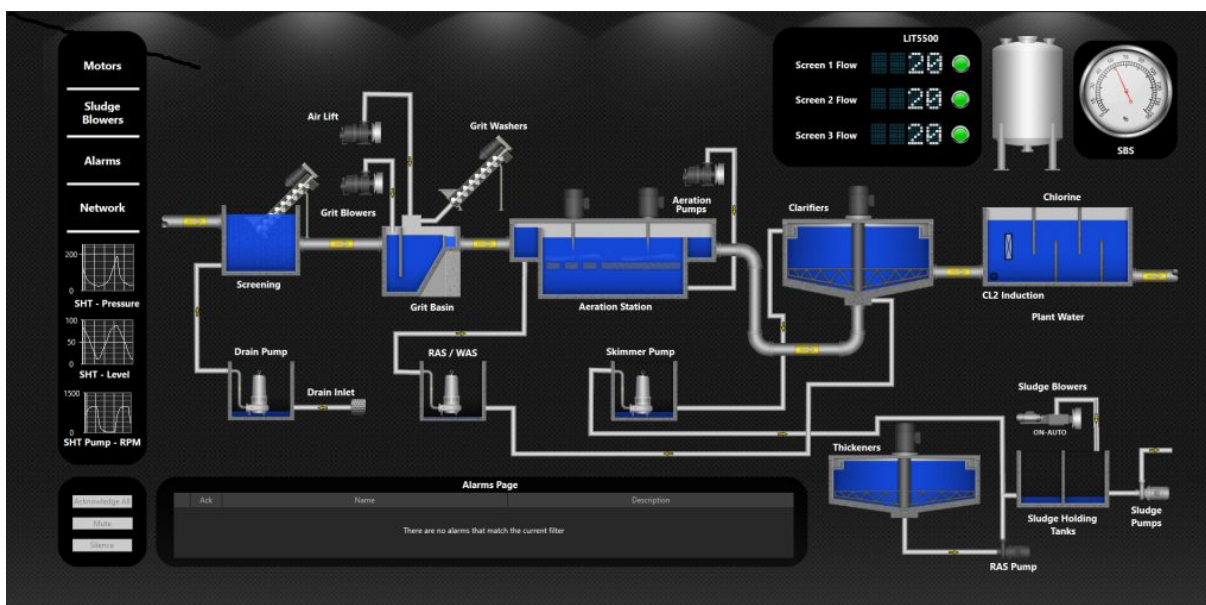


de comunicação pode ser realizada utilizando os seguintes meios de transmissão: cabos coaxiais, cabos *ethernet*, cabos de fibra óptica e dispositivos sem fio.

- **Estação de controle central:** é a unidade principal do sistema SCADA, encarregada pela monitoração e supervisão do sistema de automação e encarregada em coletar informações remetidas pelas estações remotas para agir conforme os eventos ocorridos. Podem ser centralizadas em um único computador ou distribuídas por vários computadores interligados em rede.

A interação entre os usuários do sistema e as estações de controle central é realizada através de uma interface homem-máquina (Figura 4), com a visualização de um diagrama representando a planta industrial e, as estações remotas, com valores em tempo real de sensores, atuadores e alarmes detectados.

**Figura 4 - Exemplo de interface homem-máquina do sistema SCADA**



Fonte: (VTSCADA SOFTWARE, 2020)

Os sistemas SCADA possibilitam a visualização de gráficos e relatórios com tendências e previsões com base em históricos de valores armazenados.

#### 1.4.4 Revisão de conceitos de CLP (Controlador Lógico Programável)

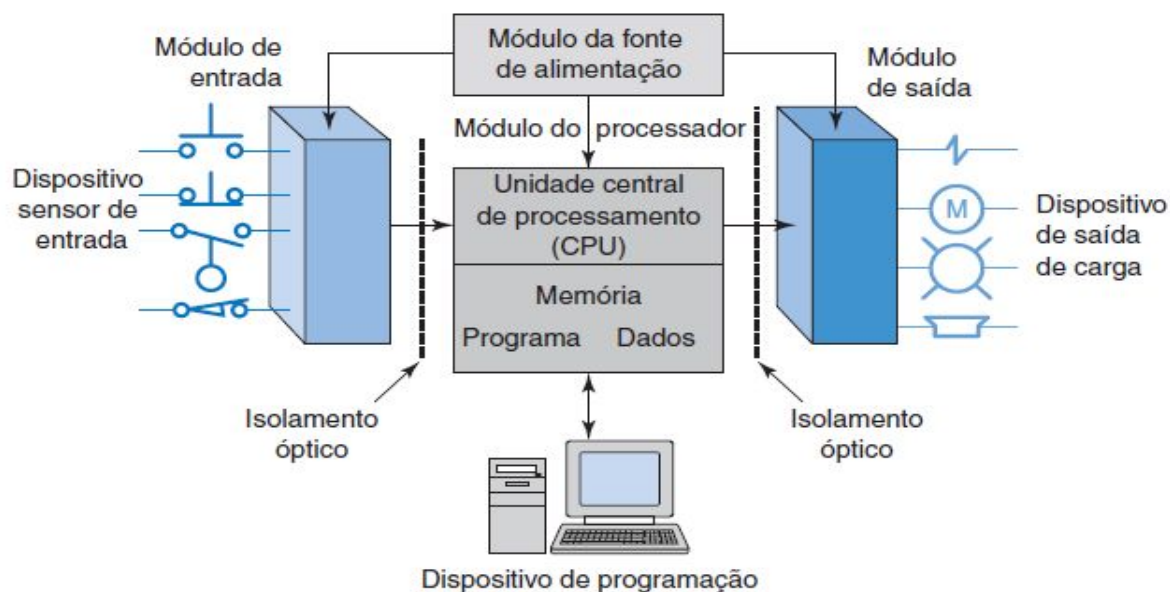
Em ambientes industriais ou insalubres, necessitamos de um computador mais robusto para automatizar os processos específicos, máquinas e linhas de produção. Esse equipamento é conhecido como Controlador Lógico Programável (CLP).

Segundo (FRANCHI e CAMARGO, 2008), a necessidade de um sistema que substituísse os painéis de controle à relé, que eram utilizados para controlar operações sequenciadas e repetitivas na linha de montagem da indústria automobilística, fez com que engenheiros da General Motors Corporation criassem o CLP.

Os módulos do CLP apresentados na Figura 5, conforme (PETRUZELLA, 2014) são:

- **MÓDULO DE ENTRADA:** É através deste módulo que o CLP captura o sinal que pode originar de um sensor, botão ou motor.
- **MÓDULO DA FONTE DE ALIMENTAÇÃO:** Este módulo alimenta o CLP e também pode prover alimentação para um sensor ligado na sua entrada ou um *led* ligado na sua saída.
- **UNIDADE CENTRAL DE PROCESSAMENTO (CPU):** É a unidade no qual o sinal da entrada é analisado e através do programa armazenado uma decisão é tomada e enviada para o módulo de saída.
- **MÓDULO DE SAÍDA:** Composto por relés que podem ser mecânicos ou eletrônicos. É neste módulo que a ação é realizada, podendo ser a ligação ou desligamento de um motor, lâmpada.
- **ISOLAMENTO ÓPTICO:** Tem a função de separar os circuitos externos (sensores, motores e relês) que estão conectados nos módulos de entradas e saídas do CLP, evitando que tenham contato direto com a CPU.

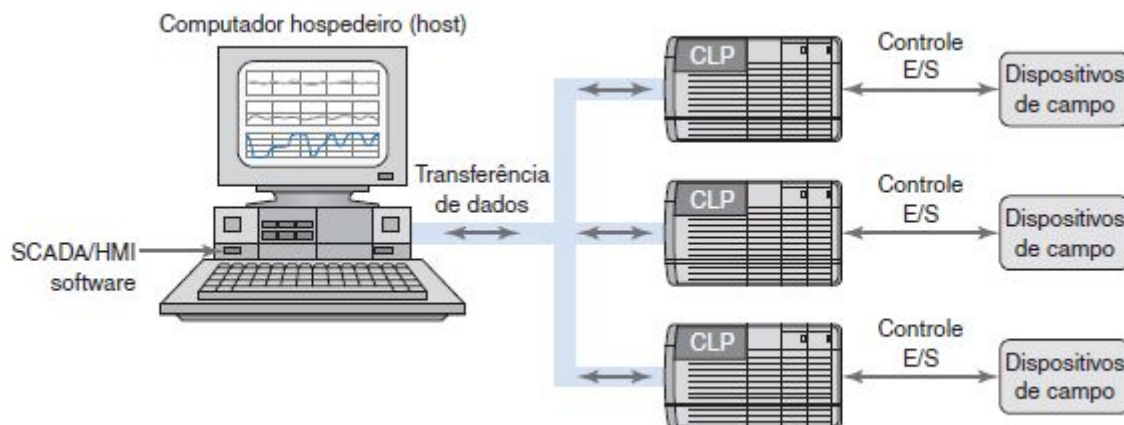
**Figura 5 - Arquitetura básica do CLP**



**Fonte: (PETRUZELLA, 2014)**

Segundo (PETRUZELLA, 2014), em algumas situações, além das funções de controle que o CLP normalmente realiza, ele também é responsável pela aquisição de dados, executando o processamento necessário e estruturando os dados para a emissão de relatórios. Por exemplo, é possível utilizar o CLP para monitorar a variação de nível de um reservatório e enviar automaticamente os dados para uma planilha e posterior gerar um gráfico. A aquisição de dados é facilitada pelo uso de um sistema SCADA (Figura 7).

**Figura 7 - Arquitetura básica do CLP integrado com o Sistema SCADA**



**Fonte: (PETRUZELLA, 2014)**

#### **1.4.5 Pesquisa de campo**

A pesquisa de campo foi realizada através de visitas nas estações de bombeamento da cidade de Mogi Mirim, com a motivação de avaliar a infraestrutura dos locais.

Principais pontos avaliados:

- Acesso à internet;
- Sinal de telefonia celular;
- Possibilidade de automação do acionamento e desligamento de motores de bombeamento;
- Possibilidade de automação de registros de passagem de efluentes.

## **2 - Desenvolvimento do estudo**

No decorrer dos próximos tópicos, será apresentado o cenário atual do saneamento básico no Brasil referente ao esgotamento sanitário por meio de alguns dados do setor, segundo levantamento de 2018 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Também serão apresentadas as tecnologias de controle e automação adotados por empresas do setor de saneamento básico de água e esgoto. Por fim, um estudo de caso sobre o SAAE de Mogi Mirim mostrará o que pode ser feito para melhorar todo o processo envolvido no serviço de esgotamento sanitário do município.

### **2.1 Esgotamento sanitário no Brasil**

Os serviços de saneamento básico compreendem aqueles que tratam do abastecimento de água; coleta e tratamento de esgotos; limpeza urbana, coleta e destinação do lixo; e drenagem e manejo da água das chuvas. Para garantir a qualidade e acessibilidade desses serviços à população, existem as agências reguladoras infranacionais que editam normas e fiscalizam a prestação dos serviços. (ANA, 2020).

No Brasil há 60 agências infranacionais atuando no setor de saneamento, sendo 25 estaduais, uma distrital, 28 municipais e seis intermunicipais. Com a abrangência dessas entidades, aproximadamente 65% dos municípios brasileiros estão vinculados a elas. As normas e a fiscalização se referem, principalmente ao desempenho dos serviços prestados, revisão e reajuste de tarifas, procedimentos de controle social, atendimento ao público, além de tratarem de temas relacionados ao cumprimento de condições contratuais entre poder concedente (município) e prestadora dos serviços.(ANA, 2020).

A Lei Nº14026 aprovada em julho de 2020, atualizou o “Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil”, com o objetivo de universalizar e qualificar a prestação dos serviços no setor e atribuiu à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a competência de editar normas de referência sobre os serviços de saneamento. A ANA cria “diretrizes gerais de modo a facilitar a gestão do saneamento com um todo, atraindo mais investimentos para universalização do saneamento no Brasil”. (ANA, 2020).

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico conta com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para concentrar as informações e os dados desse setor no Brasil. Segundo dados de 2018, apenas 53,2% da população era atendida com serviços de coleta de esgoto e apenas 45,3% possuía tratamento de esgoto. Esses dados mostram o quanto

precisamos evoluir a fim de alcançar a universalidade do serviço de esgotamento sanitário no Brasil. (SNIS, 2018).

“...Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas aponta que 38,6% dos esgotos produzidos no Brasil não são coletados, nem tratados. É a situação que pode ser percebida em casos de esgoto a céu aberto. Outros 18,8% dos esgotos até são coletados, mas são lançados nos corpos d'água sem tratamento. Já os 42,6% restantes são coletados e tratados antes de retornarem aos mananciais, o que é o cenário ideal.” (ANA, 2020).

Segundo a ANA (2020), para conseguir universalizar os serviços de esgotamento sanitário no Brasil até 2035, como sugere o novo marco do saneamento, serão necessários investimentos na ordem de R\$ 149,5 bilhões, dos quais R\$ 101,9 bilhões precisam ser aplicados em coleta de esgotos, enquanto R\$ 47,6 bilhões devem ser empregados no tratamento.

O porte do setor de serviços de água e esgotos pode ser medido pela sua movimentação financeira de aproximadamente R\$ 135,6 bilhões em 2018, referente a investimentos que totalizaram cerca de R\$ 13,2 bilhões, mais receitas operacionais de R\$ 65,5 bilhões e despesas de R\$ 56,9 bilhões. Embora significativo, é preciso buscar ampliar os investimentos e fazer melhor uso dos seus recursos. (SNIS, 2018).

Conforme o SNIS (2018), o consumo de energia elétrica nas operações dos sistemas de esgotamento sanitário se faz indispensável, tendo impacto direto nas despesas, de tal modo que o uso ineficiente da energia constitui custos evitáveis que impactam nas taxas e tarifas cobradas dos usuários.

Outro ponto bastante significativo, porém sob a perspectiva ambiental, é que o uso de energia sem buscar a eficiência irá contribuir para “emissão de gases de efeito estufa desnecessários, com impactos nas alterações climáticas em escala global”. Logo, a energia elétrica deve ser utilizada de maneira eficiente para maior aproveitamento da infraestrutura eletromecânica, permitindo maior retorno financeiro e diminuição de custo, assim possibilitaria a aplicação dos recursos na ampliação e melhoria dos sistemas. (SNIS, 2018).

Ainda do ponto de vista ambiental, o diagnóstico dos serviços de água e esgoto de 2018 do SNIS (vide Tabela 1), mostra que ocorreram anualmente mais de 7000 extravasamentos nas redes coletoras de esgotos em cada cidade que participou do estudo, evidenciando a importância de um sistema de esgotamento sanitário eficiente para evitar tais situações.

“...extravasamento de esgoto corresponde ao fluxo indevido de esgotos ocorrido nas vias públicas, nos domicílios ou nas galerias de águas pluviais, como resultado do rompimento ou obstrução de redes coletoras, interceptores ou emissários de esgotos.” (SNIS, p. 165, 2018).

**Tabela 1 - Quantidade de extravasamentos de esgotos e horas registrados no ano de 2018**

Municípios	Prestador de Serviços	QD011	QD012
		(extravasamentos/ano)	(horas/ano)
Várzea Grande/MT	DAE	7.218	16
Piracicaba/SP	SEMAE	8.249	-
Governador Valadares/MG	SAAE	8.340	22.100
Volta Redonda/RJ	SAAE	8.533	1.219.952
Bauru/SP	DAE	8.721	652.001
Juiz de Fora/MG	CESAMA	9.152	-
Uberlândia/MG	DMAE	9.445	19.835
Campo Grande/MS	AG	10.930	10.930
Porto Alegre/RS	DMAE	12.023	855.101
Sorocaba/SP	SAAE	12.426	31.065
Ourinhos/SP	SAE	14.400	290
Ribeirão Preto/SP	DAERP	14.687	293.740
Guarulhos/SP	SAAE	16.926	1.058.089
Campinas/SP	SANASA	20.423	344.107
Rio de Janeiro/RJ	FABZO	21.236	263.280

**Fonte: SNIS (p.166, 2018)**

No próximo tópico, serão abordadas as tecnologias empregadas por algumas empresas de saneamento de água e esgotamento sanitário que buscam melhorar a gestão e controle de seus processos, reduzindo custos energéticos e a possibilidade de danos ambientais conforme citado anteriormente.

## 2.2 Empresas de esgotamento sanitário e tecnologias utilizadas

Segundo Ribeiro (2018), o setor industrial de fabricação de máquinas e equipamentos é o principal aliado das empresas de saneamento básico para disseminação de inovações tecnológicas e processos mais eficientes. A evolução constante de tecnologia no setor industrial impulsiona a inovação em diversos outros setores, devido à necessidade de aquisição de seus produtos e equipamentos.

Conforme Souza (2011), a necessidade das empresas de saneamento no Brasil de melhorar seus processos operacionais e adquirir novos equipamentos, ocorre devido a imposições da sociedade civil e governamental, em geral por anseios do ponto de vista ambiental e de sustentabilidade. Assim sendo, os avanços tecnológicos criados nas últimas décadas produziram diversos equipamentos e sistemas computacionais sofisticados destinados a automatizar os sistemas de fornecimento de água e esgotamento sanitário.

Automação é a ciência que estuda e aplica metodologias, ferramentas e equipamentos, objetivando definir quando e como converter o controle de um processo manual para automático. Ela também possibilita a coleta metodológica e precisa de dados que podem ser empregados para se obter a otimização do processo. (SOUZA, 2011, p.30)

Segundo Martins *et. al* (2017), as empresas de saneamento de água e esgotamento sanitário devem buscar incorporar novas tecnologias, como por exemplo da Internet das Coisas<sup>2</sup> (IoT), para que obtenham dados durante todo o processo, para serem analisados e processados em tempo real, minimizando assim custos operacionais consideráveis.

Alguns dos motivos que tornam a automação atraente são: redução dos custos de produção; rápida resposta às necessidades ou distúrbios; redução no volume, tamanho e custo dos equipamentos; rápido restabelecimento do sistema produtivo; repetibilidade e maior qualidade dos processos; e gestão global possibilitado por sistemas produtivos interligados, com maior volume de informação gerada pelo processo produtivo. (SOUZA, 2011).

A Figura 8 serve para ilustrar a atuação de um sistema com processo automatizado. O modelo de pirâmide desenvolvido por Souza (2011) possui cinco níveis: 1 - Aquisição de

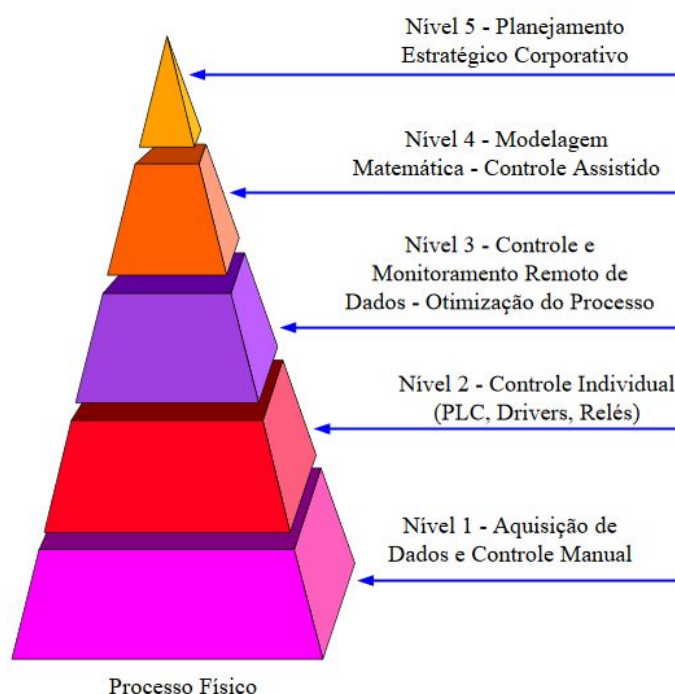
---

<sup>2</sup> IoT - “O que hoje é chamado de *Internet das Coisas (Internet of Things)* é um conjunto de tecnologias e protocolos associados que permite que objetos se conectem a uma rede de comunicações e são identificados e controlados através desta conexão de rede”. CAVALLI e MEINERS (2016).



dados e Controle Manual; 2 - Controle Individual (CLP, *Drivers*, Relés); 3 - Controle e Monitoramento Remoto de Dados - Otimização de Processo; 4 - Modelagem Matemática - Controle Assistido; 5 - Planejamento Estratégico Corporativo.

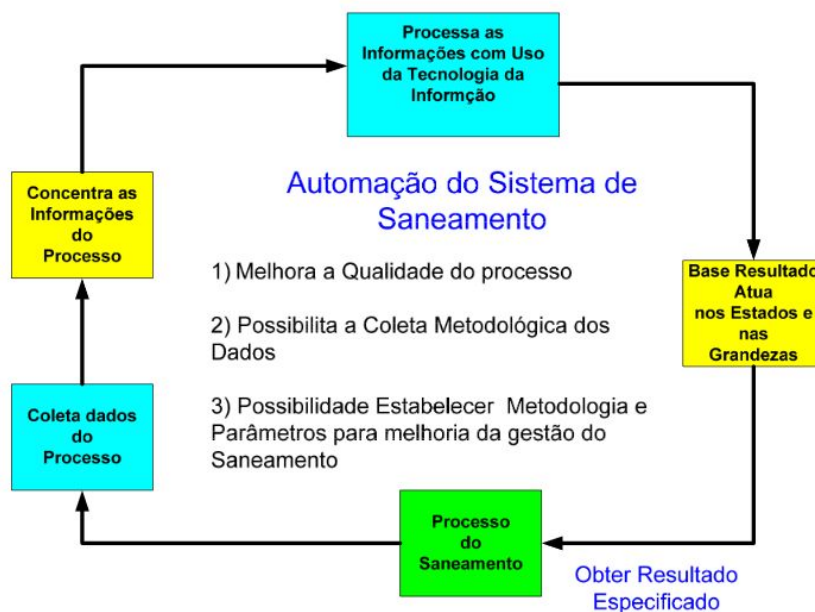
**Figura 8 - Pirâmide de Automação**



**Fonte: SOUZA (2011, p. 34)**

A automação em sistemas de fornecimento de água e esgoto sanitário consiste na coleta dos dados e processamento das informações do processo por meio do uso da tecnologia da informação. Em posse dos resultados obtidos, o sistema de automação age de forma autônoma sobre os processos, visando atingir os resultados desejados. Na Figura 9, é possível ver como funciona o processo de atuação de um sistema de saneamento automatizado. (SOUZA, 2011).

**Figura 9 - Processo de automação do sistema de saneamento**



Fonte: SOUZA (2011, p. 35)

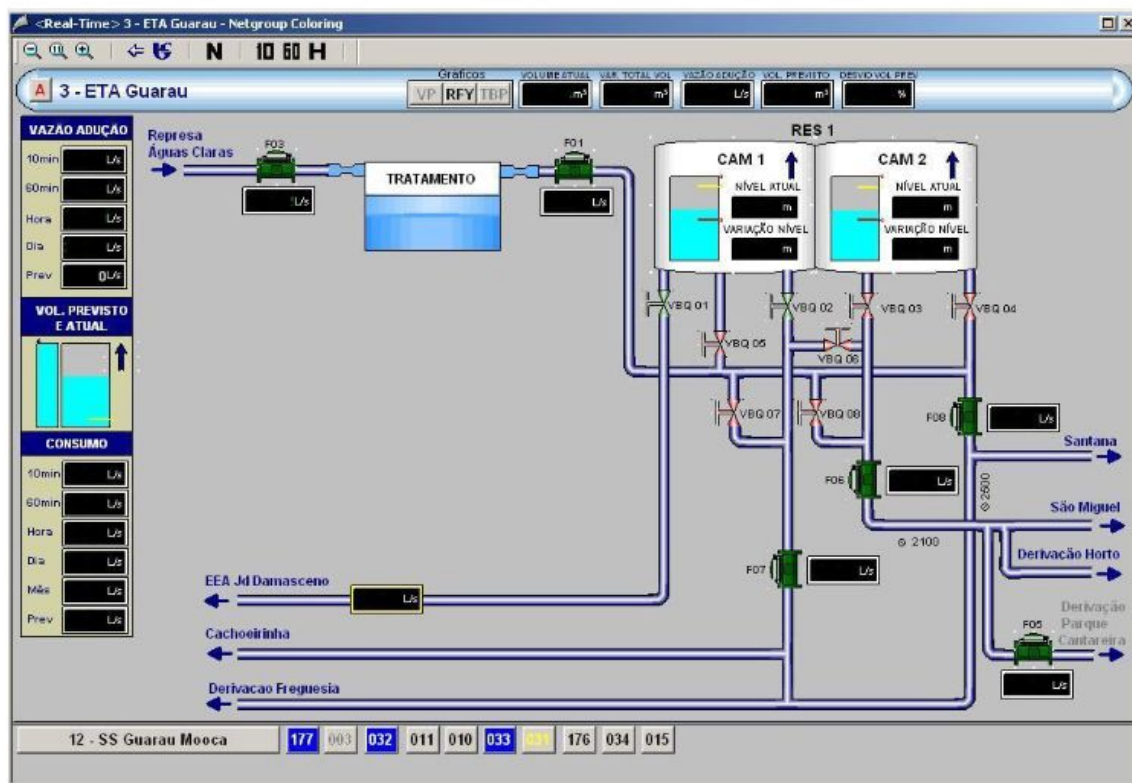
Um sistema automatizado controla as condições operacionais de um processo, baseando-se em parâmetros predefinidos. A leitura dos instrumentos, como posição de válvulas, velocidade de motores, níveis de reservatório, pressão, entre outros, permitem ao sistema controlar o processo sem a necessidade de intervenção humana, que neste caso ficaria apenas supervisionando e fazendo a tomada de decisão para questões anormais às condições de operação do sistema. (SOUZA, 2011).

“...a Tecnologia de Automação surge como uma ferramenta poderosa na melhoria da gestão do ciclo do saneamento, pois além de melhorar a qualidade do processo, possibilita a coleta metodológica dos dados de forma integrada e hierarquizada. Por meio dessas informações, é possível estabelecer metodologias e parâmetros para melhoria da gestão do ciclo do saneamento”. SOUZA (p. 35, 2011).

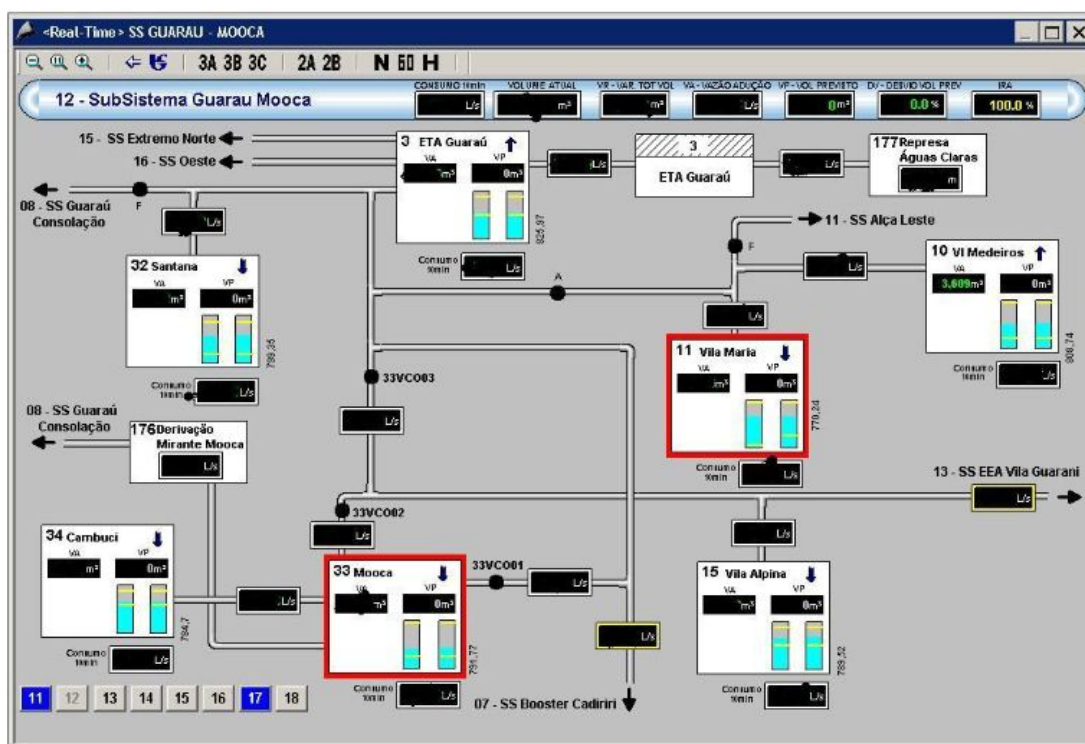
O ponto em comum desses sistemas utilizados nas empresas de saneamento para fornecimento de água e esgoto sanitário é a tecnologia de *software* do tipo SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Existem diversos *softwares* SCADA disponíveis no mercado, alguns desenvolvidos por empresas que produzem CLP, como o *software* BluePrint da empresa Altus, existem também *softwares* livres como o SCADABR. Cada empresa escolhe conforme suas necessidades e condições de aquisição da tecnologia. O

conjunto da Figura 10 é um exemplo do uso do *software* SCADA pela empresa de saneamento SABESP. (SOUZA, 2011).

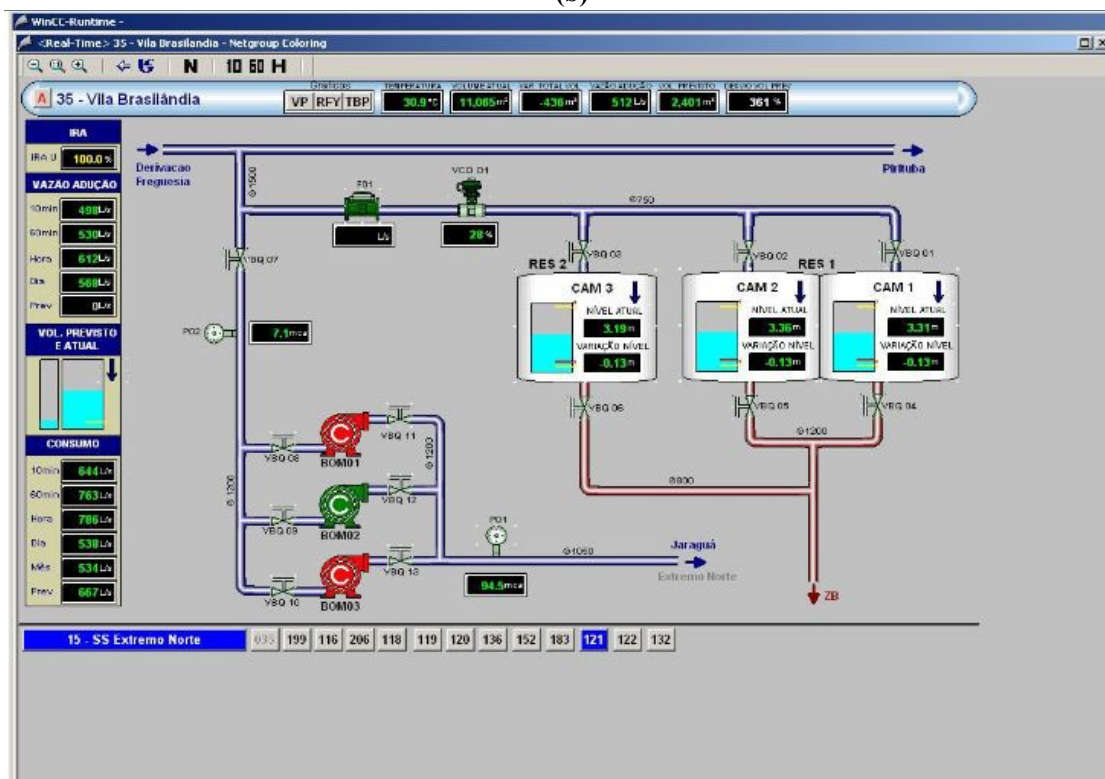
**Figura 10 - Supervisão e Controle do Abastecimento de Água da SABESP**



(a)



(b)



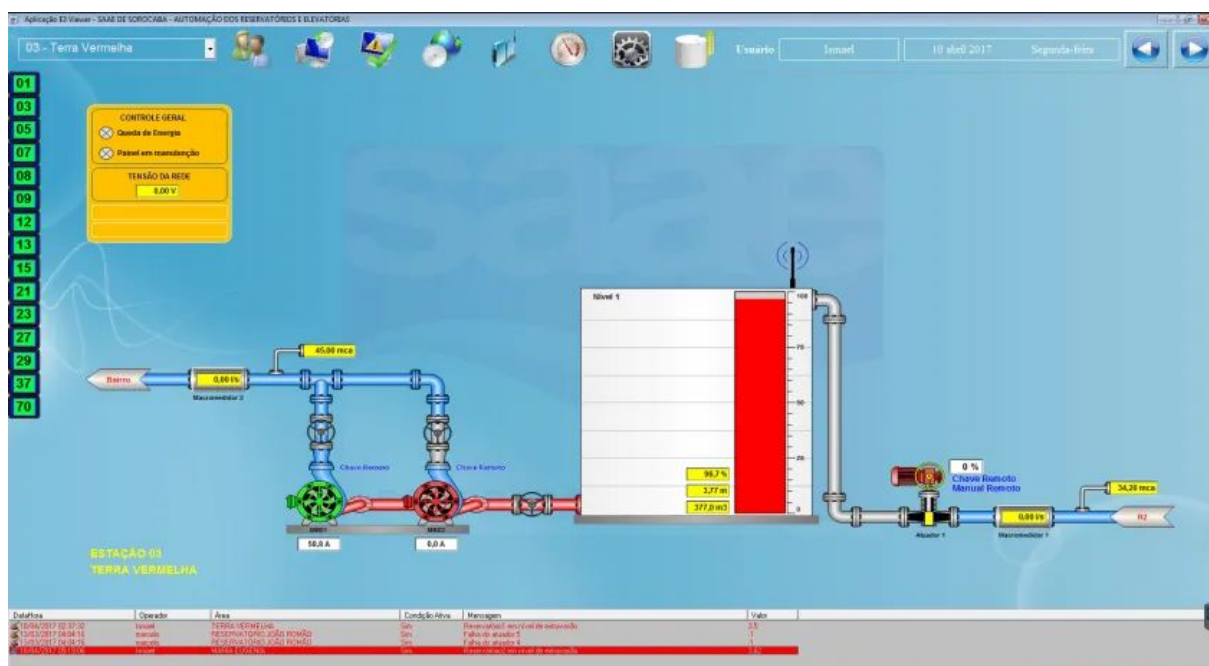
(c)

Fonte: Souza (2011)

Outro exemplo de sistema de automação da distribuição de água tratada é o do SAEMAS no município de Sertãozinho - SP (Figura 11). A aquisição do sistema foi feita por

meio do fundo FEHIDRO (Fundo Estadual de Recursos Hídricos), que apoia estudos, implementação e manutenção de projetos de aproveitamento e gestão dos recursos hídricos no estado de São Paulo. (FEHIDRO, 2020).

**Figura 11 - Sistema de Telemetria de Água do SAEMAS de Sertãozinho - SP**

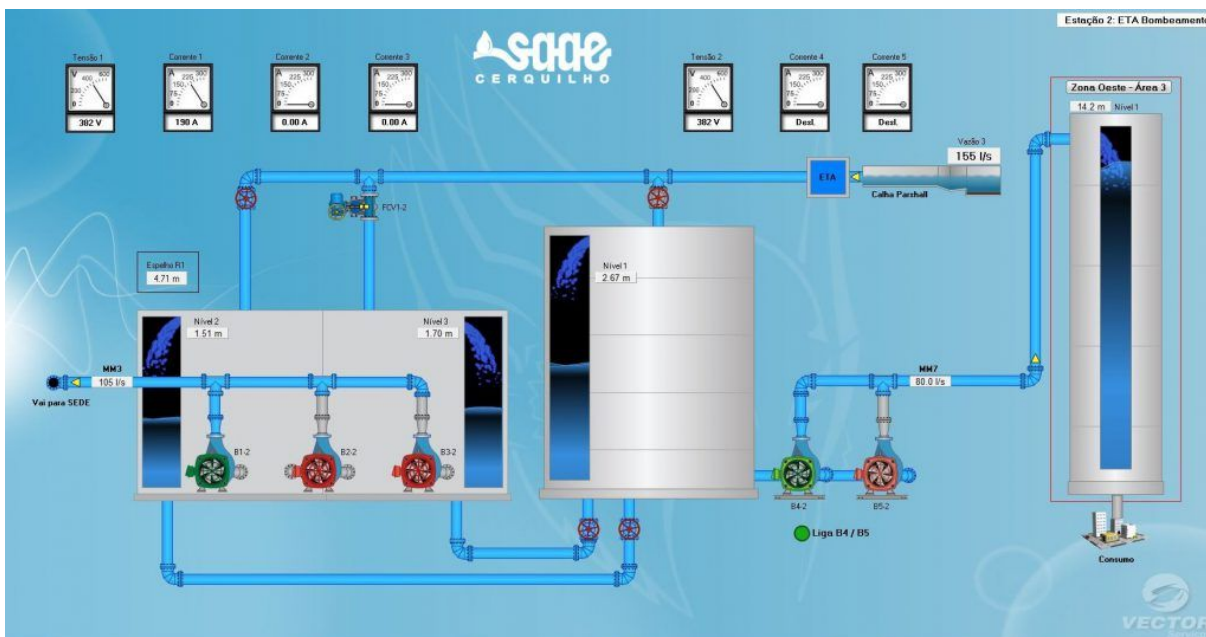


**Fonte: ALFACOMP (2020a)**

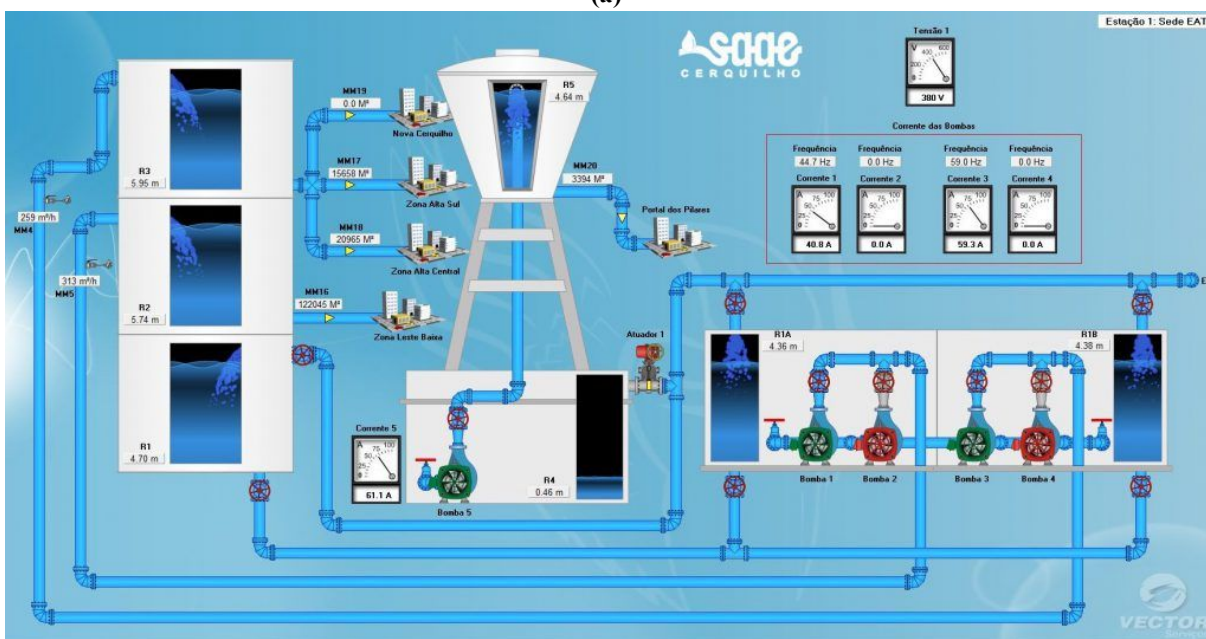
O município de Cerquillo - SP também monitora continuamente a captação de água no rio Sorocaba (Figura 12). “O Sistema de Telemetria do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cerquillo (SAAEC), foi desenvolvido com o intuito de melhorar o controle do abastecimento e consumo de água da nossa cidade”. (SAAEC, 2020).



Figura 12 - Sistema de Telemetria de Água em Cerquillo - SP



(a)



(b)

Fonte: SAAEC (2020)

Conforme Souza (2011), a tecnologia de automação em sistemas de saneamento tem a finalidade de melhorar os processos e a gestão das companhias, contudo não existe um padrão estabelecido de como fazê-lo de maneira a otimizar todos os recursos disponíveis, pois o método varia seguindo as condições financeiras e requisitos de cada empresa. O fato é que “mesmo os sistemas de abastecimento mais modernos do Brasil deverão ser aprimorados para

que os mesmos possam atender às necessidades crescentes de otimização dos recursos hídricos”.

### **2.3 Estudo de caso - SAAE de Mogi Mirim - SP**

O Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Mogi Mirim - SP é uma autarquia municipal responsável pela prestação dos serviços de água e coleta de esgoto do município. A agência reguladora dos serviços de saneamento das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Agência Reguladora PCJ ou ARE-PCJ) é a agência infranacional responsável por sua fiscalização e normatização.

O esgoto coletado pelo SAAE, atualmente 150 litros de esgoto por segundo, é destinado à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da SESAMM (Serviços de Saneamento de Mogi Mirim), uma empresa formada por meio do consórcio entre as empresas GS Inima Brasil, Sabesp e ECS Operações, responsável desde junho de 2012, por um período de 30 anos, pelos serviços de tratamento e destino final do esgoto sanitário do município de Mogi Mirim (SP). (SESAMM, 2020).

O processo de coleta e destinação do esgoto é feito por meio de redes coletoras e estações de bombeamento de esgoto, também chamadas de estação elevatória de esgoto. Por convenção, utilizaremos a primeira denominação ao longo deste trabalho.

Atualmente são seis as estações de bombeamento de esgoto no município alocadas em diferentes regiões e bairros da cidade: 1 - Linda Chaib (Figura 13), 2 - Parque Murayama, 3 - Parque Real II, 4 - EATON, 5 - Jardim Quartieri e 6 - Parque Imprensa. (Anexo A)

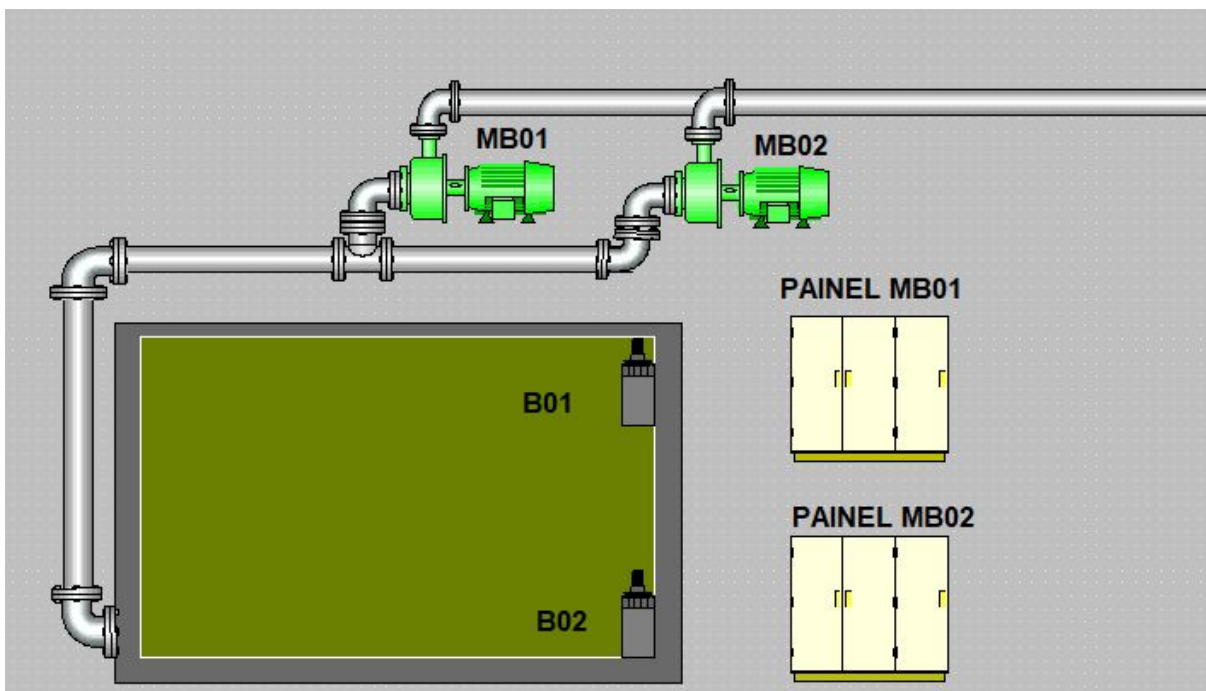
**Figura 13 - Estação de Bombeamento de Esgoto Linda Chaib**



**Fonte: Autoria Própria**

Cada uma das seis estações de esgoto do SAAE conta com um conjunto de equipamentos muito parecidos que compõem o processo de bombeamento da estação. Na figura 14 podemos identificar dois conjuntos de motobomba, dois quadros elétricos (um para cada motor) e duas boias elétricas para verificar quando o reservatório está baixo ou cheio.

**Figura 14 - Ilustração dos componentes básicos da estação de bombeamento**





**Fonte: Autoria Própria**

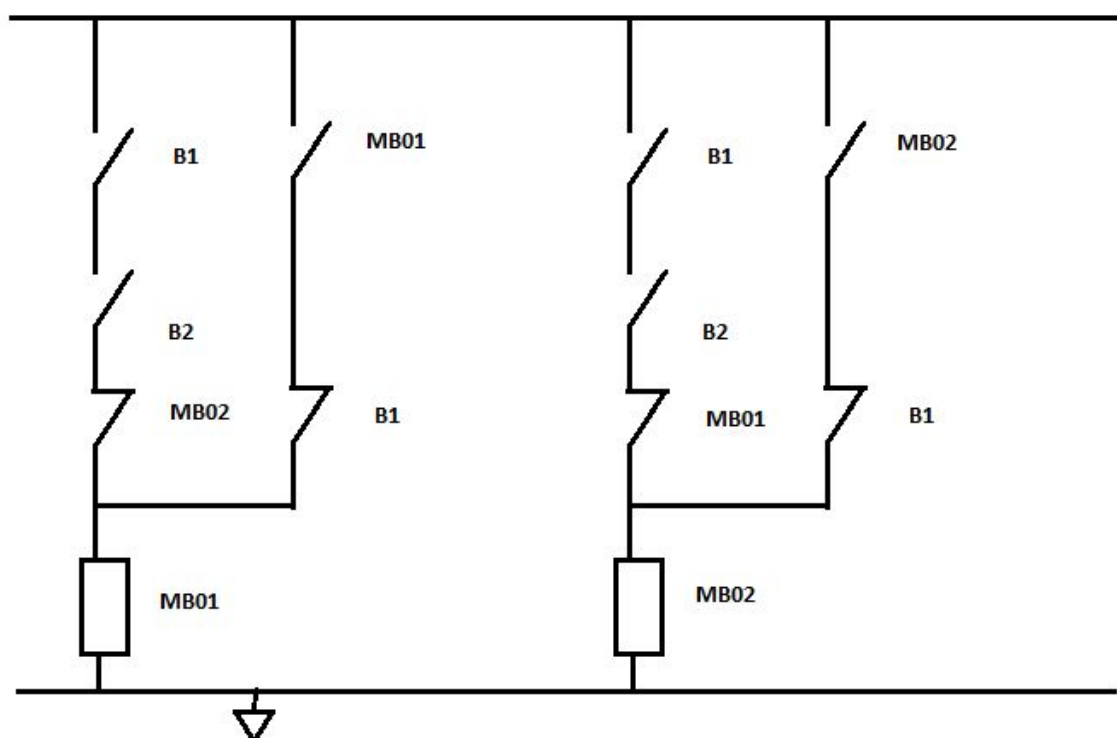
No interior do quadro elétrico estão feitas as configurações necessárias para orientar o funcionamento de cada motor. O acionamento do motor utiliza um equipamento conhecido como inversor de frequência para auxiliar a partida. O inversor de frequência permite uma partida suave do motor e elimina a necessidade de aquisição de um *soft-starter* (equipamento para acionamento e controle de motores elétricos), pois uma partida direta “poderia ocasionar torções mecânicas nos rotores, além de danificar mancais e comprometer vedações”. (FERREIRA *et al.*, 2008).

Para explicar o funcionamento dos equipamentos da estação de bombeamento de esgoto, será utilizado um diagrama elétrico que é representado na Figura 15. Conforme Petruzella (2013), o diagrama é útil na instalação de sistemas, pois permite montar fisicamente as conexões, exatamente conforme estiverem representadas, agilizando a instalação elétrica de um dispositivo e auxiliando nas tarefas de manutenção e identificação de defeitos.

“os diagramas são usados para mostrar as conexões ponto a ponto entre componentes de um sistema elétrico. Eles podem incluir números de identificação atribuídos a condutores em diagrama ladder e/ou códigos de cores. Bobinas, contatos, motores e semelhantes são mostrados na posição real em que seriam encontrados em um instalação.” (PETRUZELLA, 2013, p. 28)

No diagrama elétrico da Figura 15, pode-se entender como é feito o acionamento e desacionamento de cada motor presente na estação de bombeamento. Existem duas boias elétricas no reservatório de esgoto, sendo a primeira, representada por B1, responsável pelo desacionamento do motor. Sempre que o contato elétrico dessa boia se abre, o circuito entende que o poço está vazio e então desliga a bomba. Quando o nível do reservatório está acima do nível da boia B1, o contato da boia se fecha e então o circuito aguarda o próximo fechamento, o da boia B2. Essa boia indica que o reservatório está cheio, logo o motor MB01 ou MB02 será acionado, fechando o ciclo de funcionamento.

**Figura 15 - Diagrama de elétrico da estação**



**Fonte: Autoria Própria**

O processo envolvido nas estações de bombeamento de esgoto do SAAE, atende as necessidades fundamentais para a autarquia, no que diz respeito à destinação do esgoto por meio da utilização das bombas. Contudo, segundo Franchi (2014), os equipamentos elétricos conectados a rede elétrica estão sujeitos a alguns fatores como: sobretensão, curtos-circuitos e rotor bloqueado. Estes fatores podem causar problemas nos equipamentos, por isso é preciso adotar medidas de proteção e monitoramento a fim de prevenir danos.

Segundo informação do Anexo A, a instalação elétrica das estações de bombeamento de esgoto do SAAE conta com uma série de proteções para o sistema elétrico do local, como o isolamento independente de cada motor, disjuntores e demais práticas sugeridas pela norma brasileira para instalações elétricas NBR-5410. Logo, sempre que algum fator de falha ocorrer, os motores são desligados e os equipamentos ficam protegidos.

A maior dificuldade segundo Anexo A, é que muitas das vezes a identificação do que causou o desacionamento anormal do motor nem sempre é confirmada. Picos de energia, falta de fase ou algum outro fator, ocorrem e não é possível presenciar tais situações sem estar no

local. Nesses casos, quando o problema já se extinguiu, basta reiniciar (*reset*) o sistema para que tudo volte à normalidade.

Diferente do que acontece com as estações de bombeamento de esgoto, as estações de bombeamento de água e os reservatórios de água tratada contam com monitoramento, controle e aquisição de dados remotamente por meio do *software* SCADA Elipse E3. A utilização do *software* é importante para autarquia e por isso conta com um setor específico para sua utilização - setor de telemetria.

Levando-se em consideração o que foi apresentado e a tecnologia já empregada pelo SAAE em termos de automação das estações de bombeamentos de água, será apresentado neste estudo, um projeto de implementação do *software* SCADA Elipse E3 envolvendo as estações de bombeamento de esgoto. A intervenção deste estudo dará a oportunidade de melhorar todo o processo envolvido nas estações de bombeamento de esgoto do município.

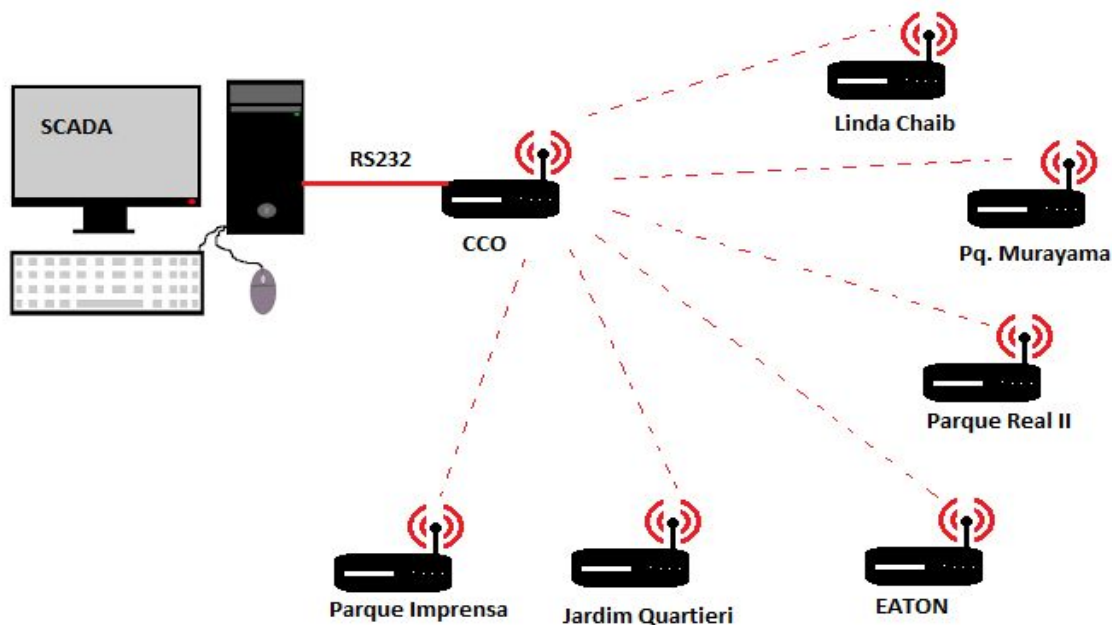
#### **2.4 *Software* de Supervisão e Aquisição de Dados para as Estações de Bombeamento de Esgoto do Município de Mogi Mirim - SP**

No decorrer deste estudo, foi apresentado todo o processo envolvido com o esgotamento sanitário no município de Mogi Mirim - SP realizado pelo SAAE. Neste tópico específico, será apresentada uma proposta de produto, por meio da implementação do *software* SCADA Elipse E3 para a supervisão e aquisição de dados remotamente das estações de bombeamento de esgoto.

O produto tem como objetivo solucionar os problemas que foram apresentados no começo deste trabalho, no tocante às estações de bombeamento de esgoto. A proposta é desenvolver um *software* do tipo SCADA para realizar a supervisão, controle e aquisição de dados, utilizando a ferramenta Elipse E3, que apresente todas as informações necessárias de cada estação.

Os dados da estação de bombeamento de esgoto, bem como o controle dos equipamentos elétricos, serão feitos por meio de equipamentos chamados CLP (Controlador Lógico Programável). A comunicação entre cada estação de bombeamento de esgoto e o centro de controle e operação (CCO) será feito utilizando uma infraestrutura de rede formada por rádios modem, conforme a Figura 16.

**Figura 16 - Infraestrutura de rede dos rádios-modem**



**Fonte: Elaboração Própria**

A infraestrutura de rede será composta por rádios modem do tipo RM2060 (vide Figura 17). Esse equipamento trabalha em frequências de 900 MHz e possui alcance de até 32 km com visada, distância mais que suficiente para atender as necessidades deste trabalho. Segundo o fabricante Alfacom (2020b), o equipamento RM2060 dispensa licença de operação junto a Anatel. O rádio modem opera em arquitetura servidor/cliente, permitindo construir redes ponto-a-ponto ou ponto-multiponto. Outro fator relevante é que possui comunicação serial RS485 e RS232, que será utilizada para a comunicação com o CLP da estação de bombeamento de esgoto.

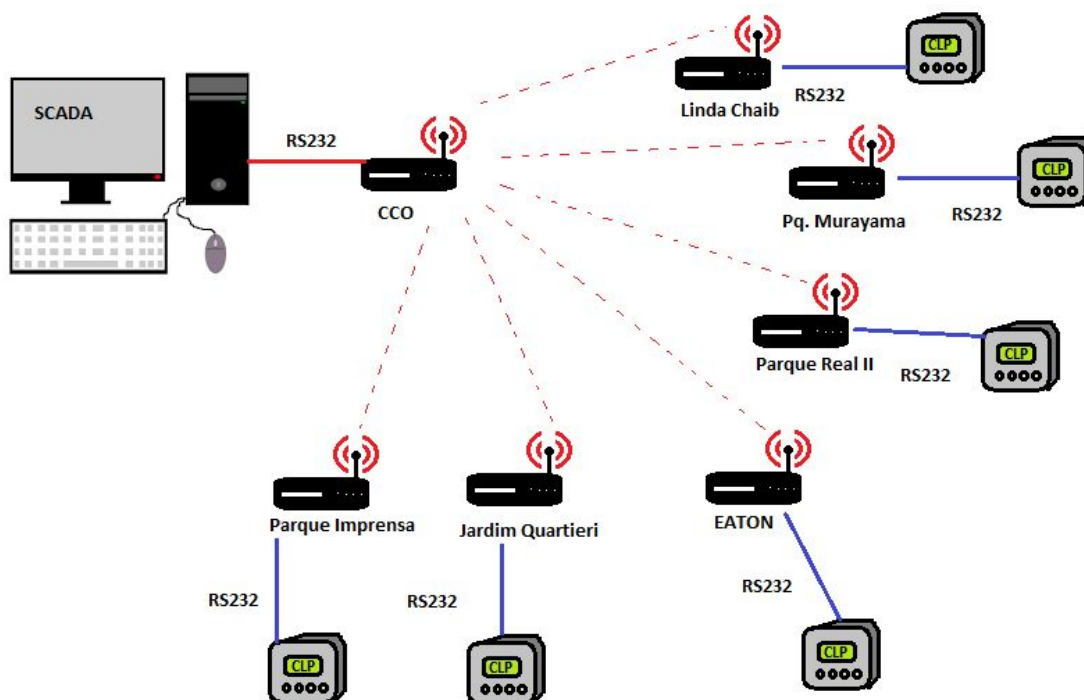
**Figura 17 - Rádio Modem RM2060**



**Fonte: Alfacomp (2020b)**

Em cada estação de bombeamento de esgoto, será necessário um rádio modem para receber e transmitir os dados entre o CCO e o CLP da estação. Podemos então demonstrar de modo mais claro o relacionamento entre os equipamentos, conforme a Figura 18. Cada estação terá seu conjunto de CLP e rádio modem. No CCO, na sede do SAAE, teremos um rádio modem mestre recebendo os dados e atualizando o *software* SCADA Elipse E3.

Figura 18 - Infraestrutura de rede com todos os equipamentos



Fonte: Elaboração Própria

O CLP da estação de bombeamento de esgoto será responsável por todo processamento de dados dos equipamentos elétricos presentes no local. Esses dados serão utilizados para operar os equipamentos e também para atualizar as telas do *software* supervisor no CCO. O CLP contém um conjunto de portas de entrada e saída quem são utilizadas conforme a necessidade.

Na Figura 19, é apresentado parte do código que é empregado no CLP. Esse código foi desenvolvido utilizando a linguagem LADDER<sup>3</sup>. As quatro linhas de código tem como objetivo específico o acionamento automático do motor 1, motor 2 e desacionamento automático do motor 1 e motor 2, nesta ordem. Os contatos **MB01\_OK** e **MB02\_OK**, são dados da memória do CLP que em determinado momento são processados para informar se não está ocorrendo algum problema que impeça o acionamento normal desses motores. O **BLOQ\_AUT** também é uma variável de memória do CLP cujo valor é proveniente do CCO e tem por objetivo identificar se a operação deve ser feita automaticamente ou deve aguardar por um controle manual vindo do CCO. As variáveis **CONFIRMA\_MB01** e

<sup>3</sup> LADDER - “linguagem de programação de Controladores Lógico Programáveis (CLPs) denominada de diagrama de contatos, ou Ladder. A palavra “Ladder” em inglês significa “escada”, nome este dado por causa da similaridade da linguagem com o objeto de uso diário”. (SILVA, 2007, p.2).





variáveis serão utilizadas pelo *software* SCADA Elipse E3 para manipular os dados que serão apresentados na tela do computador.

A Figura 20 apresenta essas variáveis de memória que serão mapeadas, podendo ser citados como exemplo as variáveis **VR1**, **VS1** e **VT1**, que representam as três fases da rede elétrica que alimentam o **MB01**. Essas variáveis são verificadas e processadas pelo CLP, a fim de desacionar e proteger o motor caso alguma fase esteja com subtensão ou ausente. Na parte do *software* supervisor, o mapeamento dessas variáveis permitirá verificar o valor do dado e assim gerar um alarme no sistema para que a pessoa que esteja monitorando entenda que está ocorrendo um problema de energia e acione o responsável, neste exemplo a concessionária de energia elétrica.

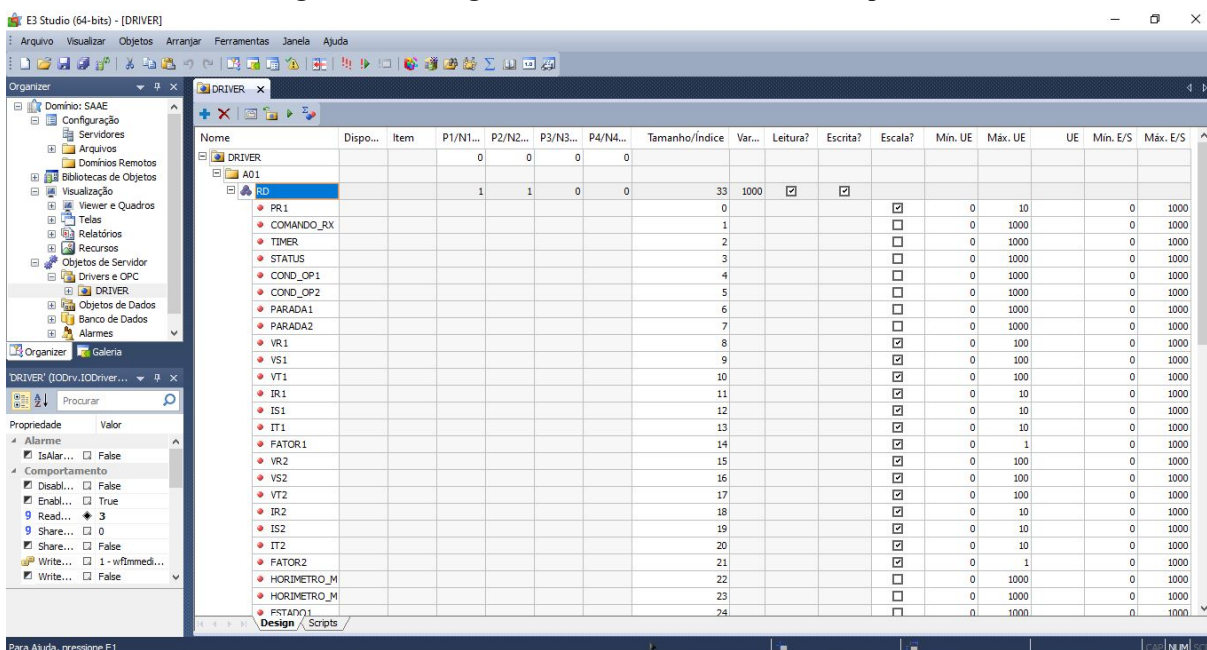
**Figura 20 - Variáveis de Memória do CLP**

```
PR1 AT %MW0 : WORD; (*Pressão1 de recalque*)
COMANDO_RX AT %MW1 : WORD; (* Copia do Comando recebido para ser enviado para o CCO *)
TIMER AT %MW2 : WORD; (* Segundeiro *)
STATUS AT %MW3 : WORD; (* Bits de status *)
COND_OP1 AT %MW4 : WORD; (*Condições operacionais MB01*)
COND_OP2 AT %MW5 : WORD; (*Condições operacionais MB02*)
PARADA1 AT %MW6 : WORD; (*Motivo do bloqueio MB01*)
PARADA2 AT %MW7 : WORD; (*Motivo do bloqueio MB02*)
VR1 AT %MW8 : WORD; (*Tensão da fase R1*)
VS1 AT %MW9 : WORD; (*Tensão da fase S1*)
VT1 AT %MW10 : WORD; (*Tensão da fase T1*)
IR1 AT %MW11 : WORD; (*Corrente da fase R1*)
IS1 AT %MW12 : WORD; (*Corrente da fase S1*)
IT1 AT %MW13 : WORD; (*Corrente da fase T1*)
FATOR1 AT %MW14 : WORD; (*Fator de potencial*)
VR2 AT %MW15 : WORD; (*Tensão da fase R2*)
VS2 AT %MW16 : WORD; (*Tensão da fase S2*)
VT2 AT %MW17 : WORD; (*Tensão da fase T2*)
IR2 AT %MW18 : WORD; (*Corrente da fase R2*)
IS2 AT %MW19 : WORD; (*Corrente da fase S2*)
IT2 AT %MW20 : WORD; (*Corrente da fase T2*)
FATOR2 AT %MW21 : WORD; (*Fator de potência2*)
HORIMETRO1_MB01 AT %MW22 : WORD; (*Horimetro*)
HORIMETRO1_MB02 AT %MW23 : WORD; (*Horimetro*)
ESTADO1 AT %MW24 : WORD; (*Estado da bomba 0=desligada 1=ligada*)
ESTADO2 AT %MW25 : WORD; (*Estado da bomba 0=desligada 1=ligada*)
FALHA1 AT %MW26 : WORD; (*Falha na MB01*)
FALHA2 AT %MW27 : WORD; (*Falha na MB02*)
COMANDO AT %MW100 : WORD; (* Comando recebido *)
SUB_V1 AT %MW101 : WORD; (*Valor de subtensão1*)
SOBRE_V1 AT %MW102 : WORD; (*Valor de sobretensão1*)
SUB_I1 AT %MW103 : WORD; (*Valor de subcorrente1*)
SOBRE_I1 AT %MW104 : WORD; (*Valor de sobrecorrente1*)
SUB_V2 AT %MW105 : WORD; (*Valor de subtensão2*)
SOBRE_V2 AT %MW106 : WORD; (*Valor de sobretensão2*)
SUB_I2 AT %MW107 : WORD; (*Valor de subcorrente2*)
SOBRE_I2 AT %MW108 : WORD; (*Valor de sobrecorrente2*)
```

**Fonte: Autoria Própria**

O mapeamento dos dados no *software* SCADA Elipse E3 é realizado na área de *Drivers e OPC*. Cada um desses dados será denominado como uma TAG<sup>4</sup> no sistema. Na Figura 21 é possível observar como foi feito a declaração e a configuração dessas TAG no *software*. Por conveniência, utilizou-se os mesmos nomes das variáveis do CLP, todavia, o mapeamento se dá pelo número de índice entre a TAG do *software* SCADA Elipse E3 e a variável de memória do CLP.

**Figura 21 - Configuração de TAGs de Drivers no Elipse E3**

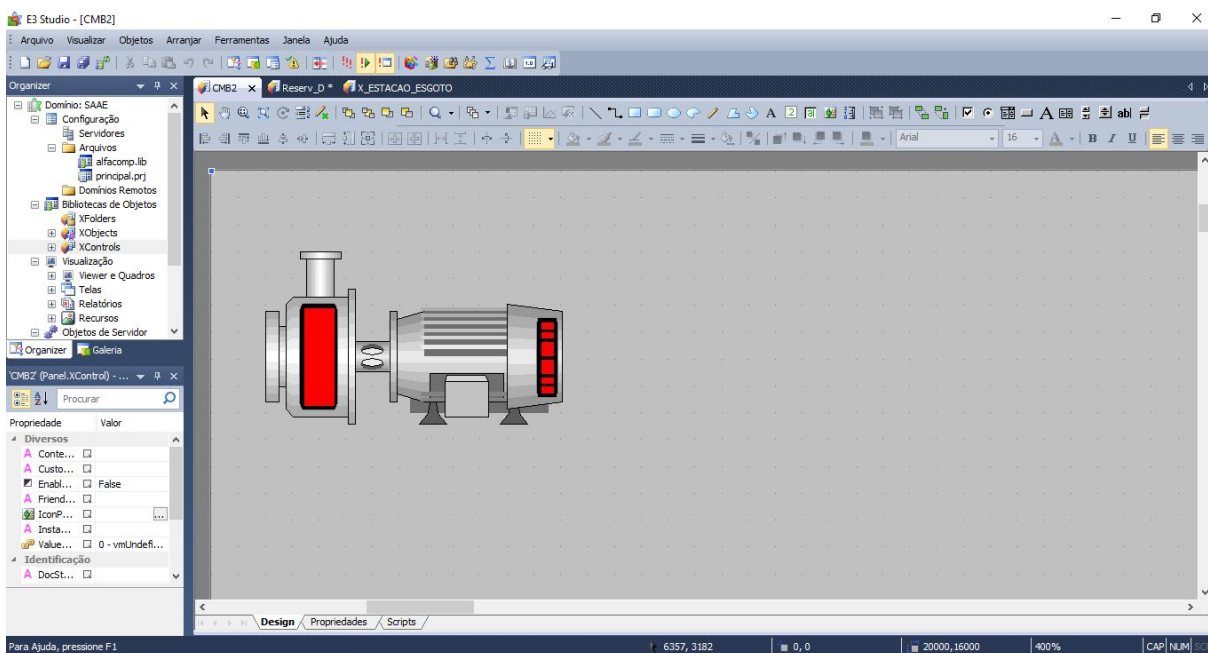


**Fonte: Autoria Própria**

Uma vez configurada todas as TAG que representam os dados provenientes de cada estação de bombeamento de esgoto, pode-se então desenvolver os objetos e as telas que representam as estações de bombeamento de esgoto, bem como os equipamentos presentes no local (motores, reservatório, quadros e demais desenhos). Na Figura 22 é apresentado o objeto que representará o conjunto de motobomba da estação de bombeamento de esgoto.

<sup>4</sup> TAG - Uma TAG pode ser entendida como uma variável do sistema SCADA

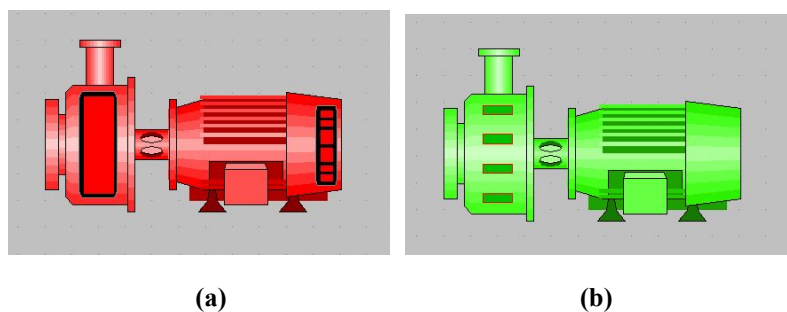
**Figura 22 - Objeto Motobomba**



**Fonte: Autoria Própria**

Cada objeto possui uma propriedade que pode ser conectada com uma TAG e assim alterar seu valor. No caso do conjunto motobomba da Figura 22, a propriedade da **backgroundcolor** está relacionada com a TAG de estado do motor proveniente do CLP. Assim, se o motor estiver ligado na estação de bombeamento de esgoto, o objeto ficará com a cor vermelha (Figura 23 - a) e caso esteja desligado, ficará na cor verde (Figura 23 - b).

**Figura 23 - Modificação da cor do objeto Motobomba**

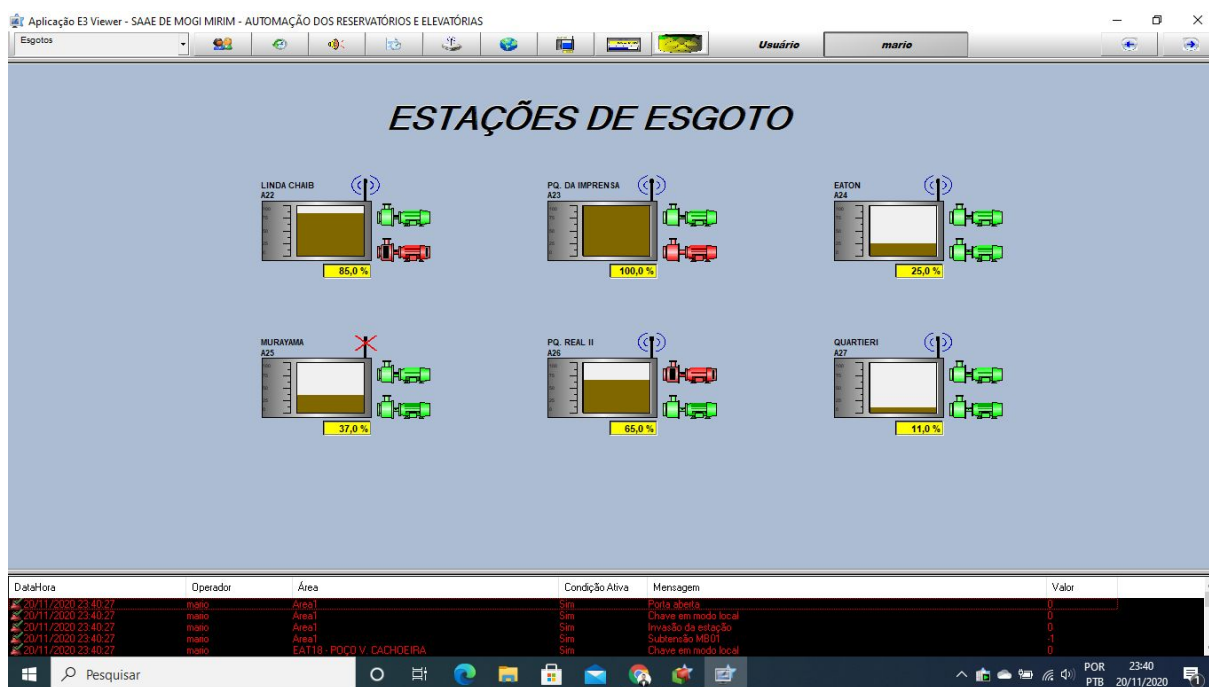


**Fonte: Autoria Própria**

Após a criação de cada um dos objetos representativos da estação de bombeamento de esgoto, bem como definir suas propriedades e conectá-las com as respectivas TAG pode-se então criar as telas do sistema com as características que representam o local. Na Figura 24,

pode-se verificar a tela que representaria todos os reservatórios de esgoto das estações, e também a situação dos motores de cada estação.

**Figura 24 - Tela das Estações de Bombeamento de Esgoto**

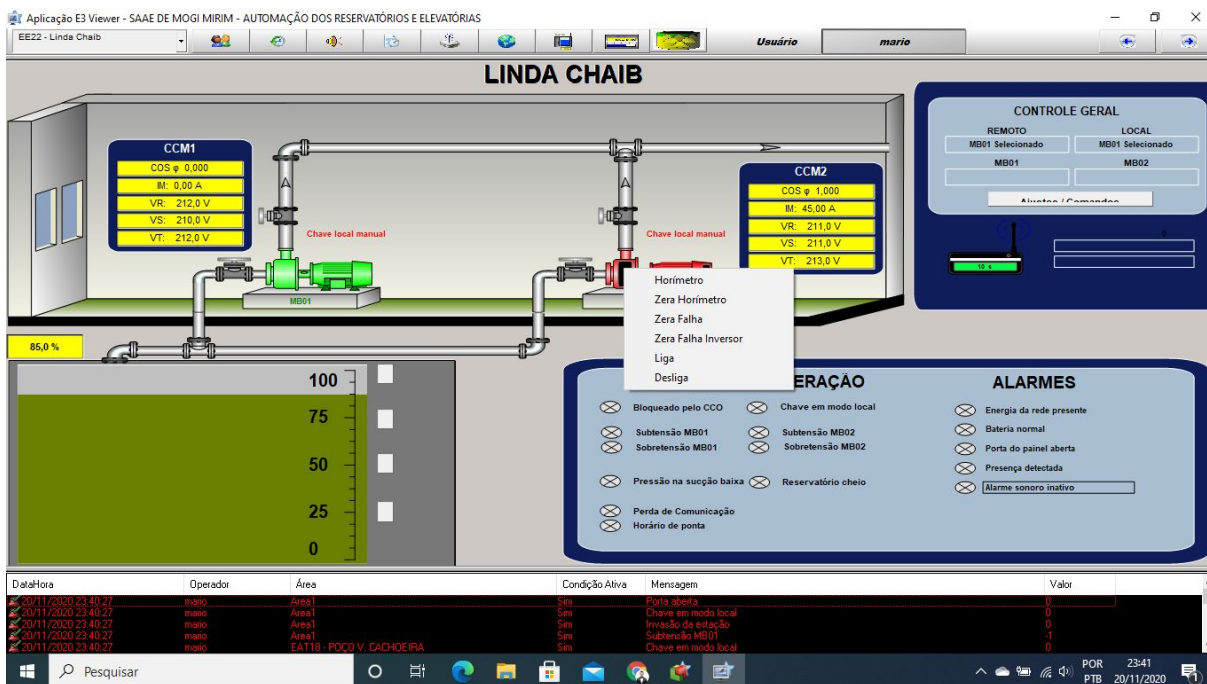


**Fonte: Autoria Própria**

Na Figura 25, é possível observar a tela com informações mais detalhadas de cada estação de bombeamento de esgoto. Por meio dessa tela, seria possível acompanhar todas as grandezas, bem como enviar comandos de controle para a estação, como por exemplo, inverter o motor que está em funcionamento.



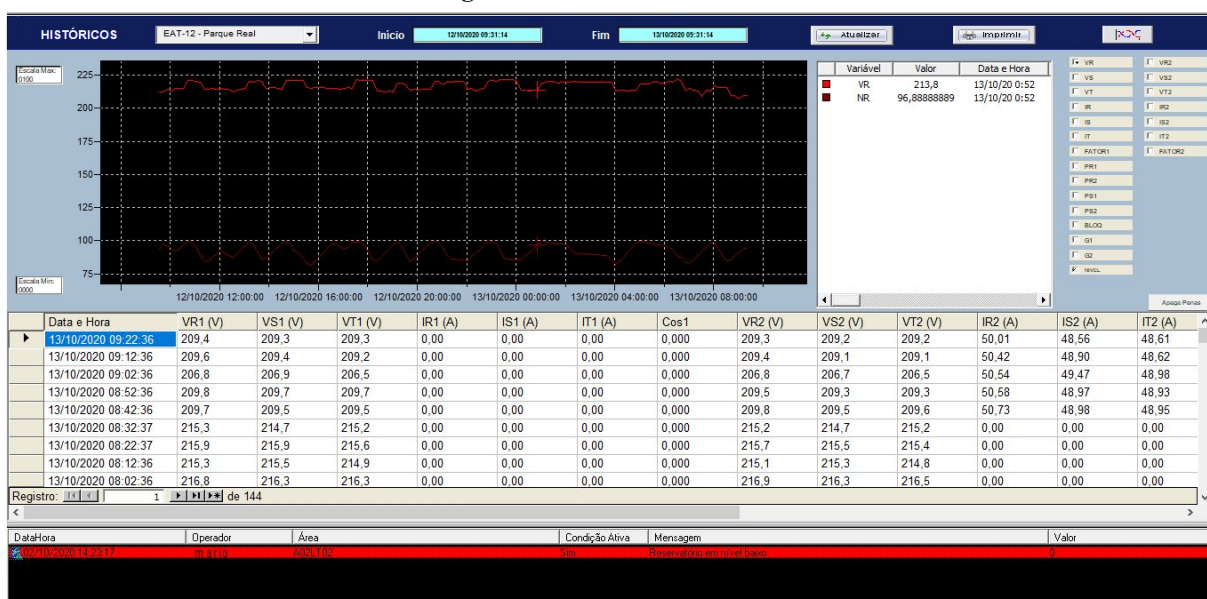
Figura 25 - Tela Detalhada da Estação de Bombeamento de Esgoto



Fonte: Autoria Própria

O *software* SCADA Elipse E3 possui outra funcionalidade bastante importante que é a possibilidade de gravar os dados considerados importantes em um banco de dados. Isso permite a consulta de históricos de cada estação de bombeamento de esgoto, sendo útil para identificar e acompanhar anormalidades. A Figura 26 apresenta a tela com a implementação de um histórico dos registros da estação.

Figura 26 - Tela de Históricos



**Fonte: Autoria Própria**

Conforme pode ser observado, o produto tem condições de atender as demandas de supervisão e controle das estações de bombeamento de esgoto do SAAE. O fato de já existir um setor responsável por operar o sistema SCADA das estações de bombeamento de água, reforça que o produto seria bem aproveitado pela autarquia, além de proporcionar benefício ao processo de bombeamento de esgoto do município.

## **2.5 Análise e Discussão dos Resultados**

Os serviços de saneamento básico são importantes para o desenvolvimento de um país como o Brasil, por essa razão a Lei N° 14026 de julho de 2020 busca universalizar e qualificar as prestações desses serviços. O relatório de 2018 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), apontou que apenas 53,2% da população era atendida com serviços de coleta de esgoto, e apenas 45,3% possuía tratamento de esgoto, ou seja, há muito o que se fazer para chegar à universalização do serviço de esgotamento sanitário.

É evidente a necessidade das empresas de saneamento no Brasil de melhorar seus processos operacionais, mas também de adquirir novas tecnologias, principalmente por anseios do ponto de vista ambiental e de sustentabilidade, visando uma eficácia energética. Nos últimos anos, os avanços tecnológicos produziram diversos equipamentos e sistemas computacionais sofisticados, destinados a automatizar os sistemas de fornecimento de água e esgotamento sanitário.

Dentre as tecnologias que puderam ser apresentadas neste estudo ficou evidente que a combinação de *softwares* do tipo SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) juntamente com equipamentos CLP (Controlador Lógico Programável) têm grande potencial para atender as necessidades de eficácia da gestão e controle do setor de serviços de saneamento.

Em face aos objetivos deste estudo, puderam ser analisados dados e informações para entender a situação atual do Brasil, no tocante aos serviços de esgotamento sanitário, bem como as tecnologias que estão sendo empregadas para melhorar a atuação do setor. A fim de justificar a importância deste trabalho, o estudo de caso do SAAE de Mogi Mirim - SP foi

utilizado para evidenciar os impactos que a carência tecnológica pode causar ao município e ao meio ambiente.

No estudo de caso foram pontuadas situações passíveis de melhoria como: deslocamento diário de equipes para verificar a situação das estações de bombeamento de esgoto; atraso na identificação de problemas; ineficiência energética; possibilidades de transbordamento de esgoto e impactos ambientais. Diante disso, a proposta de implementação de *software* SCADA Eclipse E3, surge como uma iniciativa de resolução destes problemas.

Conforme Lima (2001), o cálculo com custo de transporte depende de diversos fatores: rotas, combustível, manutenção, depreciação, dentre outros. Não serão apresentados valores explícitos neste estudo, devido à falta de acesso à essas informações. Contudo, deve-se deixar claro que eles existem e têm impactos nas despesas operacionais do SAAE.

A infraestrutura de comunicação do sistema via rádio modem, proposta no tópico anterior, permite ao sistema SCADA Eclipse E3 capturar as informações de cada estação remotamente com intervalos próximos dos 10 segundos. Assim sendo, extingue-se a necessidade diária de deslocamento de equipes apenas para vistorias simples, liberando-as para realização de demais tarefas do setor de manutenção de esgoto.

Em relação à identificação de problemas, segundo Gomes (2009), os diagnósticos de problemas por pessoal sem conhecimento de hidráulica, mecânica ou elétrica podem ser falhos, acarretando ineficiência energética ao sistema. O fato do sistema do tipo SCADA permitir a captação de diversas informações relevantes da estação, possibilita a identificação específica de uma série de problemas, bem como o acionamento da equipe apta para resolvê-los.

Conforme Franchi (2014), os equipamentos elétricos estão sujeitos a alguma falha elétrica, seja ela interna ao equipamento ou decorrente da rede elétrica externa. Algumas dessas falhas são: sobretensão; queda de tensão; desequilíbrio ou falta de fases; curtos-circuitos; rotor bloqueado por sobrecarga. Tais falhas podem causar: avarias graves nos componentes do circuito, diminuição da vida útil e aumento de manutenções corretivas.

Do ponto de vista da eficácia energética fica evidente que equipamentos elétricos necessitam de monitoramento constante para garantir seu adequado funcionamento. A combinação de um *software* SCADA em conjunto com um CLP e demais sensores, tem se mostrado eficiente para atingir, ou ao menos se aproximar da eficácia energética sugerida pelo relatório do SNIS (2018).

O Relatório do SNIS (2018) também mostrou que foram registrados pelo menos 7.000 ocorrências de transbordamentos de esgoto em diversas cidades do Brasil. No estudo de caso do SAAE não existe este dado com o número de registro de ocorrências para se fazer uma comparação. Contudo, as entrevistas realizadas (ANEXO A) confirmaram que este problema também ocorre no município e algumas vezes é decorrente de uma estação de bombeamento de esgoto inoperante, que acaba sobrecarregando as redes coletoras de esgoto.

O monitoramento remoto das estações de bombeamento de esgoto por meio da implementação do *software* SCADA agilizaria a retomada de funcionamento do bombeamento, haja vista a imediata identificação do problema e o acionamento da equipe de manutenção. Assim, menor o tempo inoperante da estação e consequentemente menor as chances de ocorrência de transbordamento de esgoto bem como seus respectivos impactos ao meio ambiente.

Por fim, o SNIS (2018) diz que o “estabelecimento de ações contínuas de redução e controle de energia assegura benefícios em curto, médio e longo prazos, com eficiência e eficácia”. Dentre estas ações está o monitoramento de parâmetros elétricos e hidráulicos para instalações de elevado consumo, como no caso das estações de bombeamento de esgoto de Mogi Mirim - SP. Ação esta que pode ser plenamente atendida pelas tecnologias apresentadas neste estudo.



### 3 - Considerações finais

Por meio deste estudo foi possível entender a atual situação dos serviços de saneamento básico no Brasil, especificamente em relação ao serviço de esgotamento sanitário. A atualização do “Marco Legal do Saneamento Básico”, por meio da Lei Nº 14026, mostra o quão relevante é o assunto nos dias atuais para o país. Mais do que universalizar a prestação dos serviços de saneamento básico, também é preciso pensar na qualidade e na eficácia do serviço prestado.

No Brasil, a Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA) é a entidade governamental responsável por fornecer diretrizes e normas para a prestação dos serviços de saneamento básico. Dentre essas diretrizes, destaca-se a busca pela eficácia energética e a redução de impactos ao meio ambiente. Neste contexto, a utilização de novas tecnologias tem se mostrado benéfica para o setor, que a cada ano aumenta o investimento em equipamentos e novas tecnologias.

Observa-se uma tendência das empresas que prestam serviços de fornecimento de água e esgotamento sanitário para aquisição de tecnologias de automação de processos. A automação agiliza a tomada de decisão e padroniza os processos operacionais, trazendo benefícios a curto, médio e longo prazo. Os sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados conhecidos como SCADA, juntamente com Controlador Lógico Programável (CLP), têm ganhado cada vez mais adesão dessas empresas devido aos benefícios proporcionados.

Para guiar os procedimentos deste estudo, foram utilizadas metodologias de pesquisa científica. A metodologia auxilia a coleta de dados, assim como ajuda a esclarecer o contexto da temática envolvida com saneamento básico e as tecnologias de controle e automação que são empregadas no setor.

Por meio de entrevistas pré-estruturadas, foi possível levantar informações sobre o SAAE de Mogi Mirim - SP. A análise e sintetização das informações, permitiu traçar uma proposta de intervenção por meio de um produto de *software* SCADA, que pudesse empregar o que existe de tecnologia atual para atender as necessidades de inovação tecnológica da autarquia.

Os objetivos gerais e específicos definidos neste estudo foram alcançados durante as etapas de desenvolvimento. Os dados e informações obtidas do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), assim como o levantamento bibliográfico sobre

tecnologias de controle e automação, evidenciaram o cenário do esgotamento sanitário no Brasil, que ainda está aquém do desejado.

Ao final, fora apresentada uma proposta de *software* SCADA utilizando a ferramenta Elipse E3, que sintetiza o que há de tecnologia atual no setor e possui grande potencial para produzir melhorias em todo o processo envolvido com a prestação do serviço de esgotamento sanitário pelo SAAE, além de gerar benefícios econômicos e ambientais para o município de Mogi Mirim - SP.

Concluindo, este estudo ampliou a compreensão sobre as tecnologias com potencial para gerir de forma mais eficiente a gestão do serviço de esgotamento sanitário. O acervo bibliográfico sobre o tema ainda é bem escasso, contudo as entidades governamentais responsáveis pela fiscalização e normatização do setor como a Agência Nacional de Águas e Saneamento, disponibilizam relatórios anuais com dados e informações do setor que auxiliam na compreensão e estudo do tema no cenário nacional.

## Referências

**ALFACOMP.** Telemetria da água no SAEMAS de Sertãozinho - SP. Disponível em: <<https://www.alfacomp.ind.br/case/telemetria-da-agua-no-saemas-de-sertaozinho-sp/>>.

Acesso em: 07 de Nov. 2020a.

**ALFACOMP.** Telecomunicações. Disponível em: <[https://alfacomprbrasil.com/telecom/?gclid=Cj0KCOjw8fr7BRDSARIsAK0Qqr7ACEvdXgl8\\_-DvAynaG1reH\\_fgBBXlCTHIYv3CxWbzsv8Wbc8sax4aAgWtEALw\\_wcB/](https://alfacomprbrasil.com/telecom/?gclid=Cj0KCOjw8fr7BRDSARIsAK0Qqr7ACEvdXgl8_-DvAynaG1reH_fgBBXlCTHIYv3CxWbzsv8Wbc8sax4aAgWtEALw_wcB/)>. Acesso em: 09 out. 2020b.

**ANA.** Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Panorama do Saneamento Básico no Brasil. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/saneamento/panorama-do-saneamento/panorama/>>. Acesso em: 05 de Nov. 2020.

**BRASIL,** Governo do Brasil. Novo Marco de Saneamento é sancionado e garante avanços para o País. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2020/07/novo-marco-de-saneamento-e-sancionado-e-garante-avancos-para-o-pais/>>. Acesso em: 22 set. 2020.

**BOYER, S. A.** SCADA: Supervisory Control and Data acquisition. 3. ed. , 2004.

**CAVALLI, O; MEINERS, F.** Internet das Coisas e Inovação na América Latina. 2016. Mimeogr.

**CONAMA.** CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 1. 1986.

**ELIPSE SOFTWARE.** Disponível em: <<https://www.elipse.com.br/produto/elipse-e3/>>. Acesso em: 03 out. 2020.

**EMPRESA METROPOLITANA DE ÁGUAS E ENERGIA S.A. Emae.** Disponível em: <<http://www.emae.com.br/conteudo.asp?id=Historico>>. Acesso em: 03 nov. 2020

**FRANCATO, A. L.; FRANCO BARBOSA, S.; ABDUL NOUR, A.** A Eficiência Energética na Operação Ótima de Estações, São Paulo, 2010.

**FRANCHI, C. M.** Sistemas de Acionamento Elétrico. Editora Saraiva, 2014.  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788536520292>

**FRANCHI, M.; CAMARGO, V. L. A.** Controladores Lógicos Programáveis - Sistemas Discretos. 1. ed. São Paulo : Editora Érica Ltda., 2008.

**FEHIDRO**, Fundo Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em:  
<https://fehidro.saisp.br/fehidro/index.html>>. Acesso em 09 de Nov. 2020.

**FERREIRA, R. A; SILVA, S. F. P.; DELAIBA, A. C.; BISPO, D.** Metodologia de eficiência energética aplicada em sistemas de bombeamento. Faculdade de Engenharia Elétrica de Uberlândia - UFU. Uberlândia - MG, 2008.

**GOMES, H. P.** SISTEMAS DE BOMBEAMENTO: Eficiência Energética. Editora Universitária – UFPB João Pessoa, 2009.

**LIMA, M. P.** O custeio do transporte rodoviário. Disponível em:  
<http://files.transporte-e-distribuicao.webnode.com/200000039-2985c2a7fa/Apostila%20-%2000%20custeio%20do%20Transporte%20Rodovir%C3%A1lio.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2020.

**MARTINS, A.B.; COSTA, C. C. R. C.; AZEVEDO, M. T.; KOFUJI, S. T.** Gerenciamento da água com a internet das coisas (iot): uma aplicação em plantas de saneamento. 2017. *Collectivus, Revista de Ciencias Sociales*, 4(2), 124-140. Disponível em:  
<https://doi.org/10.15648/Coll.2.2017.7/>> Acesso em 07. Nov. 2020.

**MENDONÇA, R.; MENDONÇA, L. C.** Sistemas Sustentáveis de Esgotos. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 2017

**MOTA, C. R.** Sistemas de coleta e transporte dos esgotos, 2015. Disponível em:  
<https://www.etg.ufmg.br/wp-content/uploads/2016/06/esgotamento-sanitario.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2020.

**NATURALTEC.** Estação Elevatória. NaturalTec. Disponível em:  
<https://www.naturaltec.com.br/estacao-elevatoria/>>. Acesso em: 30 set. 2020.

**PETRUZELLA, F.** Motores elétricos e acionamentos: Série Tekne. Bookman Editora, 2013.

**PETRUZELLA, F.** Controladores Lógicos Programáveis. 4. ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda., 2014.

**PINHEIRO, J. M. S.** Projeto de Redes. Projeto de Redes, 2006. Disponível em: <[https://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo\\_redes\\_de\\_supervisao\\_e\\_controle.php](https://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_redes_de_supervisao_e_controle.php)>. Acesso em: 4 nov. 2020

**PREFEITURA,** Site da Prefeitura de Mogi Mirim. Disponível em: <<http://www.mogimirim.sp.gov.br/acidade/>>. Acesso em: 22 set. 2020.

**RIBEIRO, BEATRIZ. C.** Tecnologia e Inovação no Saneamento Básico: uma análise das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs) do Brasil. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS. 2018. [http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/334272/1/Ribeiro\\_BeatrizCouto\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/334272/1/Ribeiro_BeatrizCouto_M.pdf)

**SAAE,** Site do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Mogi Mirim. Disponível em: <<http://www.saaemogimirim.sp.gov.br/historia.html/>>. Acesso em: 22 de Set. 2020.

**SAAEC.** Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cerquilha: Telemetria. Disponível em: <<https://www.saaec.com.br/agua/telemetria/>>. Acesso em: 07 de Nov. 2020.

**SESAMM,** Site do Serviços de Saneamento de Mogi Mirim. Disponível em: <<http://www.sesamm.com.br/pagina/quem-somos/>>. Acesso em 01 de Out. 2020.

**SILVA, M. E.** Controladores Lógico Programáveis. Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba. Escola de Engenharia de Piracicaba. 2007. Disponível em: <<http://groupmaxi.com.br/parker/produtos-omrom-plc.pdf>>. Acesso em 07 de Dez. 2020.

**SNIS,** Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto - 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018/>>. Acesso em: 06 de Nov. 2020.

**SOUZA. M.** Gestão e Otimização Integrada do Ciclo de Saneamento Pelo Emprego Combinado de Sistemas Especialistas com Sistema Supervisórios em Tempo Real de

Operação. 2011. Tese (Doutor em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

**TSUTIYA, T. M.; ALEM SOBRINHO, P.** Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. São Paulo: Epusp/PHD, 1999.

**VTSCADA SOFTWARE.** VTScada, 2020. Disponível em:  
<<https://www.vtscada.com/process-displays/>>. Acesso em: 31 out. 2020.

## **Anexo A - Entrevistas com funcionários do SAAE de Mogi Mirim - SP**

### **Entrevista 1**

**Nome:** Adilson

**Cargo:** Eletricista

**Setor:** Elétrica

**Pergunta 1 - Qual a quantidade de estações de bombeamento de esgoto o SAAE possui atualmente?**

Hoje são seis estações, EATON no distrito industrial, Parque da Imprensa e Murayama na zona norte da cidade, Linda Chaib e Jardim Quartieri na Zona Leste e Parque Real na Zona Sul.

**Pergunta 2 - Qual a frequência que são realizadas visitas ou manutenções em cada local?**

A equipe de elétrica realiza visitas duas vezes por semana, porém o pessoal do setor de esgoto passa nas estações diariamente, duas ou três vezes ao dia. As manutenções preventivas são feitas uma vez por meses ou quando verificamos que as condições dos equipamentos necessitam de troca, mas pode variar dependendo da demanda de serviços do setor.

**Pergunta 3 - O que acontece se os motores ficarem muito tempo desligados, pode acontecer transbordamento de esgoto?**

Se ficar muito tempo parado sim, mas é difícil de transbordar, porque temos um motor reserva em cada estação, quando acontece algum problema no motor principal, colocamos o reserva para funcionar enquanto fazemos o reparo no principal.

**Pergunta 4 - Quais problemas elétricos e mecânicos costumam acontecer nas estações de bombeamento de esgoto?**

Os equipamentos sofrem desgastes naturais com o uso, na parte mecânica geralmente são os acopladores que costumam quebrar devido ao uso e também pelos objetos presentes no esgoto mas o setor de mecânica que resolve. Na parte elétrica, geralmente, é necessário a troca de contadores queimados que acionam os motores. Sensores também podem apresentar problemas e precisam ser substituídos. Algumas vezes acontecem picos de tensão na rede externa que desarma nossos disjuntores de proteção. Falta de energia geralmente é a principal razão para os motores ficarem parados.

**Pergunta 5 - Quais os equipamentos elétricos presentes no local?**

Nas estações temos os motores elétricos, cada qual possui um quadro elétrico específico junto a inversor de frequência para controle da partida e filtragem de picos de corrente. Tem as boias elétricas para comandar o funcionamento do motor. Sensores de pressão e presença para acionar iluminação.

**Pergunta 6 - Como é feita a identificação de problemas no motor ?**

Quando um motor não funciona, verificamos alguns itens:

- fornecimento da energia da rede externa;
- existência de todas as fase da rede elétrica;
- disjuntor, que pode estar desarmado devido à um pico de energia;
- bóia com problemas no seus contatos;
- contator que é responsável pelo acionamento do motor.

Se ao menos um dos itens citados estiver com problema, o motor não funcionará.

**Entrevista 2**

**Nome:** Pedro

**Cargo:** Ajudante de Serviços Gerais

**Setor:** Manutenção de Esgoto

**Pergunta 1 - Quais as principais tarefas diárias do setor de manutenção de esgoto?**

Atendemos os problemas que envolvem a rede de esgoto, entupimentos e vazamentos de esgoto em PV's são as principais ações do dia-a-dia. Há uma equipe que faz ligações de esgoto nova e realiza manutenção de manilhas de esgoto quando quebram. Fazemos reparos de calçada quando o SAAE quebra para fazer algum serviço. E passamos para visitar os bombeamentos de esgoto para verificar se as bombas estão funcionando.

**Pergunta 2 - Com que frequência é feito as visitas nas estações de esgoto e quanto tempo gastam no trajeto?**

Todos os dias visitamos as estações, geralmente vamos já no início do expediente quando não há ordem de serviço de emergência na fila de atendimento. Após o almoço realizamos uma nova visita nas estações.. O tempo consumido para percorrer e verificar cada



estação é de aproximadamente uma hora e meia, mas se houver alguma ordem de serviço próximo a gente desvia o trajeto.

**Pergunta 3 - Como vocês identificam se está acontecendo algum problema?**

Entramos no local e verificamos se o motor está ligado e se não está emitindo algum som diferente. Quando o motor está desligado, verificamos se o poço não está cheio. Pois se estiver cheio a bomba deve ser ligada.. Outra maneira de identificar problemas na bomba é através de reclamação de consumidores relatando vazamento de esgoto na rua, indicando assim um possível problema na bomba.

**Pergunta 4 - Qual o procedimento quando a bomba não está funcionando?**

Primeiro verificamos o poço para certificarmos que não está apenas vazio, depois tentamos acionar o motor manualmente se não funcionar comunicamos ao nosso encarregado ou o pessoal da Elétrica e Mecânica.

**Entrevista 3**

**Nome:** Lucas

**Cargo:** Operador de Redes de Teleprocessamento

**Setor:** Telemetria

**Pergunta 1 - Quais as tarefas desenvolvidas no setor de telemetria e expediente de trabalho?**

Operamos o sistema de telemetria dos bombeamentos e reservatório de água. Verificamos constantemente os níveis dos reservatórios e as informações elétricas de cada motor. Operamos os motores e válvulas manualmente também conforme necessidade do momento. Conseguimos identificar problemas remotamente e acionamos as equipes para atender o chamado. Nós fazemos turno de 6 horas, trabalhando na escala de 4x2. O setor tem funcionários trabalhando 24 horas por dia 7 dias na semana inclusive feriados.

**Pergunta 2 - Quais informações conseguem visualizar?**

Conseguimos verificar as informações de tensão na rede elétrica e saber quando falta energia ou falta de fase. Também temos leitura da corrente do motor, pressão de recalque e

pressão de sucção nas tubulações. Informações de nível do reservatório e ajustes de parâmetros. É possível também saber se alguma pessoa invadiu o local com o sensor de porta aberta.

**Pergunta 3 - Qual o procedimento quando acontece alguma anomalia?**

Depende muito do problema, se for falta de energia a gente aciona a ELEKTRO que é a empresa responsável pelo fornecimento de energia da cidade. Se o motor apenas desligar enviamos um comando de reset e verificamos se normaliza, caso contrário passamos para o motor reserva e comunicamos o encarregado. Problemas com sensores de nível e pressão não tem o que fazer, só avisamos o encarregado e aguardamos pela substituição. E quando tem alarme de invasão a gente verifica na portaria se alguma equipe que saiu comunicou que iria para o local e ligamos para a pessoa para confirmar, se não conseguirmos contato avisamos o encarregado plantonista para que ele mande alguém verificar.

## Anexo B - Cronograma de tarefas

**Disciplina:** Trabalho de Conclusão de Curso para Engenharia de Computação - TCC400

**Tema gerador:** T5 - Tecnologia de Redes de Computadores, Projetos de Automação e Controle, Planejamento estratégico e inovação

**Título do trabalho:** Gerenciamento remoto das estações de bombeamento de esgoto no município de Mogi Mirim - SP

**Problema:** A falta de monitoramento remoto das estações de bombeamento impacta as atividades do setor de esgoto da autarquia deslocando mão de obra para apenas vistoriar as estações em detrimento a outras tarefas do setor.

**Objetivo:** Analisar o cenário atual do controle e automação em empresas de saneamento básico no Brasil e através de um estudo de caso propor um sistema de automação e gerenciamento para as estações de bombeamento de esgoto do município de Mogi Mirim - SP realizado pela autarquia municipal SAAE.

**Integrantes:** Freddy Nakasa, RA: 1401069

Mário Hélio Simões, RA: 1600356

<b>QUINZENA 1</b>	<b>Noções de Pesquisa: escolhendo um tema</b>				
<b>DATA INICIAL</b>	<b>ATIVIDADE / EVENTO</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>	<b>DATA FINAL</b>	<b>PREVISÃO DE HORAS GASTAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>31/ago</b>	Buscar temas de interesse que seja relevantes para o trabalho, filtrar os principais e definir a temática central	Freddy	<b>13/set</b>	60h	
<b>31/ago</b>	Buscar temas de interesse que seja relevantes para o trabalho, filtrar os principais e definir a temática central	Mário	<b>13/set</b>	60h	
<b>QUINZENA 2</b>	<b>Delimitação do tema e objetivos</b>				
<b>DATA INICIAL</b>	<b>ATIVIDADE / EVENTO</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>	<b>DATA FINAL</b>	<b>PREVISÃO DE HORAS GASTAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>14/set</b>	Fazer pesquisas sobre o tema definido e discutir propostas para delimitá-lo. Especificar problemas e objetivos.	Freddy	<b>27/set</b>	60h	

<b>14/set</b>	Fazer pesquisas sobre o tema definido e discutir propostas para delimitá-lo. Especificar problemas e objetivos.	Mário	27/set	60h	
<b>QUINZENA 3</b>	<b>Material e Métodos</b>				
<b>DATA INICIAL</b>	<b>ATIVIDADE / EVENTO</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>	<b>DATA FINAL</b>	<b>PREVISÃO DE HORAS GASTAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>28/set</b>	Definir quais os métodos serão utilizados para desenvolver o trabalho	Freddy	11/out	60h	
<b>28/set</b>	Montar a estrutura do trabalho conforme instrução da orientadora	Mário	11/out	60h	
<b>05/out</b>	Postar entrega parcial no AVA	Freddy	05/out		
<b>05/out</b>	Postar entrega parcial no AVA	Mário	05/out		
<b>QUINZENA 4</b>	<b>Definição do referencial teórico</b>				
<b>DATA INICIAL</b>	<b>ATIVIDADE / EVENTO</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>	<b>DATA FINAL</b>	<b>PREVISÃO DE HORAS GASTAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>12/out</b>	Levantamento de referencial teórico sobre o trabalho	Freddy	25/out	60h	
<b>12/out</b>	Levantamento de referencial teórico sobre o trabalho	Mário	25/out	60h	
<b>QUINZENA 5</b>	<b>Coleta de dados</b>				
<b>DATA INICIAL</b>	<b>ATIVIDADE / EVENTO</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>	<b>DATA FINAL</b>	<b>PREVISÃO DE HORAS GASTAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>26/out</b>	Visita ao SAAE para estudo de caso e levantamento de informações. Síntese das informações obtidas e definição de proposta de intervenção	Freddy	08/nov	50h	
<b>26/out</b>	Visita ao SAAE para estudo de caso e levantamento de informações. Síntese das informações obtidas e definição de proposta de intervenção	Mário	08/nov	50h	
<b>QUINZENA 6</b>	<b>Objetivos: Análise e discussão dos resultados</b>				

<b>DATA INICIAL</b>	<b>ATIVIDADE / EVENTO</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>	<b>DATA FINAL</b>	<b>PREVISÃO DE HORAS GASTAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>09/nov</b>	Documentar a proposta de intervenção e apontar os resultados obtidos com o trabalho.	Freddy	22/nov	60h	
<b>09/nov</b>	Documentar a proposta de intervenção e apontar os resultados obtidos com o trabalho.	Mário	22/nov	60h	
<b>QUINZENA 7</b>	<b>Objetivos: Considerações finais</b>				
<b>DATA INICIAL</b>	<b>ATIVIDADE / EVENTO</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>	<b>DATA FINAL</b>	<b>PREVISÃO DE HORAS GASTAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>23/nov</b>	Revisar o trabalho e apresentar as considerações finais	Freddy	06/dez	30	
<b>23/nov</b>	Revisar o trabalho e apresentar as considerações finais	Mário	06/dez	30	
<b>23/nov</b>	Gravar o vídeo	Freddy	06/dez	20	
<b>23/nov</b>	Gravar o vídeo	Mário	06/dez	20	
<b>QUINZENA 8</b>	<b>Objetivos: Entrega do TCC</b>				
<b>DATA INICIAL</b>	<b>ATIVIDADE / EVENTO</b>	<b>RESPONSÁVEL</b>	<b>DATA FINAL</b>	<b>PREVISÃO DE HORAS GASTAS</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
<b>07/Dez</b>	Entrega do trabalho no AVA	Freddy	07/dez	1	
<b>07/Dez</b>	Entrega do trabalho no AVA	Mário	07/dez	1	