

## **SISTEMA DE CONTROLE E MEDIÇÃO DE PARÂMETROS OPERACIONAIS EM ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO**

### **Rafael Francis Leite (1)**

Engenheiro Eletricista, Especialista em Saneamento Ambiental e Engenharia de Produção. Técnico Profissional na Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, Gerência de Pesquisa e Inovação – GPIN. Experiência nas áreas de Eletromecânica, Instrumentação, Controle e Automação Industrial em processos de Saneamento.

### **Alex Augusto Cordeiro (2)**

Tecnólogo em Automação Industrial, Técnico de Suporte Operacional – SANEPAR.

### **Alexandre Moreno Lisboa (3)**

Técnico Mecânico, SANEPAR

### **Silvia Santa Clara Pereira Reis (4)**

Tecnóloga em Gestão Comercial Elétrica, Técnica em Eletrotécnica – SANEPAR

### **Murilo Bertolino (5)**

Engenheiro Civil. Coordenador Engenharia e Macrossistemas – SANEPAR

Endereço (1): R. Engenheiros Rebouças, 1376, Rebouças, Curitiba, Paraná, Brasil - CEP 80215-900 - Brasil -  
Tel: +55 (41) 99908-0063 - e-mail: [rfleite@sanepar.com.br](mailto:rfleite@sanepar.com.br)

## **RESUMO**

Implantação de sistema controle operacional e aquisição de dados das grandezas medidas nas estações elevatórias de esgoto (ex. medição de vazão, nível, corrente das bombas, etc.)

Estudo de viabilidade econômica de implantação do projeto nas estações onde não obtenham sistema de supervisão implantado, na abrangência da GTESG (Gerência Tratamento Esgoto). Incluindo o levantamento dos melhores tipos de aplicação para cada sistema.

O projeto inclui a possibilidade de otimização no funcionamento em automático dos dispositivos eletromecânicos (bombeamento de processo) nas EEE (Estação Elevatória de Esgoto), desenvolvendo um novo controle de processo para obter a melhor eficiência energética.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Controle, Medição de Grandezas e Parâmetros Operacionais, Estações Elevatórias de Esgoto, Automação Industrial, Sistema Supervisório.

## **INTRODUÇÃO**

Diversas estações da Sanepar ainda não possuem controle remoto das grandezas, limitando-se a controles locais, necessitando a presença de colaboradores diariamente para operar os sistemas.

A otimização do funcionamento em automático permite maior eficiência energética nas elevatórias, contribuindo diretamente para redução de consumo de energia elétrica e no melhor uso dos recursos já instalados. Apresentará também melhoria na eficiência do efluente, através do acionamento contínuo do sistema de bombeamento na elevatória de esgoto bruto.

A busca pela excelência no controle operacional é um dos maiores desafios da Sanepar, devido à grande despesa com energia elétrica, e desgaste com extravasamento de esgoto em elevatórias.

Um melhor funcionamento remoto das elevatórias melhora diretamente indicadores como o IQCG (Índice de Qualidade de Custos e Despesas de Funcionamento com Infraestrutura), através da redução de consumo de energia elétrica.

Outros indicadores a serem melhorados são: Eficácia Operacional, Redução de Horas Extras, Aumento da vida útil dos equipamentos, redução no custo de manutenção, melhor eficiência no tratamento.

## OBJETIVO

Visando a excelência no controle operacional da Gerência de Esgoto, este projeto propõe alternativas para se obter o controle remoto de todas as Estações Elevatórias de Esgoto da GGML (Gerência Geral Metropolitana de Curitiba/PR).

Atualmente as EEE's têm apenas duas opções de Controle e Monitoramento Operacional: A primeira, mais eficiente, utiliza sistema de rádio para comunicação e Controladores Lógicos (CLP) para a interface com os elementos de campo. A segunda utiliza sinal de GPRS de celular para transmissão de dados através da Intranet da Sanepar, esta opção também utiliza CLP para interface com os instrumentos de campo.

Com o número de elevatórias passando de 100 em todo escopo da GGML (Curitiba e Região Metropolitana), menos de 30% das EEE apresentam um sistema de monitoramento à distância.

Este projeto visa desenvolver e buscar soluções para que todos estes sistemas sejam integrados e monitorados a distância. Através da pesquisa chegamos a três modelos para atender esta demanda com o menor custo e mantendo a confiabilidade dos dados.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Primeiramente é necessário manter e ampliar os sistemas integrados ao SCADA, que utilizam CLP e rádio como comunicação. Historicamente este tipo de projeto se tem mostrado eficaz, operando muitas vezes além da vida útil dos equipamentos empregados.

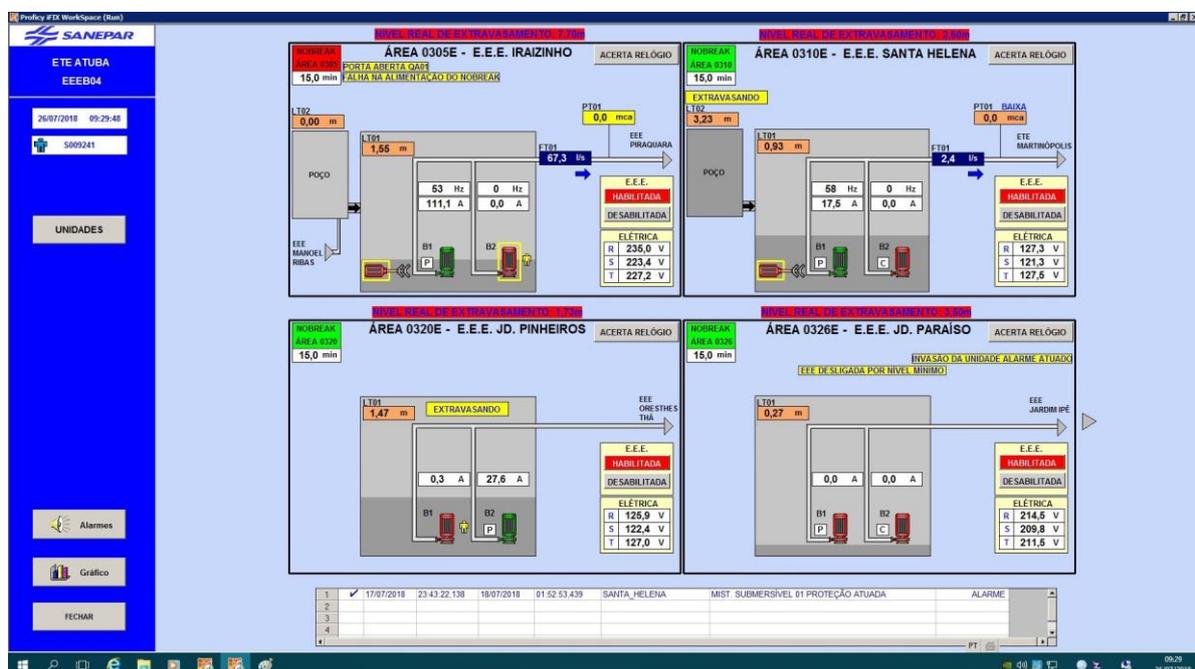


Figura 1 - Sistema SCADA EEE UI Iraí (ETE Atuba Sul)

O segundo modelo seria a implantação de Infralog nos sistemas, este modelo já está sendo usado pela GPDAE e Unidades regionais, monitorando poços e boosters. Nos sistemas da GTESEG, conseguimos a inclusão de 3 EEE para realizar testes, utilizando o saldo do contrato vigente. O Infralog é um sistema de telemetria que faz a aquisição e repasse de dados de campo via GPRS de telefonia celular, enviando as informações para acesso para

toda a empresa via Intranet, este sistema utiliza um hardware próprio, de fornecimento e manutenção através de contrato direto com o fabricante.

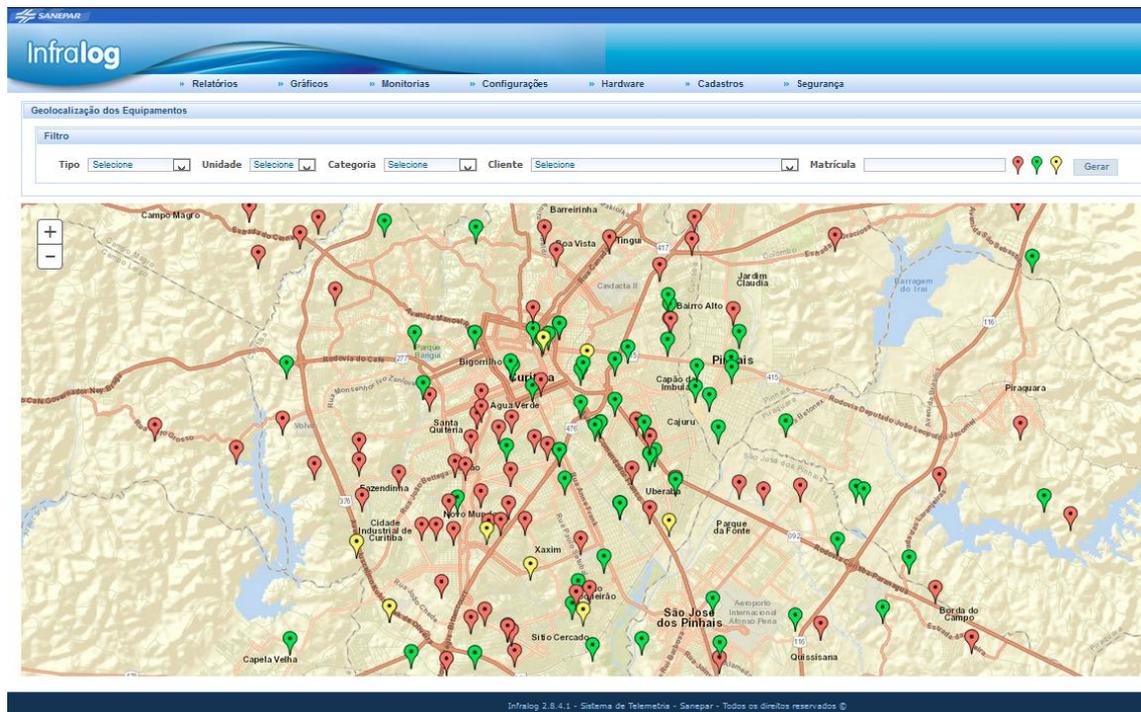


Figura 2 - Sistema INFRALOG Sistema SAIC (Distribuição de Água de Curitiba e Região)

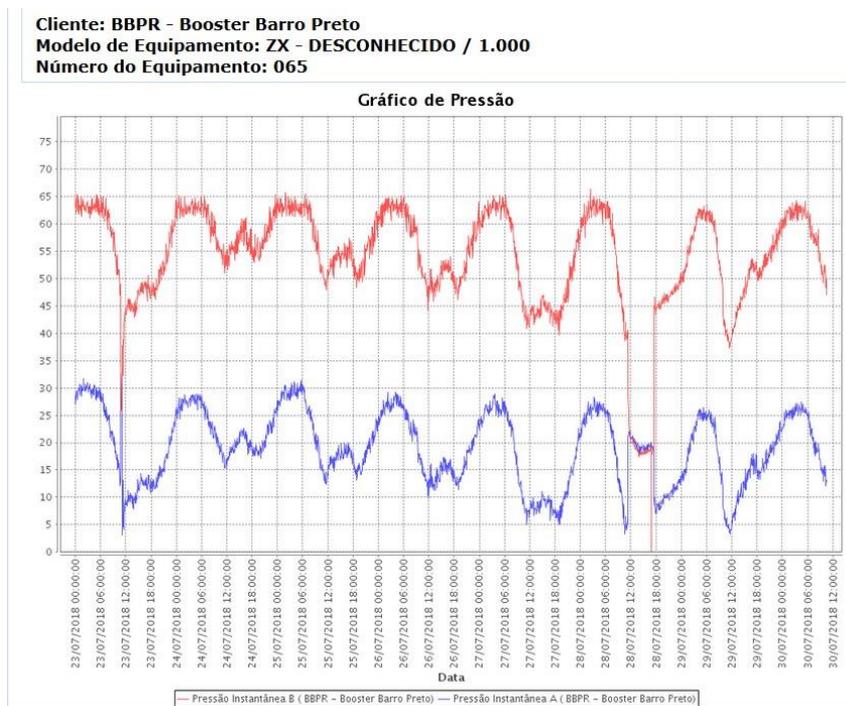
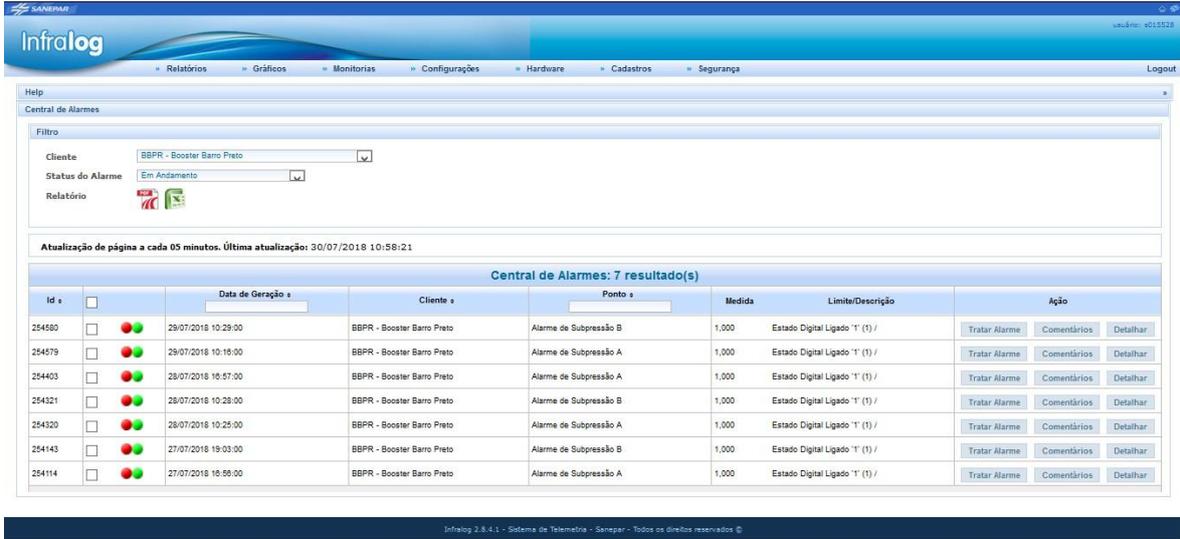


Figura 3 - Sistema INFRALOG – Booster Barro Preto – Gráficos gerados pelo sinal da Pressão da Rede



Atualização de página a cada 05 minutos. Última atualização: 30/07/2018 10:58:21

**Central de Alarmes: 7 resultado(s)**

Id		Data de Geração	Cliente	Ponto	Medida	Limite/Descrição	Ação
254580	<input type="checkbox"/>	29/07/2018 10:29:00	BBPR - Booster Barro Preto	Alarme de Subpressão B	1,000	Estado Digital Ligado "1" /	<a href="#">Tratar Alarme</a> <a href="#">Comentários</a> <a href="#">Detalhar</a>
254579	<input type="checkbox"/>	29/07/2018 10:16:00	BBPR - Booster Barro Preto	Alarme de Subpressão A	1,000	Estado Digital Ligado "1" /	<a href="#">Tratar Alarme</a> <a href="#">Comentários</a> <a href="#">Detalhar</a>
254403	<input type="checkbox"/>	28/07/2018 10:57:00	BBPR - Booster Barro Preto	Alarme de Subpressão A	1,000	Estado Digital Ligado "1" /	<a href="#">Tratar Alarme</a> <a href="#">Comentários</a> <a href="#">Detalhar</a>
254321	<input type="checkbox"/>	28/07/2018 10:28:00	BBPR - Booster Barro Preto	Alarme de Subpressão B	1,000	Estado Digital Ligado "1" /	<a href="#">Tratar Alarme</a> <a href="#">Comentários</a> <a href="#">Detalhar</a>
254320	<input type="checkbox"/>	28/07/2018 10:25:00	BBPR - Booster Barro Preto	Alarme de Subpressão A	1,000	Estado Digital Ligado "1" /	<a href="#">Tratar Alarme</a> <a href="#">Comentários</a> <a href="#">Detalhar</a>
254143	<input type="checkbox"/>	27/07/2018 19:03:00	BBPR - Booster Barro Preto	Alarme de Subpressão B	1,000	Estado Digital Ligado "1" /	<a href="#">Tratar Alarme</a> <a href="#">Comentários</a> <a href="#">Detalhar</a>
254114	<input type="checkbox"/>	27/07/2018 10:56:00	BBPR - Booster Barro Preto	Alarme de Subpressão A	1,000	Estado Digital Ligado "1" /	<a href="#">Tratar Alarme</a> <a href="#">Comentários</a> <a href="#">Detalhar</a>

Infraclog 2.8.4.1 - Sistema de Telemetria - Sabesp - Todos os direitos reservados ©

Figura 4 -Sistema INFRALOG – Booster Barro Preto – Status das condições de funcionamento

Para sistemas da GTESEG foi executada uma versão aprimorada do projeto Infraclog, implementando diversas novas funcionalidades como por exemplo: comando remoto das EEE, possibilitando gestão e reset de falhas dos equipamentos.

O novo projeto ficou denominado como TELELOG, que ampliou a cobertura que era de aproximadamente 30% para um índice superior a 90% das EEEs monitoradas em Curitiba e região metropolitana.

Algumas etapas foram seguidas para obter o êxito na implantação do projeto:

- Levantamento em campo para adequação do Quadro de Comando e Projeto Elétrico.
- Verificar a disponibilidade do material em estoque.
- Programação do Conversor de Frequência.
- Implantação dos Instrumentos em campo (Sensor Hidrostático, Indicador, Conversor, etc.).
- Montagem do comando elétrico.
- Realizar comissionamento e testes em campo.
- Desenvolver Relatório das variáveis (históricas) medidas na Estação. (Faturas de Energia Elétrica, Histórico de Manutenção, Remoção de Sólidos, etc.).
- Desenvolver Relatório das variáveis (após implantação) medidas na Estação. (Faturas de Energia Elétrica, Histórico de Manutenção, Remoção de Sólidos, etc.).
- Realizar análise do projeto, dos relatórios e do setor operacional. Verificando se existem oportunidades de melhoria.

O apoio da GTESEG, setor responsável pela operação, é fundamental para a efetividade do projeto. Muito importante também é a própria equipe técnica da GPIN (Ger. Pesquisa e Inovação). Outros setores também

podem ajudar muito nos desenvolvimentos futuros do projeto: GPIN (Ger. Pesquisa e Inovação), GTIN (Ger. Tecnologia da Informação), GPDAG (Ger. Produção de Água) e GPES (Ger. Projetos Especiais).

Apresentação dos benefícios do controle remoto das estações, as melhorias tanto para o setor operacional quanto para a manutenção.

## **RESULTADOS OBTIDOS**

### **Resultados financeiros:**

- Redução da possibilidade de multas ambientais, diminuindo o tempo de atendimento no caso de extravasamento de esgoto.
- Redução do consumo de energia elétrica, através de uma análise do histórico de funcionamento do bombeamento, ajustando os níveis de funcionamento das bombas, obtendo melhor eficiência no sistema;
- Redução no Custo de manutenção do sistema de bombeamento, graças à análise de grandezas elétricas que agora passariam a gerar um histórico de funcionamento;
- Melhoria na gestão de ativos, através dos dados do histórico, possibilitando a geração de relatórios justificando a substituição de dispositivos e equipamentos do sistema.

### **Resultados ambientais e sociais:**

- Com a gestão online das EEEs a possibilidade de extravasamento pode ser reduzida, também pode ser reduzido o tempo de extravasamento;
- Também teremos uma vazão mais contínua na elevatória de esgoto bruto, o que resulta numa melhor eficiência no tratamento;
- Com a implantação é esperado uma redução de custos na tarifa elétrica, melhora na eficiência do sistema de bombeamento e redução nos custos de manutenção.

### **Impactos na satisfação do consumidor final e imagem da companhia:**

- Aumento da confiabilidade da população no serviço prestado, graças à redução da possibilidade de extravasamento e redução do impacto ambiental

### **Impactos na relação com demais stakeholders da Sanepar (acionistas, colaboradores, etc.):**

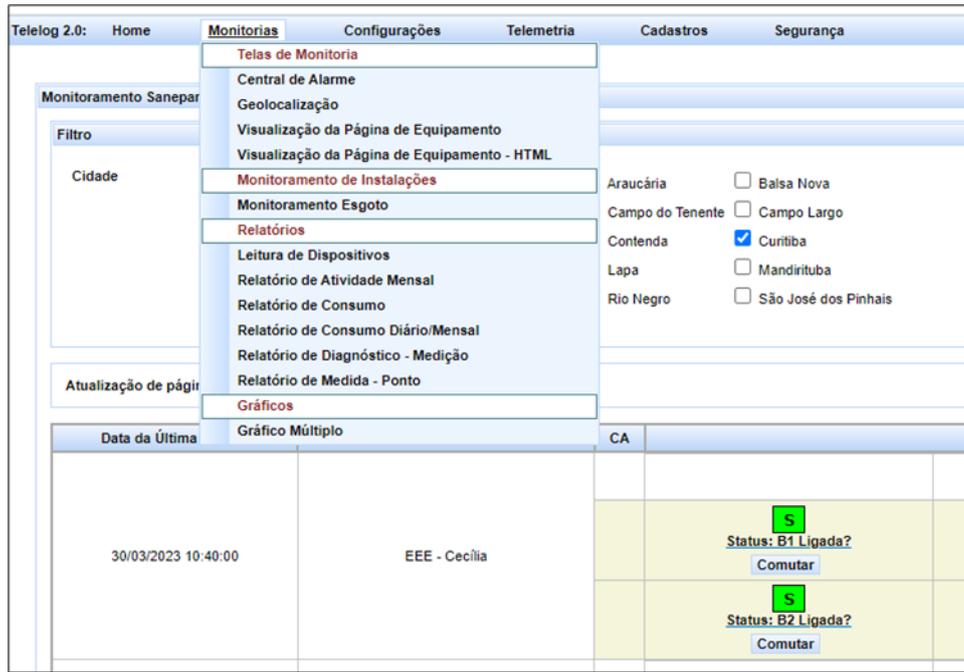
- Implementação destes controles aumenta a confiabilidade da gestão operacional, incentivando investimentos na empresa, graças à tecnologia empregada de forma eficaz;
- Redução da mão de obra necessária para operação em campo, gerando também economia de recursos (transporte, hora-homem, equipamentos de proteção individual, uniformes, etc.)

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Resultados alcançados após a implantação do projeto:

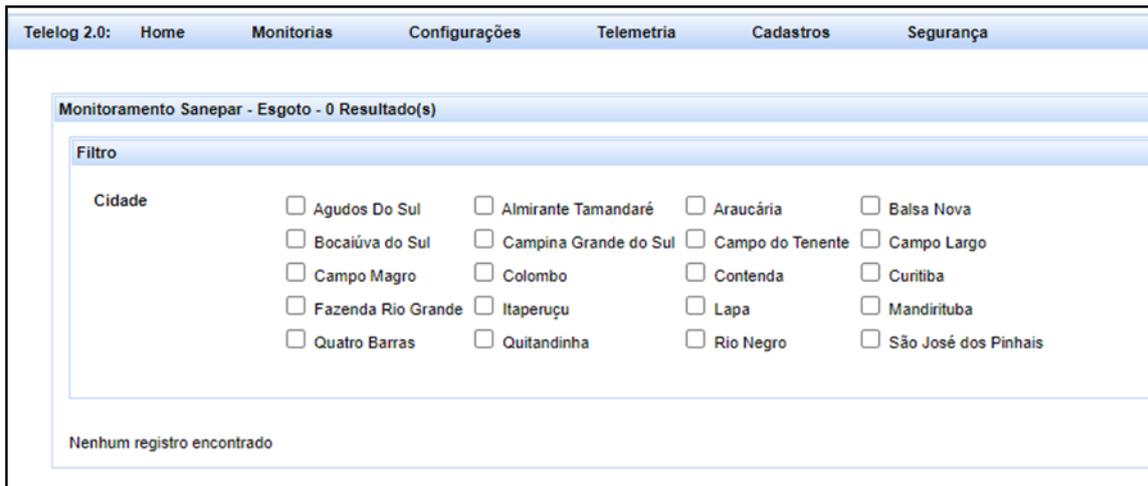
- Após 5 anos o projeto auxiliou na tomada de decisão para GTEG sobre as tendências do Sistema de Controle Operacional das Elevatórias de Esgoto no âmbito da GGML. O sistema funciona em ambiente

Intranet denominado: Telelog 2.0. Atualmente existe uma grande tendência de expansão para todos os sistemas de onde a Sanepar atua.



The screenshot shows the 'Telelog 2.0' interface with a navigation menu at the top: Home, Monitorias, Configurações, Telemetria, Cadastros, and Segurança. The 'Monitorias' menu is expanded, listing options such as 'Telas de Monitoria', 'Central de Alarme', 'Geolocalização', 'Visualização da Página de Equipamento', 'Visualização da Página de Equipamento - HTML', 'Monitoramento de Instalações', 'Monitoramento Esgoto', 'Relatórios', 'Leitura de Dispositivos', 'Relatório de Atividade Mensal', 'Relatório de Consumo', 'Relatório de Consumo Diário/Mensal', 'Relatório de Diagnóstico - Medição', 'Relatório de Medida - Ponto', and 'Gráficos'. Below the menu, there are filter options for 'Cidade' and 'Atualização de página'. A table displays data for 'Data da Última' (30/03/2023 10:40:00) and 'Gráfico Múltiplo' (EEE - Cecília). The table includes a 'CA' column and two rows with status indicators (green 'S') and 'Status: B1 Ligada?' and 'Status: B2 Ligada?' labels, each with a 'Comutar' button.

▪ Atualmente são 99 dispositivos instalados e monitorando as grandezas operacionais das EEEs em 20 municípios.



The screenshot shows the 'Telelog 2.0' interface with the 'Monitoramento Sanepar - Esgoto' section. The 'Filtro' section is active, displaying a list of cities with checkboxes for selection: Agudos Do Sul, Almirante Tamandaré, Araucária, Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo do Tenente, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Contenda, Curitiba, Fazenda Rio Grande, Itaperuçu, Lapa, Mandirituba, Quatro Barras, Quitandinha, Rio Negro, and São José dos Pinhais. Below the list, it states 'Nenhum registro encontrado'.

▪ Através do Telelog é possível monitorar o status de funcionamento das bombas, Vazão e Nível das Elevatórias

EEE - Icarai			Status: B1 Ligada? <span style="color: green;">S</span>	Status: B2 Ligada? <span style="color: red;">N</span>	0,87 m Nível.Esgoto	3,55 l/s Vazão Instantânea - 4-20mA	Presença de AC <span style="color: green;">S</span>
EEE - Janaina	Status: Falha B1? <span style="color: red;">N</span>	Status: Falha B2? <span style="color: red;">N</span>	Status: B1 Ligada? <span style="color: red;">N</span>	Status: B2 Ligada? <span style="color: red;">N</span>	0,47 m Nível.Esgoto		Presença de AC <span style="color: green;">S</span>
EEE - Jd Paranaense	Status: Falha B1? <span style="color: red;">N</span>	Status: Falha B2? <span style="color: red;">N</span>	Status: B1 Ligada? <span style="color: red;">N</span>	Status: B2 Ligada? <span style="color: green;">S</span>	1,78 m Nível.Esgoto		Presença de AC <span style="color: green;">S</span>
EEE - MUF	Status: B2 Ligada? <span style="color: green;">S</span> Comutar	Status: Falha B2? <span style="color: red;">N</span> Comutar	Status: B1 Ligada? <span style="color: green;">S</span>		0,00 MCA Nível.Esgoto		Presença de AC <span style="color: green;">S</span>
EEE - Pantanal	Status: Falha B1? <span style="color: red;">N</span>	Status: Falha B2? <span style="color: red;">N</span>	Status: B1 Ligada? <span style="color: green;">S</span>	Status: B2 Ligada? <span style="color: red;">N</span>	1,00 u Contador Direto Diário	0,44 m³/h Vazão Instantânea - 4-20mA	Presença de AC <span style="color: green;">S</span>

## METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PARÂMETROS OPERACIONAIS EM ELEVATÓRIAS (MAP-E)

- Seguindo a linha de estudos para a redução do consumo de energia elétrica, através de uma análise do histórico e parâmetros de funcionamento do sistema de bombeamento, foi possível o desenvolvimento de novas metodologias para obter melhor eficiência no sistema;
- A metodologia de análise de parâmetros operacionais em elevatórias (MAP-E) realiza através dos dados gerados pelo Telelog a análise dos parâmetros disponíveis buscando a melhor forma de operação para o sistema implantado. Resumidamente são realizado as análises durante cada ciclo de funcionamento da Elevatória:
  - Tempo de cada Ciclo de Funcionamento de cada motobomba;
  - Potência Consumida;
  - Rendimento dos Conjuntos Motobomba;
  - Análise do Perfil do Gráfico da Vazão;
  - Análise do Perfil do Gráfico da Nível;
  - Ajuste do Setpoint de Funcionamento
  - Análise da Curva da Bomba

### Caso de Estudo: ETE Martinópolis em São José dos Pinhais (PR)

- A metodologia MAP-E começou a ser realizada em maio de 2023 na Elevatória de Esgoto Bruto da ETE Martinópolis, em São José dos Pinhais, região metropolitana de Curitiba/Pr. Primeiramente foram analisados os Ciclos de Funcionamento, Rendimento das Bombas, Potência Consumida individualmente. Em uma segunda etapa foram analisados o perfil dos gráficos de vazão, nível, curva da bomba e ajustado o Setpoint de funcionamento.
- Resultado da metodologia começou a ser verificada nas faturas de energia recebidas em junho de 2023, apresentando alteração no perfil de consumo em **- 19,92%**.
- Se considerarmos a nova média anual de consumo o custo anual terá uma queda de R\$ 68.448,26 para R\$ 54.812,54, o que significa uma economia de **20%** para o ano de 2023;
- Em um cenário mais otimista, considerarmos a nova média dos meses após a metodologia realizada, consumo o custo anual terá uma queda de R\$ 68.448,26 para R\$ 42.718,57, o que significa uma economia de **37%** para o ano de 2023;

ETE MARTINÓPOLIS (ANÁLISE MENSAL DE ENERGIA)																
ANO 2022	fev/22	mar/22	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	dez/22	jan/23	TOTAL (12 M)	MEDIO	TOTAL (ANO) R\$	MEDIA(MÊS)R\$
MEDIDO (KWh)	6,434	8,136	9,634	7,535	6,695	6	7,462	6,938	6,77	11,627	9,145	10,03	96,406	8,034	R\$ 68.448,26	R\$ 5.704,02
ANO 2023	fev/23	mar/23	abr/23	mai/23	jun/23	jul/23	ago/23	set/23	out/23	nov/23	dez/23	jan/24	TOTAL (12 M)	MEDIO	R\$ 22.838,57	R\$ 4.567,71
MEDIDO (KWh)	8,081	9,048	7,07	3,448	4,52								32,167	6,4334	R\$ 22.838,57	R\$ 4.567,71
DATA DO INICIO DA ANÁLISE E ALTERAÇÃO OPERACIONAL						10/05/2023	ALTERAÇÃO DE CONSUMO					<b>-19,92%</b>				

## CONCLUSÕES

Com a evolução tecnológica dos meios de transmissão de dados, está cada dia mais próximo da Sanepar ter um acesso cada vez mais efetivo às informações operacionais de todas as estações.

A importância destas informações em tempo real é fundamental para a excelência de gestão operacional que a empresa busca. Resultando em um melhor atendimento tanto ao cliente interno quanto ao cliente externo.

Ainda assim, a morosidade na implantação de novos projetos ainda é grande, foram 5 anos para chegar ao estágio atual e ainda temos um campo enorme de desenvolvimento dentro da empresa, visto as mais de 660 Estações Elevatórias implantadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRESPO, P. G. **Elevatórias nos sistemas de esgoto**. Belo Horizonte, UFMG, 2001.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reuso Agrícola**. 1. ed. Brasil: Blucher, 2011. v. 1

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, Volume 1: Introdução À Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3ª Edição. Belo Horizonte, Minas Gerais: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005

BARROS, Ferreira de Barros.GEDRA, Ricardo Luis. BORELLI, Reinaldo. **Eficiência Energética - Técnicas De Aproveitamento, Gestão De Recursos E Fundamentos**. 1ª Edição. Editora Érica, 2015