RASTREABILIDADE DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS E ELETROMECÂNICOS DE ETA DE GRANDE PORTE COM EMPREGO DE SOFTWARE LIVRE

Jadilson Torres H. Mancini
Operador de ETA na Companhia de Saneamento do Espírito Santo (CESAN), Técnico em informática pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Técnico em Química pelo Colégio Americano Batista de Vitória, Administrador de Empresas pela Faculdade de Ciências Econômicas de Colatina (FACEC).

Endereço: Av. Presidente Vargas, 976 - Centro - Domingos Martins - ES - CEP: 29260-000 - Brasil -
Tel.: +55 (27) 99952-9960 - e-mail: jadilsontm@yahoo.com.br

RESUMO

Estações de Tratamento de Água, são compostas por muitos equipamentos dispostos na planta industrial.
A quantidade de equipamentos e o fato de que se encontram geralmente fora do alcance dos olhos dos operadores, faz com que eles passem muito tempo sem dirigirem-se até o local em que os equipamentos se encontram, e isso permite que não se lembrem da localização destes quando é necessária intervenção manual.
Organizar de forma simples e acessível as informações referentes à localização dos equipamentos, para facilitar que se encontre o seu posicionamento na planta industrial se faz necessário.
Criou-se então o sistema aqui apresentado, buscando categorizar os equipamentos e localizá-los na planta industrial, representada no sistema por sua foto por satélite.
Assim, os equipamentos passaram a ficar ao alcance de um clique de mouse, possibilitando obter a informação de sua localização física, informações gerais de operacionalidade e características técnicas, facilitando assim a sua operação.
O sistema contempla ainda a representação das redes de adução e distribuição de água, e informações relativas às válvulas e manobras operacionais do cotidiano operacional.
Oferece também, ferramentas para auxílio dos operadores em suas atividades de laboratório, facilitando cálculos de dosagens e consulta a tabelas entre outras atividades laboratoriais.

PALAVRAS-CHAVE: Rastreabilidade, Equipamentos de ETA, *Software* Livre.

INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Água (ETA) compreendem o conjunto de instalações e equipamentos, destinados a realizar o tratamento da água, em quantidade e com qualidade de acordo com sua utilização. Nos sistemas de abastecimento de água para consumo humano, é preciso que a água se torne potável, sem apresentar riscos à saúde, e segura para o consumo da população (BRASIL 2017). Neste contexto, a operação eficaz dos equipamentos eletromecânicos e hidráulicos de uma estação de tratamento de água se configura como um mecanismo importante para o controle operacional do tratamento, qualquer intervenção errônea nesses equipamentos pode causar danos que interferem diretamente no saneamento e na saúde da população abastecida. A ETA, objeto deste trabalho, está localizada no Estado do Espírito Santo, sendo composta por duas unidades de tratamento distintas, uma com tratamento do tipo convencional (ETA Velha) e a outra do tipo filtração direta (ETA Nova), que possuem vazões nominais de tratamento de 1500 l/s e 1800 l/s, respectivamente. Juntas atendem, com abastecimento de água potável, a uma população de cerca de 810 mil habitantes.

Essa ETA de grande porte é altamente mecanizada e possui em sua planta operacional cerca de 200 equipamentos hidráulicos e eletromecânicos que necessitam ser bem conhecidos por toda equipe de operação e manutenção.

Informações como a localização física, descrição do funcionamento, parâmetros de uso em situações conhecidas, capacidade operacional, problemas conhecidos e soluções historicamente aplicadas, dados técnicos e operação usual, devem estar prontamente disponíveis a todos os envolvidos no processo. Diante do exposto, vislumbrou-se a possibilidade de sistematizar e reunir em um só sistema, com o emprego de um software livre, todos os dados e informações dos equipamentos instalados na ETA para que possam ser acessados de maneira prática e ágil.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivos:

- ✓ Selecionar e sistematizar informações referentes às características técnicas e operacionais dos diversos equipamentos alocados na planta operacional de uma ETA, com o emprego de um software livre;
- ✓ Concentrar todas as informações em um único sistema, de forma a facilitar a operação, identificação e manutenção dos equipamentos, garantindo agilidade na tomada de decisões operacionais de cada empregado envolvido na operação da ETA;
- ✓ Garantir uma base confiável de informações previamente selecionadas, testadas e sistematizadas.

METODOLOGIA

COLETA DE DADOS

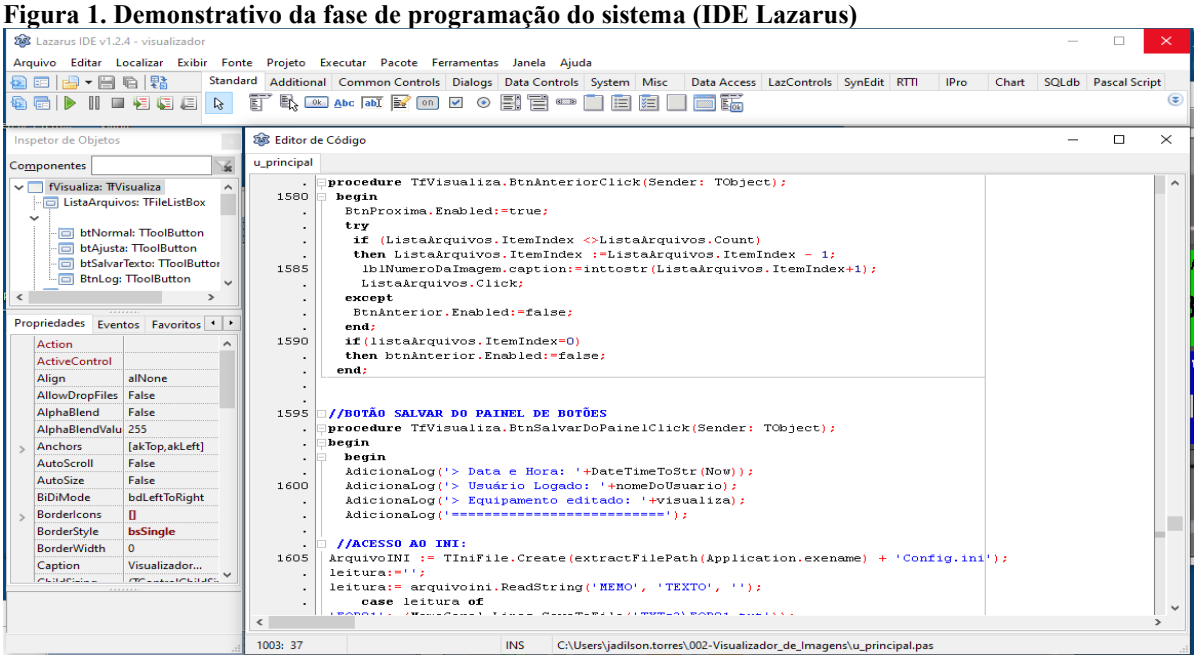
Primeiramente foi feito o levantamento de informações técnicas de cada equipamento instalado na ETA, além de registro fotográfico e pesquisa junto aos demais operadores da ETA em relação ao modo de operação diária dos equipamentos. Uma vez conhecidas e catalogadas as informações, iniciou-se o desenvolvimento do sistema de informação, a partir de um software livre, que propiciaria a gestão e o rápido acesso aos dados coletados.

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

O sistema foi desenvolvido com uso da linguagem *Object Pascal*, empregando-se para tanto a IDE (*Integrated Development Environment*) ou ambiente de Desenvolvimento Integrado, Lazarus (LAZARUS, 2019), para a compilação do código.

A escolha da ferramenta se deu por questões de custo, licenciamento e suporte, pois o Lazarus é uma ferramenta confiável que conta com amplo suporte de uma comunidade ativa e sendo oferecido gratuitamente sob a licença GLP-*General Public Licence*, possibilita o desenvolvimento de sistemas confiáveis sem nenhum custo para a companhia ou para o próprio desenvolvedor, evitando ônus com o uso de software proprietário e embaraços legais. A Figura 1 demonstra a fase de programação do sistema.

Figura 1. Demonstrativo da fase de programação do sistema (IDE Lazarus)



Fonte: O autor (2025)

A concepção e a programação do sistema foram executadas por um dos operadores de ETA da companhia, que possui experiência do fluxo operacional da ETA e formação técnica em desenvolvimento de sistemas.

A janela principal foi desenvolvida de forma a oferecer um Menu que conta com três opções de recursos para uso dos funcionários da operação, a saber: Visão geral da ETA, Redes e Ferramentas, conforme vemos na figura 2.

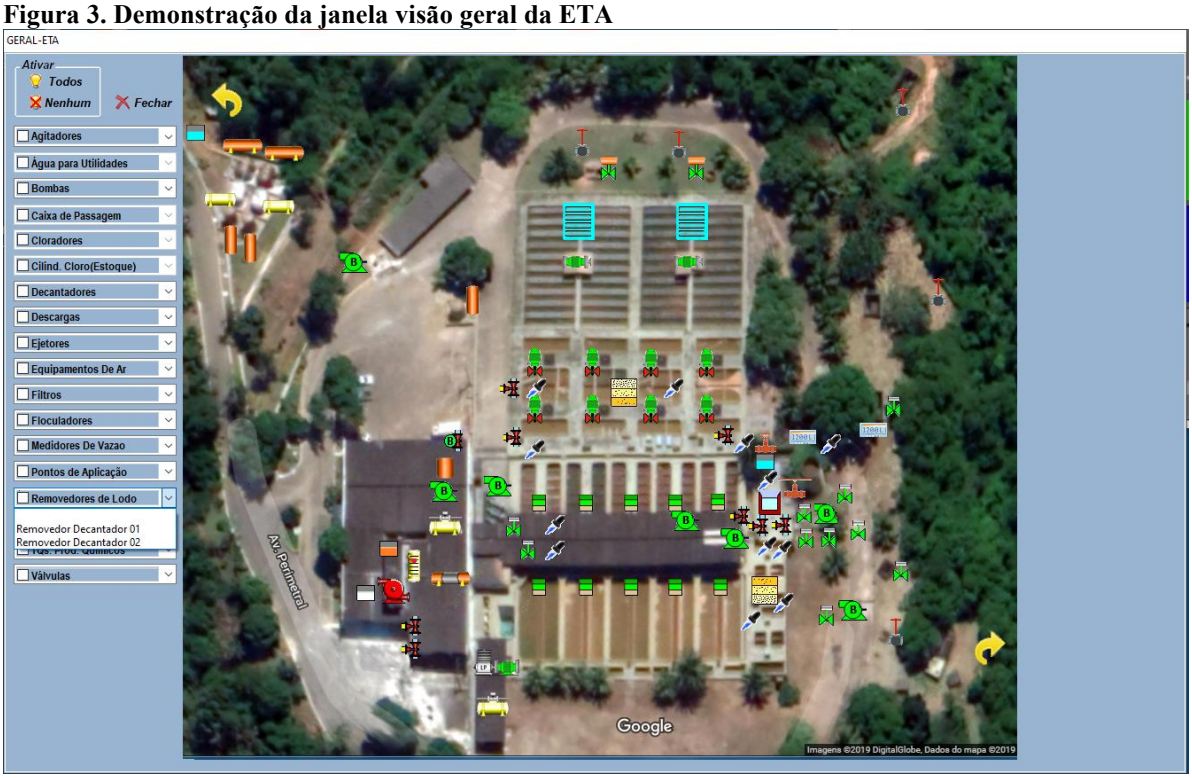
Figura 2. Demonstração da janela principal do sistema



Fonte: O autor (2025)

A primeira opção de trabalho oferecida pelo sistema, é a função visão geral. Nela, podemos acessar a um menu que engloba 18 categorias de equipamentos separados por tipo de aplicação, para facilitar a localização do tipo de equipamento que se busca, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3. Demonstração da janela visão geral da ETA



Fonte: O autor (2025)

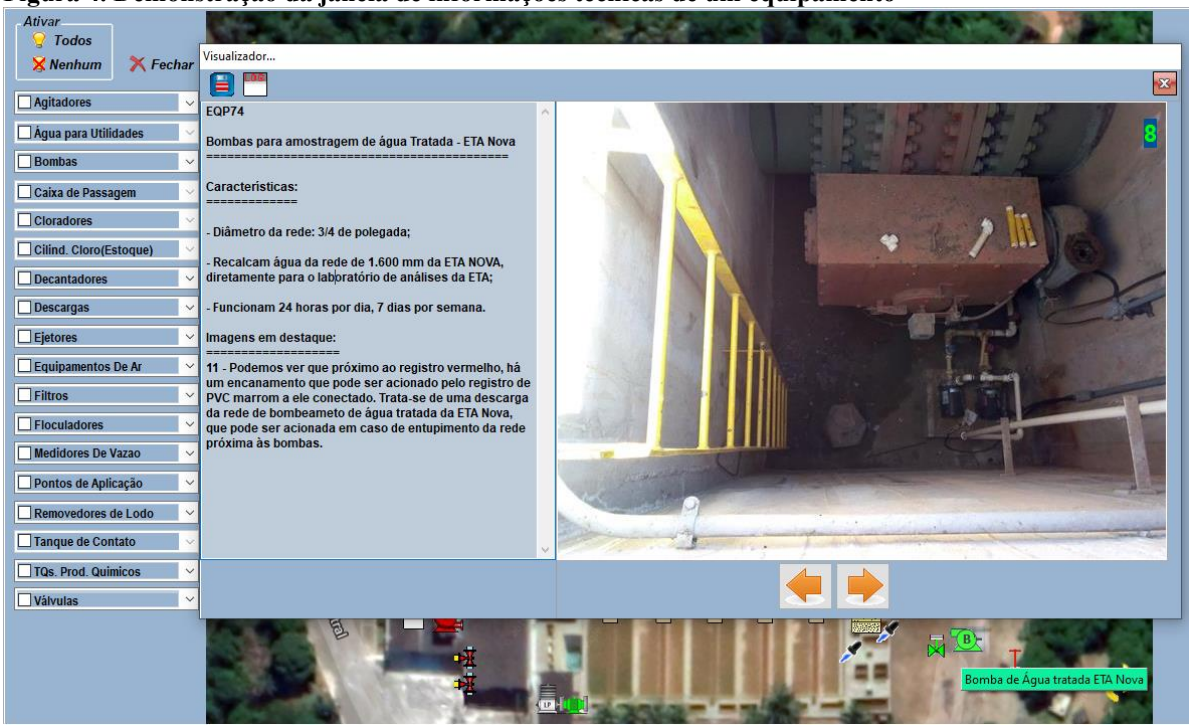
Utilizando-se de uma foto por satélite da ETA, obtida através da Internet, foi possível distribuir por toda a imagem os ícones representativos dos equipamentos localizados na ETA. Esses ícones possibilitam a localização visual instantânea dos equipamentos da ETA a todos os operadores que lidam diariamente com a estação, não deixando dúvidas quando à localização em que o equipamento está instalado.

Foi desenvolvido também um recurso de seleção de equipamentos que possibilita aos ícones representativos do grupo de equipamentos selecionado piscarem na tela, se destacando dos demais, que permanecem estáticos.

Cada equipamento foi dotado de uma *tag* informativa, que é exibida na tela ao selecionar-se o ícone desejado.

Ao se clicar no ícone escolhido, abre-se a janela de informações técnicas e fotografias do equipamento selecionado, conforme Figura 4.

Figura 4. Demonstração da janela de informações técnicas de um equipamento



Fonte: O autor (2025)

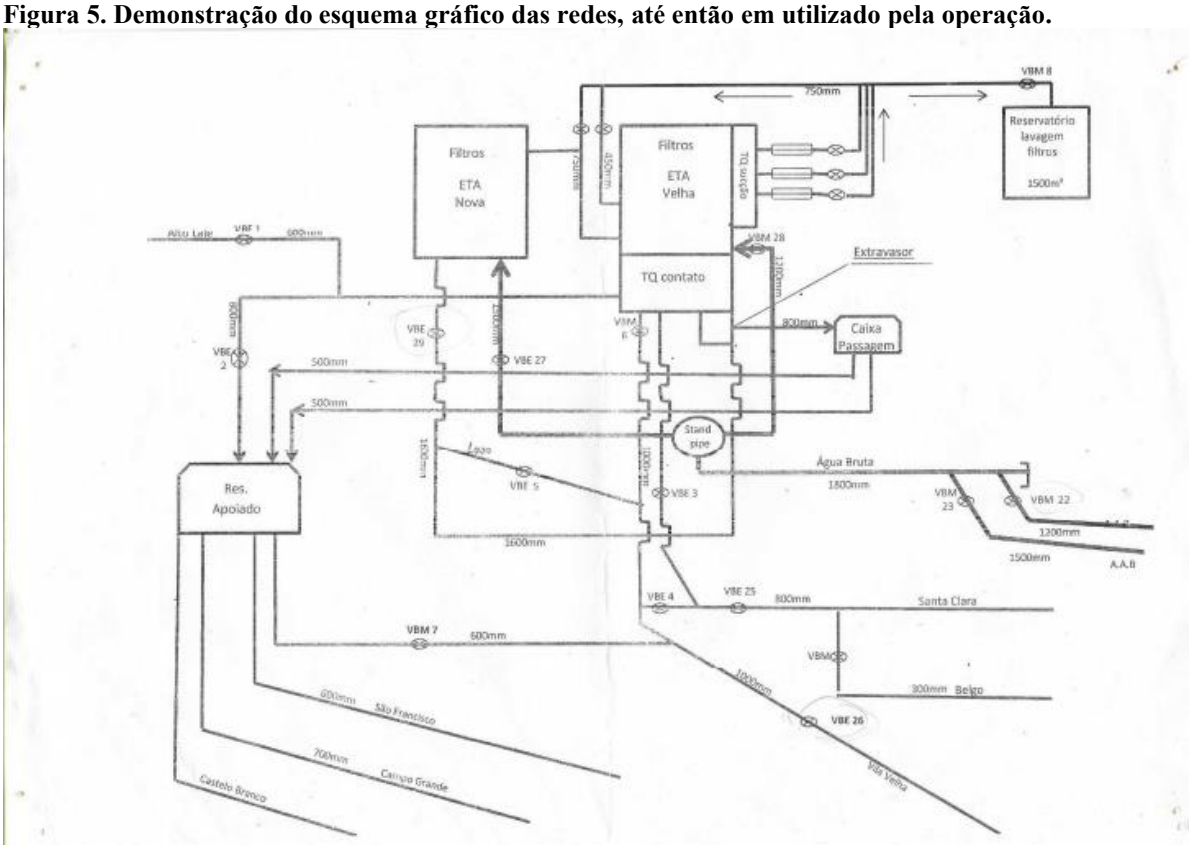
Como pode ser visto na figura 4, o sistema foi dotado de janelas de cadastro para informações, que podem ser editadas a cada atualização dos equipamentos cadastrados. Também pode ser feito o registro de informações específicas quanto à operação habitual daquele equipamento na planta, o que gera uniformidade de informação para a equipe de operação da ETA.

O registro de tais informações no sistema não foi baseado em banco de dados em um primeiro momento, pois está em sua versão inicial. A persistência dos dados necessários foi feita com uso de arquivos em formato *.txt e *.ini, para demonstrar a viabilidade do projeto. Depois de finalizado, o sistema poderá ser difundido pela área de tecnologia da informação da companhia para outras unidades, momento em que poderá ser adequado para que as informações de que fará uso sejam obtidas através de acesso ao banco de dados escolhido que será o banco MariaDB (MARIADB *FOUNDATION*, 2019), também distribuído por licença livre.

A segunda opção de trabalho presente no sistema pretende auxiliar na leitura e identificação das redes hidráulicas e equipamentos instalados ao longo de tais redes.

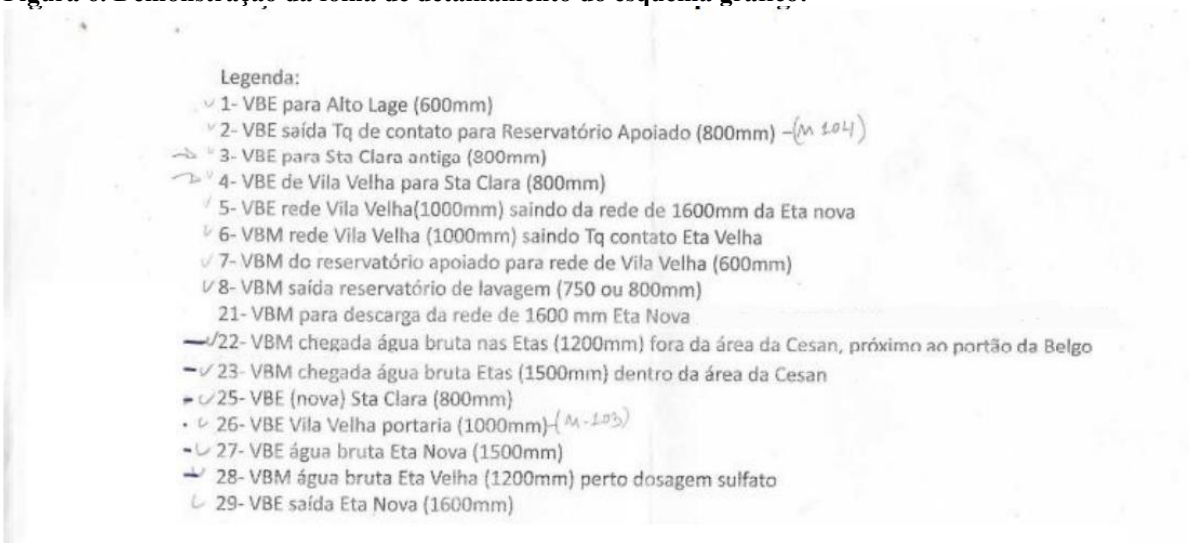
O recurso mencionado, foi criado com base em esquemas de rede já em uso na ETA, e em detalhamentos do referido esquema, existente em folha de instruções anexa a este em que consta identificação de redes e válvulas por escrito, conforme figuras 5 e 6.

Figura 5. Demonstração do esquema gráfico das redes, até então em utilizado pela operação.



Fonte: CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento (2005)

Figura 6. Demonstração da folha de detalhamento do esquema gráfico.



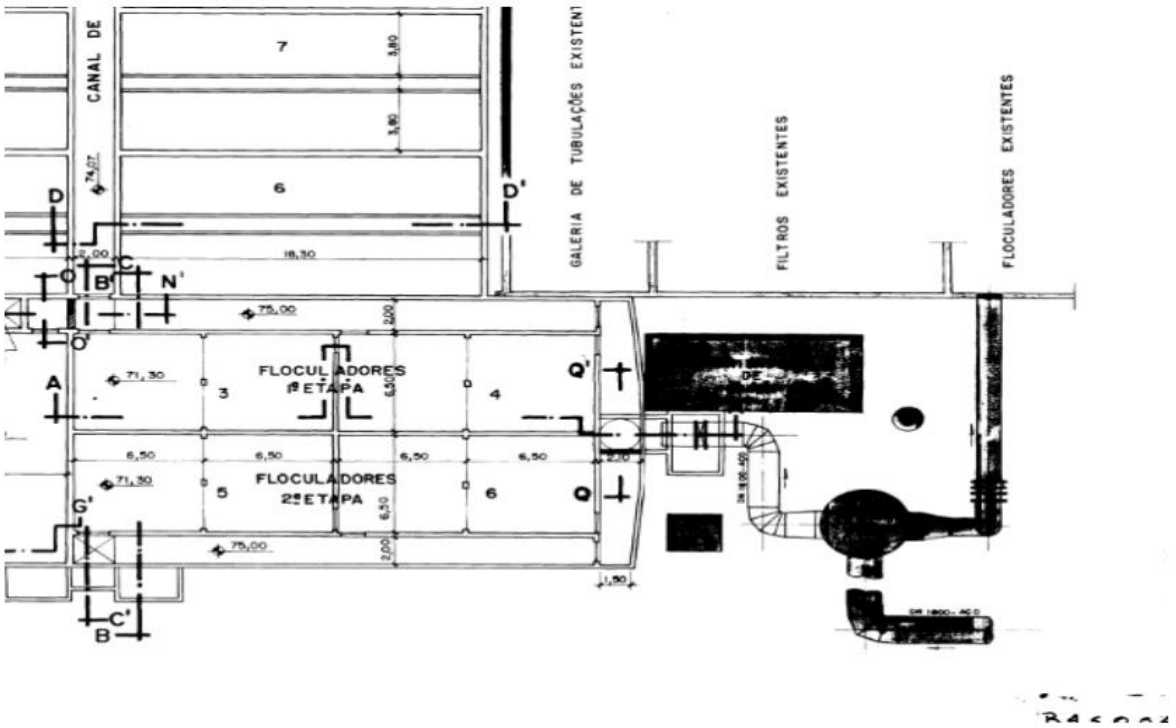
Legenda:

1- VBE para Alto Lage (600mm)
2- VBE saída Tq de contato para Reservatório Apoiado (800mm) –(M 104)
3- VBE para Sta Clara antiga (800mm)
4- VBE de Vila Velha para Sta Clara (800mm)
5- VBE rede Vila Velha(1000mm) saindo da rede de 1600mm da Eta nova
6- VBM rede Vila Velha (1000mm) saindo Tq contato Eta Velha
7- VBM do reservatório apoiado para rede de Vila Velha (600mm)
8- VBM saída reservatório de lavagem (750 ou 800mm)
21- VBM para descarga da rede de 1600 mm Eta Nova
22- VBM chegada água bruta nas Etas (1200mm) fora da área da Cesan, próximo ao portão da Belgo
23- VBM chegada água bruta Etas (1500mm) dentro da área da Cesan
25- VBE (nova) Sta Clara (800mm)
26- VBE Vila Velha portaria (1000mm)–(M-103)
27- VBE água bruta Eta Nova (1500mm)
28- VBM água bruta Eta Velha (1200mm) perto dosagem sulfato
29- VBE saída Eta Nova (1600mm)

Fonte: CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento (2005)

Foi ainda utilizado para a criação do recurso computacional a planta da ETA, na qual parte das redes de interesse estão apresentadas, conforme recorte visto na figura 7.

Figura 7. Demonstração de parte de planta da ETA em que consta a rede de entrada de água bruta



Fonte: CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento (1988)

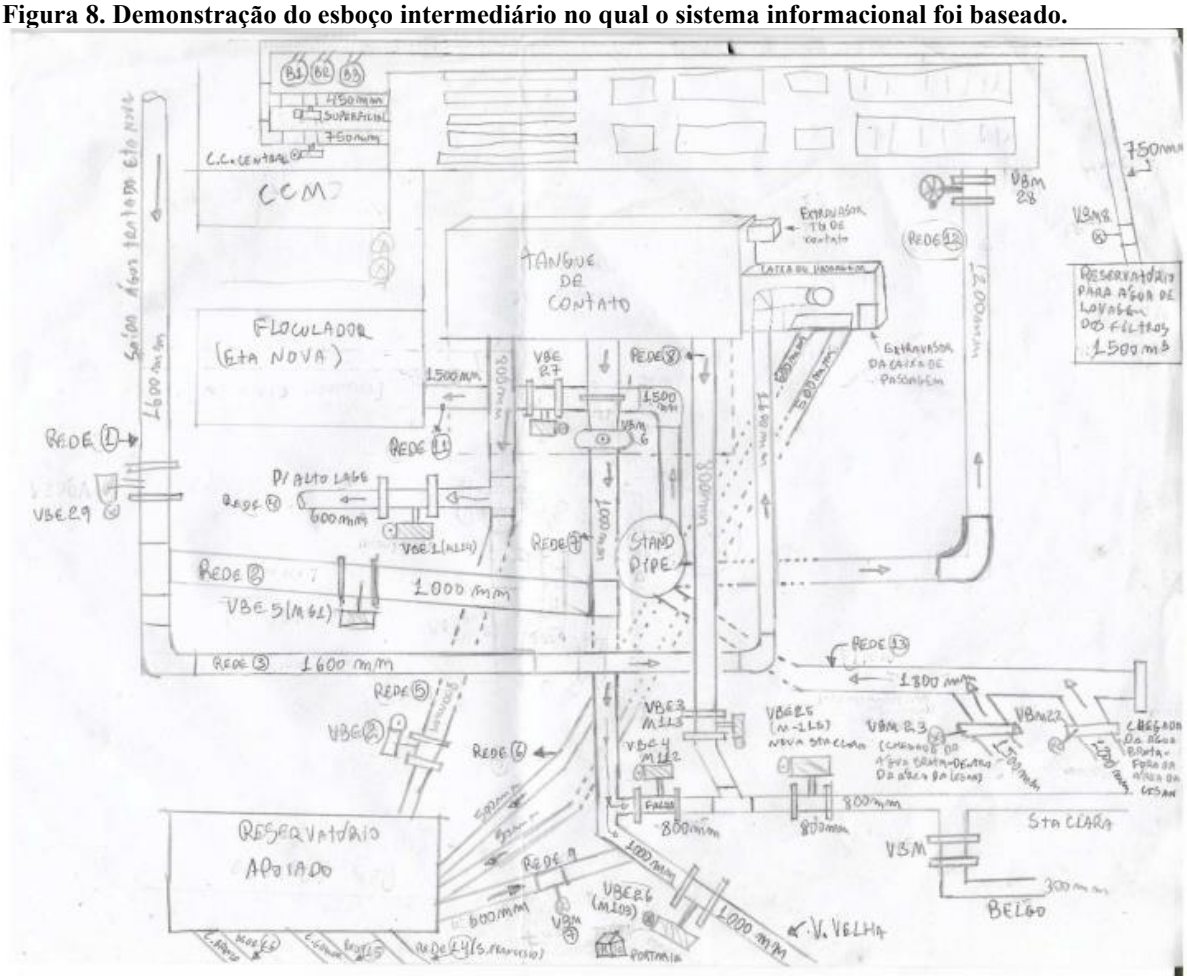
A necessidade da criação da versão informatizada para as plantas, esquemas e instruções já existentes, se deu porque no dia a dia operacional, ao se manipular os esquemas ou instruções até então em uso, raramente as informações ficavam muito claras, pois os esquemas existentes, em preto e branco, e mostrando as redes apenas como linhas pretas em papel sulfite, dificultavam a interpretação e consequentemente atrasavam a tomada de decisão referente a problemas ou dúvidas inerentes às redes interligadas à ETA.

A primeira providência relacionada ao desenvolvimento da solução informatizada para a leitura das redes, foi redesenhar em um esboço as redes já esquematizadas de maneira que estas fossem representadas com a maior proximidade possível de sua realidade, e que fossem incluídas todas as válvulas e informações pertinentes, como diâmetro, sentido de fluxo, destino de distribuição da água pela rede etc.

O esboço conseguido por essa abordagem, não obteria substancial grau de sucesso quando comparado ao esquema anterior caso fosse destinado ao uso diário pela operação, pois por ser também em preto e branco e por conter em seu corpo diversas informações do esquema anterior e da folha de instruções anexas àquele apostas em uma mesma página, possivelmente geraria dificuldades de interpretação análogas às que já ocorriam anteriormente.

Esse esboço, porém, não foi concebido com o objetivo de substituir o esquema anterior, e sim para servir de base para a implantação do sistema informatizado. O referido esboço, intermediário ao sistema informacional, está representado na figura 8.

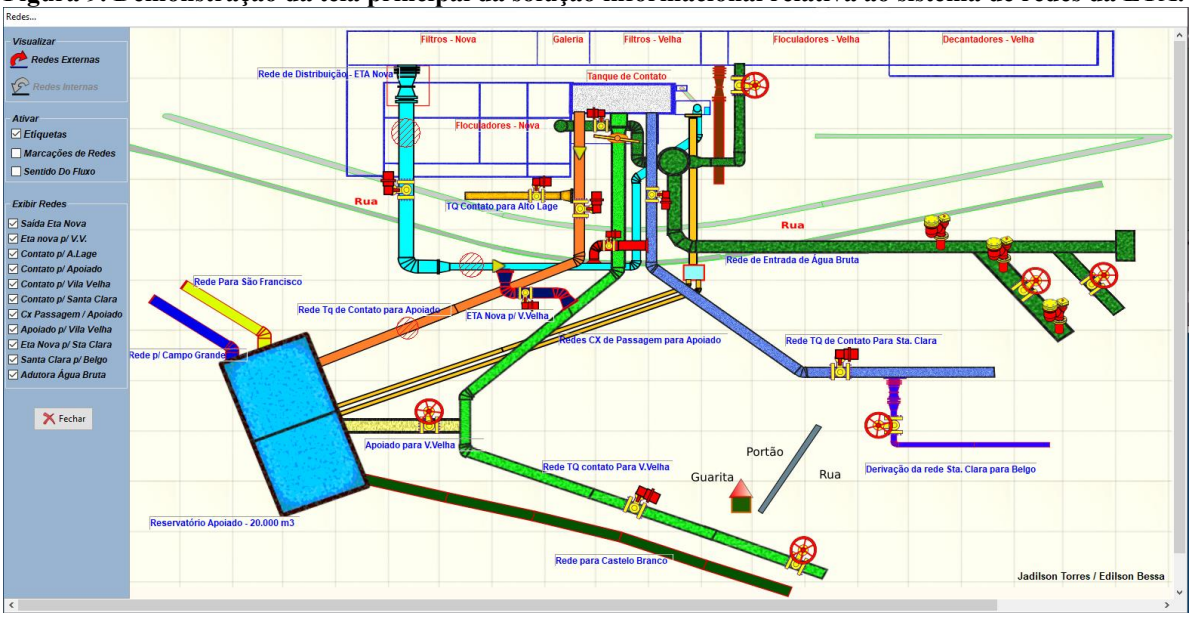
Figura 8. Demonstração do esboço intermediário no qual o sistema informacional foi baseado.



Fonte: O autor (2019)

Dessa maneira, com base em todas as informações compiladas, após a análise cuidadosa das informações e esquemas existentes e finalmente geração de um esboço intermediário, foi criado o sistema informatizado, cuja tela principal está representada pela figura 9.

Figura 9. Demonstração da tela principal da solução informacional relativa ao sistema de redes da ETA.



Fonte: O autor (2025)

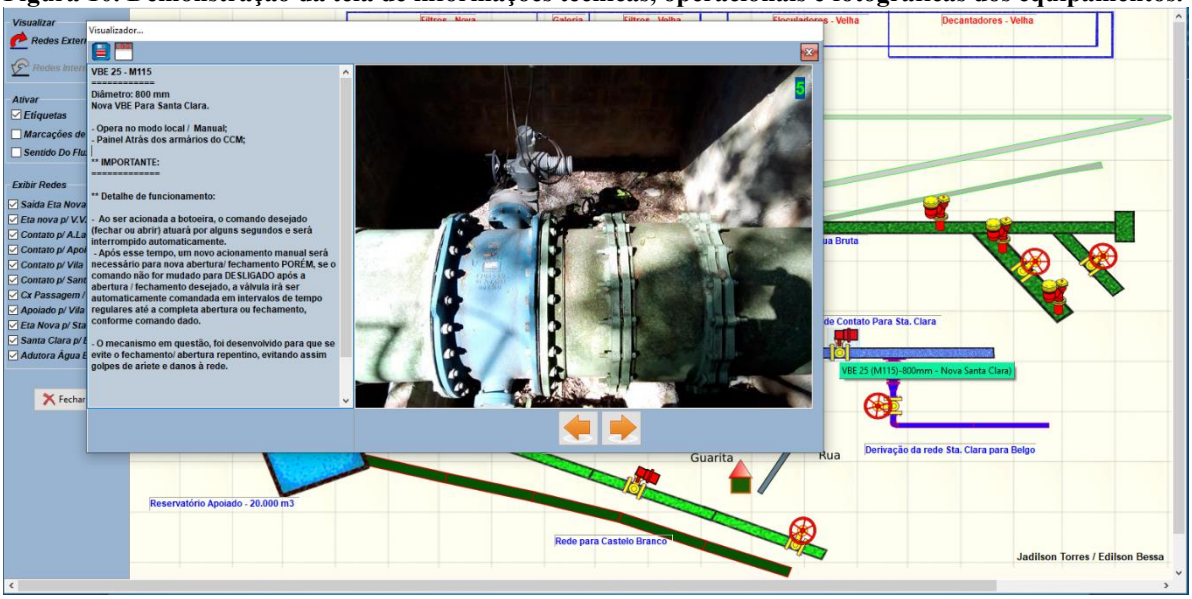
Cada recurso gráfico do sistema, a saber, suas marcações, o sentido do fluxo da água e os textos informativos, bem como as próprias representações das redes, podem ser ativados ou desativados através do menu ativar, e do menu exibir redes, conforme a necessidade de uso ou melhor entendimento do esquema.

Desse modo, todas as informações que anteriormente estavam representadas em duas folhas de papel sulfite de maneira estática e pouco intuitiva, constam agora na solução informatizada desenvolvida, e podem ser acessadas em separado, dinamicamente em uma mesma tela.

Adicionalmente, cada rede, válvula ou equipamento interligado à rede e representado no sistema, pode receber o clique do mouse, que dará acesso à tela de informações técnicas e operacionais, detalhes de funcionamento e imagens reais do equipamento, localizando-o visualmente em seu local espacial de aplicação, conforme pode ser visto nas figuras 10 e 11.

Excetua-se obviamente a exibição das imagens relacionadas às redes enterradas, por não ser possível fotografá-las.

Figura 10. Demonstração da tela de informações técnicas, operacionais e fotográficas dos equipamentos.



Fonte: O autor (2025)

Figura 11. Demonstração da tela com visualização e descrição de uma rede.



Fonte: O autor (2025)

A terceira e última opção de trabalho oferecida pelo sistema é a função ferramentas. Nesta opção, serão oferecidas ferramentas de trabalho para o controle e operação do laboratório da ETA.

Pretende-se oferecer inicialmente três ferramentas distintas, a saber: Ferramenta de cálculo de dosagens e diluição de produtos químicos, ferramenta para teste de jarras - consulta histórica de dosagem versus turbidez de água bruta, e ferramenta para controle de vencimento de reagentes químicos de bancada.
Das três ferramentas relacionadas, duas já estão desenvolvidas, sendo uma em funcionamento pleno e uma em fase de testes. A última ferramenta está ainda na fase de projeto inicial.

A ferramenta já em uso é a ferramenta para cálculo de dosagens e diluição de produtos químicos.

Essa ferramenta permite que se entre com os parâmetros de concentração e densidade do produto químico desejado em sua respectiva aba, e obtenha-se como resposta a dosagem a ser aplicada para uma dada vazão de entrada, e ainda a alíquota a ser tomada de uma solução concentrada para a correta diluição em balão de diluição de volume conhecido.

O intuito da ferramenta é eliminar o uso de tabelas de densidade e concentração existentes em papel, que por vezes podem ser momentaneamente perdidas, dificultando assim o trabalho no laboratório operacional. A referida ferramenta encontra-se demonstrada na figura 12.

Figura 12. Demonstração da ferramenta para cálculo de dosagens e diluições de Sulfato, PAC e Flúor.



Fonte: O autor (2019)

RESULTADOS OBTIDOS

O sistema de rastreabilidade de equipamentos idealizado está em fase de utilização pela operação.

Com a utilização diária do sistema obteve-se maior disponibilidade a todos os operadores da ETA no acesso às informações dos equipamentos sob sua responsabilidade.

As equipes de manutenção de equipamentos também são beneficiadas pela base de dados do sistema, pois os operadores da ETA de posse do sistema em funcionamento podem fornecer informações atualizadas sobre cada equipamento e ainda atualizar as informações a cada manutenção realizada ou problema identificado.

Possibilitou-se ainda um aumento na produtividade da equipe de operação e manutenção da ETA, devido à facilidade no acesso, instrução e aplicação de métodos e técnicas operacionais para os equipamentos instalados na planta da ETA.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A aplicação prática demonstrou que não só o público alvo inicial, a saber os operadores da ETA, mas também trabalhadores da manutenção eletromecânica e até mesmo supervisores e chefia direta, puderam se beneficiar do uso do sistema, que por contar com todos os dados referentes à ETA, bem como com toda a descrição de localização e utilização prática dos equipamentos instalados, poupou tempo e centralizou informações que a partir de agora encontram-se ao alcance de todos os usuários do sistema para os mais diversos usos.

CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Pode-se concluir que a ideia e o desenvolvimento do sistema de informações se mostraram aplicáveis e funcionais para a rotina operacional da ETA. Informações que antes estavam dispersas agora podem ser acessadas em um único sistema, de forma rápida e eficiente.

Recomenda-se que, com a evolução do sistema, possa ser realizada a introdução de informações acerca dos métodos de operação do sistema de controle PLC (Controlador Lógico Programável) já em uso pelos operadores e a implantação de consultas a um banco de dados relacional.

É recomendado ainda que o sistema seja modular, ou seja, que as novas necessidades operacionais ou características ainda não contempladas de outras estruturas pertencentes à área da ETA, tais como dimensão, interligações, efeitos operacionais da operação de válvulas e redes subterrâneas, ou outras necessidades operacionais possam ser contempladas em módulos acrescidos às versões futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Portaria de Consolidação do Ministério da Saúde n° 05 anexo XX de 28 de setembro de 2017. Do Controle e da Vigilância da Qualidade da Água Para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade (Origem: PRT MS/GM 2914/2011).
2. LAZARUS. Página inicial, 2019. Disponível em: Acesso em 25 de outubro de 2019
3. MARIADB *FOUNDATION*. Página inicial, 2019. Disponível em: Acesso em 25 de outubro de 2019