

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

**NATÁLIA TABARELI MONZANE SOUSA**

**PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE ETes COMO  
FERRAMENTA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

Ilha Solteira  
2019

**NATÁLIA TABARELI MONZANE SOUSA**

**PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE ETES COMO  
FERRAMENTA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre do programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Área do conhecimento: Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Tsunao Matsumoto  
**Orientador**

Liliane Lazzari Albertin  
**Co-orientadora**

Ilha Solteira

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S725p Sousa, Natália Tabareli Monzane .  
Programa computacional para avaliação de ETEs como ferramenta de  
gestão de recursos hídricos / Natália Tabareli Monzane Sousa. -- Ilha  
Solteira: [s.n.], 2019  
81 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de  
Engenharia. Área de conhecimento: Gestão e Regulação de Recursos Hídricos,  
2019

Orientador: Tsunao Matsumoto  
Co-orientador: Liliane Lazzari Albertin  
Inclui bibliografia

1. Indicadores. 2. Software. 3. Desempenho. 4. Estação de tratamento de  
esgoto.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE  
ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS COMO  
FERRAMENTA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

**AUTORA: NATÁLIA TABARÉLI MONZANE SOUSA**

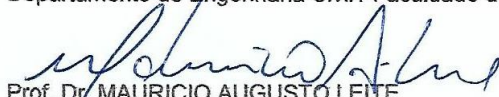
**ORIENTADOR: TSUNAO MATSUMOTO**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, área: Regulação e Governança de Recursos Hídricos pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. TSUNAO MATSUMOTO

Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. MAURICIO AUGUSTO LEITE

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



Prof. Dr. FERNANDO FERNANDES

Departamento de Construção Civil / Universidade Estadual de Londrina

Ilha Solteira, 25 de fevereiro de 2019

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por me dar sabedoria e guiar os meus passos em todos os momentos de minha vida.

Ao meu esposo Leandro e ao nosso filho Antônio, pelo amor, incentivo, compreensão e por estarem sempre ao meu lado.

À minha mãe Célia, que sempre está presente e é a minha maior incentivadora. Ao meu pai Paulo por todo o amor que recebi e ao meu irmão Thiago pelo carinho.

Ao meu orientador Professor Doutor Tsunao Matsumoto, pela orientação, pelo apoio, amizade e pela confiança em mim depositada e à minha coorientadora, Professora Doutora Liliane Lazzari Albertin, pela orientação, amizade e pelas contribuições durante o desenvolvimento do tema proposto.

À Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), pelos valiosos conhecimentos concedidos e por flexibilizar meu horário de trabalho para realização das atividades previstas no curso do ProfÁgua.

Ao colega Gustavo Vinicius Candido Serpeloni, estudante de Ciência da Computação, o qual contribuiu desenvolvendo o software Sistema de Gestão de ETE em linguagem JAVA.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

## RESUMO

Visando a melhoria contínua no uso dos recursos hídricos disponíveis, verificou-se a necessidade de fornecer aos profissionais que operam e gerenciam ETEs uma visão ampla e simplificada de seus sistemas, partindo pela simplificação na geração de indicadores e visualização das informações destas ETEs. Desta forma, é possível garantir uma gestão eficiente destes sistemas e fornecer ainda subsídios a programas que visam a boa qualidade dos recursos hídricos. A pesquisa teve como objetivo principal desenvolver uma ferramenta para integração e compilação dos diversos dados e informações de ETEs por meio da utilização de um programa computacional utilizando métodos de gestão de ETEs e indicadores propostos em literatura. O intuito desta ferramenta é de fornecer a avaliação do desempenho de cada unidade a partir dos indicadores utilizados, bem como a gestão das diversas informações geradas nas ETEs. Ela pode ser utilizada por diferentes níveis de usuários, desde o responsável pela operação de uma instalação, até a utilização por um grupo de empresas com várias estações de tratamento, para efeitos de *benchmarking* interno ou externo. O produto deste mestrado, portanto, foi a apresentação da ferramenta desenvolvida, que passará a ser mais um instrumento para a gestão integrada dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Indicadores. Software. Desempenho. Estação de tratamento de esgoto.

## **ABSTRACT**

Aiming at continuous improvement in use of available water resources, there was necessary to provide, to professionals who operate and manage WWTPs, a broad and simplified view of their systems, starting by simplification in generation of indicators and data view of these WWTPs. In this way, it is possible to ensure an efficient management of these systems and also provide subsidies to programmes aimed at the good quality of water resources. The main objective of the research was to develop a tool for the integration and compilation of the various data and information of WWTPs through the use of computational program using methods of WWTPs management and indicators proposed in the literature. The purpose of this tool is to provide an assessment of the performance of each unit from the indicators used, as well as the management of the various information generated by WWTPs. It can be used for different levels of users, from the person responsible for the operation of an installation, to the use by a group of companies with multiple treatment plants, for the purposes of internal or external benchmarking. Therefore, the product of this master's degree was the presentation of the tool developed, which will become another tool for the integrated management of water resources.

**Keywords:** Indicators. software. Performance. Wastewater treatment plant.

## LISTA DE FIGURAS

|                   |                                                                                          |    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b>   | - Estrutura do sistema de gerenciamento de ETE e os domínios de avaliação previstos..... | 23 |
| <b>Figura 2</b>   | - Módulos do programa computacional.....                                                 | 24 |
| <b>Figura 3</b>   | - Imagem de tela para módulo de entrada de dados de nova ETE.....                        | 26 |
| <b>Figura 4</b>   | - Módulo de entrada de dados de medições.....                                            | 28 |
| <b>Figura 5</b>   | - Módulo de entrada de dados de medições.....                                            | 29 |
| <b>Figura 6</b>   | - Módulo de consulta dos dados inseridos.....                                            | 30 |
| <b>Figura 7</b>   | - Tela para módulo de saída de dados de medições.....                                    | 31 |
| <b>Figura 8</b>   | - Tela de Cadastro com as informações da ETE A.....                                      | 34 |
| <b>Figura 9</b>   | - Tela do arquivo txt gerado pelo programa a partir do cadastro de nova ETE.....         | 35 |
| <b>Figura 10</b>  | - Tela para busca do banco de dados do programa.....                                     | 36 |
| <b>Figura 11</b>  | - Tela para saída de dados para análises químicas – Sistema de Tratamento.....           | 36 |
| <b>Figura 12</b>  | - Tela para saída de dados para análises químicas – Corpo receptor.....                  | 37 |
| <b>Figura 13</b>  | - Tela para saída de dados operacionais.....                                             | 37 |
| <b>Figura 14</b>  | - Tela para saída de dados vazão tratada medida.....                                     | 38 |
| <b>Figura 15</b>  | - Tela para saída de dados de consumo de energia.....                                    | 38 |
| <b>Figura A1</b>  | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 46 |
| <b>Figura A2</b>  | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 47 |
| <b>Figura A3</b>  | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 47 |
| <b>Figura A4</b>  | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 48 |
| <b>Figura A5</b>  | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 48 |
| <b>Figura A6</b>  | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 49 |
| <b>Figura A7</b>  | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 49 |
| <b>Figura A8</b>  | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 50 |
| <b>Figura A9</b>  | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 50 |
| <b>Figura A10</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 51 |
| <b>Figura A11</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 51 |
| <b>Figura A12</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 52 |
| <b>Figura A13</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....      | 52 |

|                   |                                                                                                                                |    |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura A14</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 53 |
| <b>Figura A15</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 53 |
| <b>Figura A16</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 54 |
| <b>Figura A17</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 54 |
| <b>Figura A18</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 55 |
| <b>Figura A19</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 55 |
| <b>Figura A20</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 56 |
| <b>Figura A21</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 56 |
| <b>Figura A22</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 57 |
| <b>Figura A23</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 57 |
| <b>Figura A24</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 58 |
| <b>Figura A25</b> | - Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.....                                            | 58 |
| <b>Figura C1</b>  | - Tela de entrada no programa Sistema de Gerenciamento ETE.....                                                                | 66 |
| <b>Figura C2</b>  | - Tela para cadastro de informações gerais no programa.....                                                                    | 67 |
| <b>Figura C3</b>  | - Tela para inserção de dados de análises químicas das ETES – Sistema de tratamento.....                                       | 68 |
| <b>Figura C4</b>  | - Tela para inserção de dados de análises químicas das ETES – Corpo receptor .....                                             | 69 |
| <b>Figura C5</b>  | - Tela para inserção de dados operacionais do sistema que a ETE abrange.....                                                   | 70 |
| <b>Figura C6</b>  | - Tela para inserção dos dados de monitoramento de vazão tratada medida e volume consumido pelo sistema que a ETE abrange..... | 70 |
| <b>Figura C7</b>  | - Tela para inserção de ocorrências nas ETES.....                                                                              | 71 |
| <b>Figura C8</b>  | - Tela para inserção de consumo de energia nas ETES.....                                                                       | 71 |
| <b>Figura C9</b>  | - Tela para cadastro de efluentes não domésticos autorizados nas ETES.....                                                     | 72 |

## LISTA DE TABELAS

|                  |                                                                                                                                   |    |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1</b>  | - Dados da ETE A utilizadas no programa.....                                                                                      | 33 |
| <b>Tabela B1</b> | - Classificação das ETEs quanto ao porte.....                                                                                     | 60 |
| <b>Tabela B2</b> | - Classificação das ETEs, em função das faixas de variação da eficiência de tratamento e complexidade por classe do processo..... | 62 |
| <b>Tabela E1</b> | - Avaliação da confiabilidade.....                                                                                                | 77 |
| <b>Tabela E2</b> | - Avaliação da eficiência do processo.....                                                                                        | 77 |
| <b>Tabela E3</b> | - Avaliação da conservação de energia.....                                                                                        | 77 |
| <b>Tabela E4</b> | - Avaliação do custo operacional.....                                                                                             | 77 |
| <b>Tabela E5</b> | - Informações para cálculo do consumo e do custo de energia elétrica.....                                                         | 77 |
| <b>Tabela E6</b> | - Informações para cálculo do consumo e do custo de produtos químicos.....                                                        | 78 |
| <b>Tabela E7</b> | - Informações para cálculo do consumo e do custo de produtos químicos.....                                                        | 78 |
| <b>Tabela E8</b> | - Informações para cálculo do custo com recursos humanos                                                                          | 78 |
| <b>Tabela E9</b> | - Avaliação da margem operacional.....                                                                                            | 79 |

## LISTA DE QUADROS

|                  |                                                                                                                              |    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Quadro 1</b>  | - Indicadores seleccionados em relação aos critérios de avaliação das ETEs.....                                              | 21 |
| <b>Quadro 2</b>  | - Esquema de Inventário Geral das ETEs.....                                                                                  | 41 |
| <b>Quadro 3</b>  | - Indicadores propostos para uma 2º etapa de desenvolvimento do programa em relação aos critérios de avaliação das ETEs..... | 41 |
| <b>Quadro B1</b> | - Processos e Operações unitárias consideradas no modelo.....                                                                | 60 |
| <b>Quadro B2</b> | - Tipo de sistema de aeração.....                                                                                            | 61 |
| <b>Quadro B3</b> | - Quadro B3 - Classificação de corpos d'água doces conforme CONAMA 357/2005.....                                             | 63 |
| <b>Quadro B4</b> | - Condições de lançamento de efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários conforme Resolução CONAMA 430/11..... | 64 |

## SUMÁRIO

|              |                                                                                     |           |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>- INTRODUÇÃO.....</b>                                                            | <b>13</b> |
| 1.1          | - CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....                                                       | 13        |
| 1.2          | - INDICADORES DE DESEMPENHO.....                                                    | 15        |
| 1.3          | - SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL.....                                                  | 15        |
| 1.4          | - IMPACTO DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS NOS CORPOS<br>HÍDRICOS.....                      | 16        |
| 1.5          | - ATENDIMENTO ÀS LEGISLAÇÕES.....                                                   | 17        |
| 1.6          | - OPERAÇÃO DO SISTEMA.....                                                          | 18        |
| 1.7          | - DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....                                                        | 18        |
| 1.8          | - JUSTIFICATIVA.....                                                                | 19        |
| 1.9          | - OBJETIVOS.....                                                                    | 19        |
| <b>2</b>     | <b>- SISTEMA DE GESTÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE<br/>ETEs.....</b>               | <b>21</b> |
| 2.1          | - 1º ETAPA: AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS E INDICADORES<br>RELACIONADOS EM LITERATURA..... | 21        |
| 2.2          | - 2º ETAPA: DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO PRODUTO.....                                     | 22        |
| <b>3</b>     | <b>- PROGRAMA COMPUTACIONAL.....</b>                                                | <b>24</b> |
| 3.1          | - ESTRUTURA DO PROGRAMA SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE<br>ETE.....                     | 24        |
| 3.2          | - MÓDULOS DA ESTRUTURA.....                                                         | 25        |
| <b>3.2.1</b> | <b>- Módulo entrada de dados cadastrais da ETE.....</b>                             | <b>25</b> |
| <b>3.2.2</b> | <b>- Módulo entrada de dados de medições.....</b>                                   | <b>26</b> |
| <b>3.2.3</b> | <b>- Módulo de consulta e geração de Relatório.....</b>                             | <b>29</b> |
| <b>4</b>     | <b>- EXEMPLOS DE APLICAÇÃO.....</b>                                                 | <b>33</b> |
| <b>5</b>     | <b>- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                  | <b>39</b> |
| 5.1          | - POSSIBILIDADES NA UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA.....                                     | 39        |
| <b>6</b>     | <b>- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>                                            | <b>40</b> |
| 6.1          | - CONCLUSÕES - APLICAÇÃO DO PROGRAMA A CASOS REAIS.....                             | 40        |

|     |                                                |    |
|-----|------------------------------------------------|----|
| 6.2 | - RECOMENDAÇÕES – PROPOSTA DE MELHORIAS PARA O |    |
|     | PROGRAMA.....                                  | 40 |
|     | REFERÊNCIAS.....                               | 43 |
|     | APÊNDICE A.....                                | 45 |
|     | APÊNDICE B.....                                | 59 |
|     | APÊNDICE C.....                                | 65 |
|     | APÊNDICE D.....                                | 77 |
|     | APÊNDICE E.....                                | 76 |
|     | APÊNDICE F.....                                | 80 |

# 1 INTRODUÇÃO

---

## 1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A água constitui elemento necessário para quase todas as atividades humanas. Dentre os múltiplos usos dos recursos hídricos, a sua utilização para fins de transporte ou diluição de efluentes exige um conhecimento adequado dos processos de tratamento destes efluentes para assegurar a qualidade da água do corpo receptor.

Para Setti (2001), os recursos hídricos têm capacidade de diluir e assimilar esgotos e resíduos, mediante processos físicos, químicos e biológicos, que proporcionam a sua autodepuração. Entretanto, acrescenta que essa capacidade é limitada tanto em face da quantidade e qualidade de recurso hídrico existente, como no adequado tratamento prévio de esgotos urbanos e industriais por Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs). O autor cita que é fundamental a conservação dos recursos hídricos em padrões de qualidade compatíveis com a sua utilização para os mais diversos fins.

As ETEs são destinadas a tratar as águas residuais de origem ou característica doméstica, comumente chamadas de esgoto sanitário. O processo de recuperação deste recurso hídrico envolve diversas peculiaridades e aspectos que devem ser relevantes em cada contexto, onde cada ETE esteja integrada com um método de gestão apropriado para garantir a qualidade dos recursos hídricos disponíveis.

A presença de ETEs está diretamente relacionada à obtenção de diversos benefícios socioeconômicos e ambientais. Diante disso, Brostel (2002) considera que a análise do alcance dos benefícios propostos para uma dada ETE pode ser uma interessante medida de avaliação de desempenho de sua gestão. Os benefícios podem ser a melhoria de condições de saúde, devido à redução de doenças de veiculação hídrica, a preservação da fauna e da flora, por meio da melhoria das condições ambientais, e o uso do corpo d'água para diversos fins, os quais podem gerar benefícios econômicos.

As empresas de saneamento estão cada vez mais preocupadas com a qualidade de sua gestão. Para Brostel (2002), isso se deve ao novo posicionamento que a sociedade vem ocupando no contexto e nas decisões empresariais, bem como o crescente interesse empresarial na promoção de ações voltadas à melhoria social,

que tem feito as empresas de saneamento se preocuparem mais com a qualidade da gestão, sendo que três fatores contribuíram decisivamente para isso: o uso de indicadores de eficiência pelos organismos internacionais, como o Banco Mundial e o Banco Interamericano de Desenvolvimento, para concessão de créditos; o fortalecimento dos órgãos reguladores; e as novas exigências do mercado consumidor, relacionadas à qualidade dos serviços e produtos.

Em relação às questões ambientais, verifica-se que o monitoramento e controle do desempenho ambiental tem sido, não só objeto de interesse em vários trabalhos acadêmicos, mas também tem ganhado atenção do meio empresarial, o qual tem procurado se adaptar a um novo comportamento em relação ao meio ambiente, por meio da incorporação de modelos de gestão ambiental. Nas ETEs, a questão ambiental ganha uma notabilidade especial, por se tratar de uma unidade que, embora tenha objetivos associados à preservação do meio ambiente e redução de riscos à saúde humana, pode provocar impactos ambientais significativos, caso o projeto ou a operação não estejam adequados ou não atendam às exigências ambientais locais. (BROSTEL, 2002)

Paula (2013) ressalta que os avanços da tecnologia da informação e a globalização permitem uma maior transparência em gestão de empresas no âmbito público e privado, na medida em que se permite o compartilhamento de informações relativas aos desempenhos administrativos, técnicos, econômicos e ambientais. O autor acrescenta que com estas informações é possível fazer a comparação do desempenho desses órgãos, o que tem sido denominado de *benchmarking* dos desempenhos.

Silva e Fonseca (2009) definem *Benchmarking* como sendo um procedimento de pesquisa, contínuo e sistemático, pelo qual se realizam comparações entre organizações, objetos ou atividades, criando-se um padrão de referência, na procura permanente de oportunidades de melhoria das suas práticas e processos.

Galvão Júnior e da Silva (2006) esclarecem que um projeto de *benchmarking* é um processo a ser implementado no médio e longo prazo, e que será aperfeiçoado ao longo do tempo. E que uma das funções principais do *benchmarking* é informar aos interessados os níveis de qualidade dos serviços que estão sendo prestados e seu custo relativo.

## 1.2 INDICADORES DE DESEMPENHO

INDICADORES são instrumentos de gestão, que medem o desempenho dos serviços, o funcionamento do parque produtivo, identificando com antecedência sua saturação, necessidades de ampliações, adequações ou implantação de estruturas (PIZA; PAGANINI, 2006).

Molinari (2006) aponta que os indicadores podem ser empregados de modelos regionais como os da Associação de Entidades Reguladoras de Água Potável e Saneamento das Américas (ADERASA) ou os modelos globais utilizados no *The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* (IBNET). Em qualquer caso, sugere-se compatibilizar as definições com as referências globais, como as sugeridas pela *International Water Association* (IWA) ou nas normas da ISO 24.100.

A IWA desenvolveu os manuais de Indicadores de Desempenho (IDs) que são utilizados como referência por grande número de empresas em todo o mundo de forma a facilitar as posteriores comparações, sendo que a versão mais recente elaborado especificamente para ETEs é de 2012 (BALMER; HELLSTRÖM, 2012).

A ADERASA concentra os reguladores do setor de saneamento dos países latino americano. Os IDs utilizados são definidos com base naqueles propostos pela IWA e em concordância com os da IBNET (MOLINARI, 2006).

O Programa IBNET ([www.ib-net.org](http://www.ib-net.org)) pertence ao Banco Mundial e tem como função disponibilizar uma base de dados e IDs que abranjam os operadores de todo o mundo.

As normas da ISO 24.100 trazem referências em nível global, cuja finalidade está em estabelecer critérios comuns para boa prestação dos serviços de água e saneamento básico, incluindo a elaboração de IDs e sua utilização (MOLINARI, 2006).

## 1.3 SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

De acordo com Ramos (2004) um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) sistematizado contribui para uma gestão capaz de alertar e visualizar como as atividades de uma ETE podem exercer interferências negativas sobre o meio ambiente e tornar essas atividades sustentáveis ambientalmente. A adoção de um SGA, além de ser um caminho para a preservação da natureza e do homem, através

da prevenção da poluição; oferece os meios para a redução de desperdícios, redução de custos e promoção da melhoria contínua dos processos e produtos.

Um SGA é uma estrutura desenvolvida para auxiliar as organizações, independentemente de seu tipo ou porte, a planejar consistentemente ações, prevenir e controlar impactos significativos sobre o meio ambiente, gerenciar riscos e melhorar continuamente o desempenho ambiental e a produtividade. Além destes aspectos, um SGA permite avaliar e monitorar a conformidade em relação ao atendimento dos requisitos legais. O princípio básico de um SGA é o ciclo Planejar, Executar, Verificar e Agir (PDCA, plan, do, check, action), que permite que as organizações busquem a melhoria contínua de seu sistema de gestão (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO- FIESP, 2015).

A ISO 14001 – Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso – é uma norma internacional, pertencente à série de normas ISO 14000, que especifica requisitos para implementação e operação de um SGA nas organizações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT, 2015).

O SGA implementado segundo a ISO 14001 permite a obtenção de certificação após auditoria por organismo certificador acreditado. Para muitas empresas, obter a certificação da ISO 14001 é uma demanda de mercado, pois demonstra seu comprometimento com práticas sustentáveis e padrões internacionais de gestão ambiental (FIESP, 2015).

#### 1.4 IMPACTO DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS NOS CORPOS HÍDRICOS

A Lei Federal nº 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, baseada no atendimento ao uso múltiplo das águas e na gestão por bacias hidrográficas, e um de seus propósitos é “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”.

No que tange ao aspecto de assegurar a qualidade do recurso hídrico, o desafio para alcançar esse objetivo está na busca pela disposição do esgoto com o adequado tratamento, de forma a impactar positivamente na saúde da população, além de facilitar o atendimento de usos a jusante, como abastecimento humano, dessedentação animal, abastecimento industrial, balneabilidade, irrigação, geração

de energia elétrica, piscicultura , navegação, pesca, transporte fluvial e diluição de efluente tratado.

O impacto do lançamento de efluentes originados de ETEs em corpos d'água é motivo de grande preocupação para a maioria dos países de acordo com Oliveira e Von Sperling (2005), que ainda afirmam que uma série de legislações ambientais, critérios, políticas e revisões procuram influir tanto na seleção dos locais de descarga quanto no nível de tratamento exigido para garantir que os impactos ambientais provocados pela disposição destes efluentes tratados sejam aceitáveis.

### 1.5 ATENDIMENTO ÀS LEGISLAÇÕES

Usualmente as ETEs são avaliadas em função da remoção de determinados compostos do efluente líquido após o tratamento (temperatura, pH, cor, turbidez, nitrogênio, fósforo, DQOTotal, DQOFiltrada, DBOTotal, DBOFiltrada, Sólidos Totais, Coliformes Fecais e Enterococos Fecais), o qual seguirá para ser lançado em um corpo d'água (mar, rio, córrego, lagoa, etc) e deve atender aos padrões de qualidade e de lançamento de efluentes pela legislação vigente Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357/05 do Ministério do Meio Ambiente e eventuais legislações ambientais. Caso não se enquadre, os órgãos fiscalizadores devem autuar e exigir ações para garantir o seu reenquadramento.

A Resolução CONAMA 357/05, norma ambiental em nível federal pertinente aos aspectos de qualidade da água e efluentes, dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e define critérios de enquadramento de acordo com o uso da água, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências (BRASIL, 2005).

Publicada mais recentemente, a Resolução CONAMA 430/11 complementa e altera a Resolução nº 357/2005. Dispõe sobre condições e padrões de lançamentos para os efluentes em geral e especificadamente para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários. Esta Resolução preconiza uma eficiência de remoção mínima de 60% de DBO. Sua remoção também implica na remoção de boa parte dos demais poluentes presentes nos esgotos urbanos (BRASIL, 2011).

Para o âmbito estadual, levando em consideração o Estado de São Paulo, está em vigor o Decreto 8468/76, o qual dispõe sobre os parâmetros para a liberação de efluentes tratados nos rios ou em redes coletoras de esgotos nos artigos 18 e 19. Este

Decreto estabelece remoção mínima de 80% de DBO para os casos em que ultrapassar 60 mg/l a análise de DBO 5 dias a 20°C.

Cada Estado adota seus próprios decretos, devendo-se levar em consideração os padrões mais restritivos estabelecidos pelas normas federais, estaduais ou municipais.

## 1.6 OPERAÇÃO DO SISTEMA

No âmbito de uma dimensão operacional, destacam-se os aspectos relativos ao funcionamento e à operação dos sistemas de esgotamento sanitário (SES), em particular da garantia da eficiência das ETEs conforme legislações, como uma forma de atuar no monitoramento do resultado da ação de saneamento (esgoto coletado e tratado) com foco na mitigação dos impactos nos recursos hídricos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS- ANA, 2017).

De acordo com Oliveira e Von Sperling (2005), existem diversos fatores no SES que podem levar a problemas e instabilidade nos processos operacionais e serem responsáveis pela qualidade e variabilidade do efluente. Os fatores podem ser: variações na carga afluente, das condições ambientais nos reatores, da natureza do esgoto a ser tratado, da presença de substâncias tóxicas, da variabilidade inerente aos processos de tratamento biológico e de falhas mecânicas e humanas no sistema. Os autores afirmam que não existe uma relação consistente entre a eficiência de remoção e as variáveis operacionais nos processos de tratamento analisados, sendo que a contribuição e a influência de cada variável diferem de ETE para ETE, e pode ser resultado de projeto, operação ou ambos. Acrescentam ainda que há um grande caminho para que haja uniformidade nos processos de tratamento, assim como observado por técnicos na prática. Existem diversas particularidades das variáveis operacionais que necessitam de maior monitoramento e integração destas informações no contexto geral para avaliação de desempenhos das ETEs, de forma a se garantir uma relação consistente entre os fatores tanto operacionais quanto de projetos nos resultados obtidos.

## 1.7 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A finalidade principal de uma ETE é cumprir os requisitos de qualidade do efluente tratado para disposição no meio ambiente. No entanto, a avaliação desta

conformidade é um processo bastante complexo para a gestão, uma vez que exige a integração de um grande volume de dados e vários critérios.

Uma adequada gestão das ETEs demanda por transparência na tomada de decisão para priorizar as ações com maior impacto na garantia de performance na operação de acordo com a melhor técnica disponível e viabilidade econômica.

Portanto, de forma a subsidiar a avaliação de conformidade em ETEs e facilitar a tomada de decisão, seria de notório avanço para o setor a criação de uma ferramenta de gestão capaz de avaliar e dar suporte aos Setores da Sociedade que possam se beneficiar com uma adequada gestão de ETEs.

## 1.8 JUSTIFICATIVA

A ferramenta criada trata-se de um programa computacional desenvolvido na linguagem JAVA, com as funções de armazenar determinadas informações de cada ETE e ao final gerar relatórios com os dados dispostos de forma organizada e prática de forma que alcance os atores envolvidos com a gestão de ETEs.

O programa computacional proposto passará a ser mais um instrumento para a gestão integrada da água em áreas urbanas. Esta ferramenta possibilitará obter indicadores de eficiência das ETE's, tornando possível a sua avaliação e comparação entre diversas unidades, para efeitos de *benchmarking* interno ou externo, bem como garantir informações quanto ao impacto do lançamento de esgotos nos corpos hídricos.

Dessa forma, o planejamento passa a contar com informações precisas para fornecer subsídios a programas que visam a boa qualidade dos recursos hídricos e tomar medidas eficientes com maior grau de confiabilidade para melhoria contínua dos processos de gestão da qualidade do efluente tratado lançado nos corpos receptores, visando à preservação dos recursos hídricos.

## 1.9 OBJETIVOS

A ferramenta desenvolvida tem como principal objetivo a integração e compilação dos diversos dados e informações das ETEs com o intuito de avaliar o desempenho de cada unidade utilizando métodos de gestão de ETEs e indicadores propostos em literatura.

Os seguintes objetivos específicos foram formulados:

- Favorecer uma gestão adequada das ETEs;
- Gerir o impacto do lançamento dos esgotos tratados nos corpos hídricos;
- Avaliar a eficiência do tratamento quanto às alternativas utilizadas e as demais variáveis operacionais de cada sistema; e
- Verificar o atendimento às legislações.

## 2 SISTEMA DE GESTÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE ETES

### 2.1 1ª ETAPA: AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS E INDICADORES RELACIONADOS EM LITERATURA

A primeira etapa deste trabalho compreendeu a avaliação dos critérios e indicadores utilizados pelos autores Brostel (2002), Paula (2013) e PIZA e PAGANINI (2006), afim de selecionar os que possuam respostas objetivas à dados físicos e de mensuração das ETES. Dentre os indicadores selecionados, optou-se pelos que pudessem ser aplicados para auxílio da operação da mesma com o foco em atingir os dados esperados de eficiência, e desta forma para contribuir com a qualidade dos corpos receptores, sendo considerado, portanto, os 07 indicadores relacionados conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Indicadores selecionados em relação aos critérios de avaliação das ETES.

| Nº                    | Critério de avaliação                                    | Procedimentos de avaliação                                                                                                    | Unidade de medida                                                                                                                                                     |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BROSTEL (2002)</b> |                                                          |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                       |
| 1                     | Eficiência do processo                                   | Determinação da eficiência média de remoção do processo para o(s) constituinte(s) estabelecido(s) DQO, DBO, SST, NTK, PT, CT. | [Concentração do parâmetro no afluente (mg/L) - Concentração do parâmetro no efluente (mg/L)]/[Concentração do parâmetro no afluente (mg/L)]. Ver Planilha C2 - Anexo |
| 2                     | Consumo de energia                                       | Coleta de dados de consumo da unidade (média anual).                                                                          | Consumo de energia médio anual (Kwh/mês). Ver planilha C3 anexo                                                                                                       |
| <b>PAULA (2013)</b>   |                                                          |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                       |
| 3                     | Desempenho do sistema                                    | Utilização da estação de tratamento (capacidade de carga hidráulica e orgânica)                                               | Carga hidráulica: vazão média afluente no mês (m³/s)/capacidade média de projeto no mês (m³/s)                                                                        |
|                       |                                                          |                                                                                                                               | Carga orgânica: carga média de DQO (kg/d) no mês/ carga média de DQO de projeto (kg/d) no mês                                                                         |
| 4                     | Eficiência no consumo de energia.                        | Consumo de energia elétrica na ETE                                                                                            | (kWh/m³)                                                                                                                                                              |
| 5                     | Capacidade de tratamento de esgoto                       | Índice de tratamento de esgoto                                                                                                | (%) (volume enviado para tratamento/volume total coletado)                                                                                                            |
| 6                     | Conformidade com os regulamentos e diretrizes aplicáveis | Índice de análises do efluente tratado dentro do padrão exigido pela norma                                                    | (nº de análises de efluente de acordo com as metas de concentração estabelecidas/nº total de análises de efluente realizadas/ano) (%).<br>Continua...                 |

| conclusão<br>Nº               | Critério de avaliação                                | Procedimentos de avaliação                                                                | Unidade de medida                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PIZA e PAGANINI (2006)</b> |                                                      |                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 7                             | Indicador de Saturação do Tratamento de Esgoto (ISE) | Comparar a oferta e a demanda das instalações e programar novas instalações ou ampliações | $e_{xina}$ = indicador de saturação do tratamento, em anos;<br>VC = volume coletado de esgotos afluentes à ETE em m³/s ou L/s;<br>CT = capacidade de tratamento, em m³/s ou L/s; e<br>t = taxa de crescimento anual da população urbana para os cinco anos subseqüentes.<br>$e_{xina} = \frac{\log \frac{CT}{VC}}{\log(1 + t)}$ |

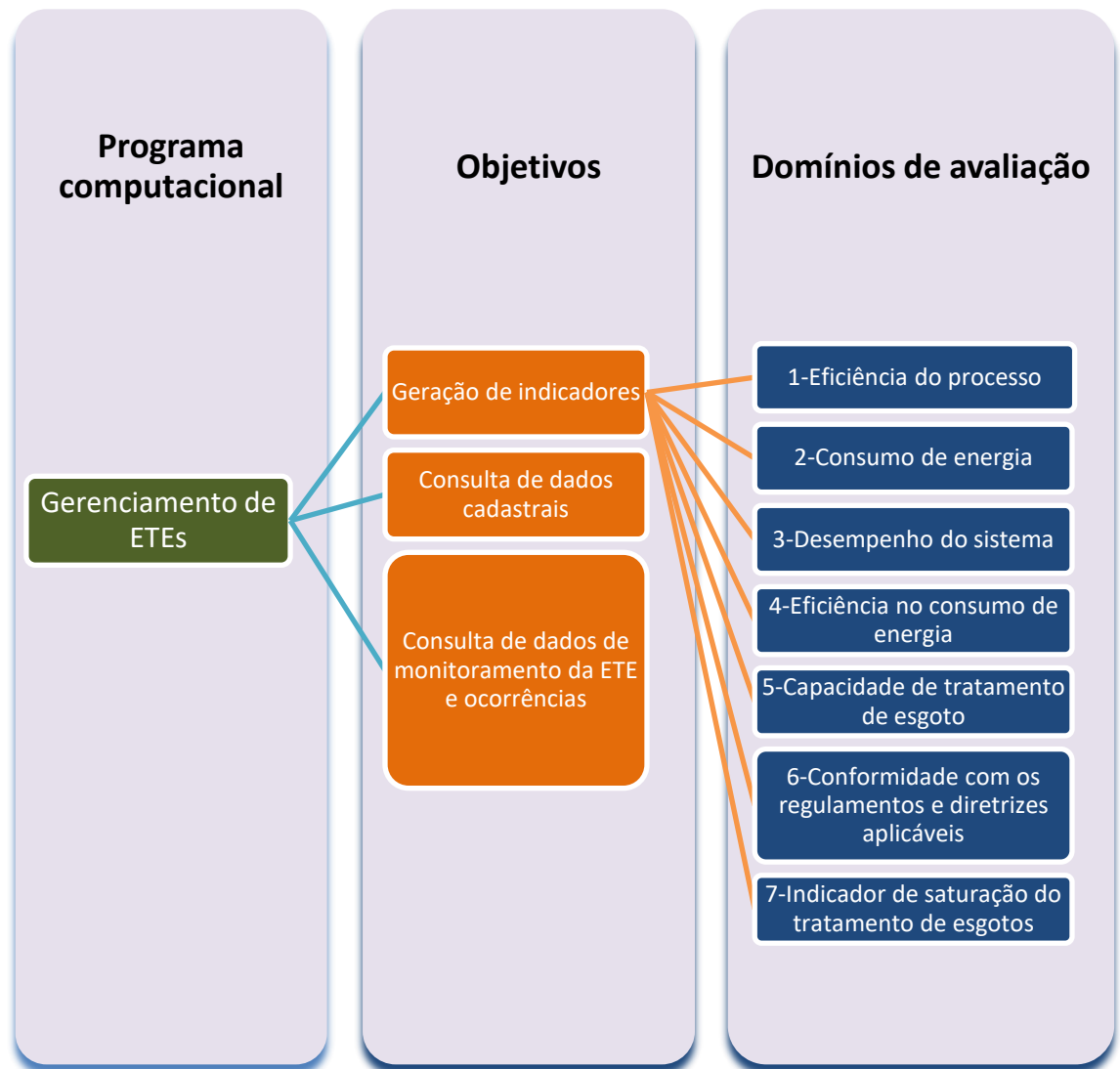
Fonte: Própria autora

## 2.2 2º ETAPA: DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO PRODUTO

A concepção principal do programa desenvolvido foi a possibilidade de gestão das diversas informações geradas pelas ETEs, permitindo a interação dos dados e geração de indicadores para uma melhor avaliação de cada sistema, contribuindo para a garantia da qualidade dos recursos hídricos que são receptores do efluente tratado pelas ETEs. A Figura 1 ilustra a estrutura com que o produto foi idealizado. O mesmo pode ser utilizado principalmente para empresas de saneamento que sejam responsáveis pela gestão de várias ETEs.

A partir da definição do objetivo principal do programa e demarcação dos indicadores e critérios a serem utilizados conforme item 2.1, iniciou-se a 2º fase do desenvolvimento do mesmo, com a inserção das entradas de dados necessárias para a gestão das informações e geração de indicadores.

Figura 1 – Estrutura do sistema de gerenciamento de ETE e os domínios de avaliação previstos.



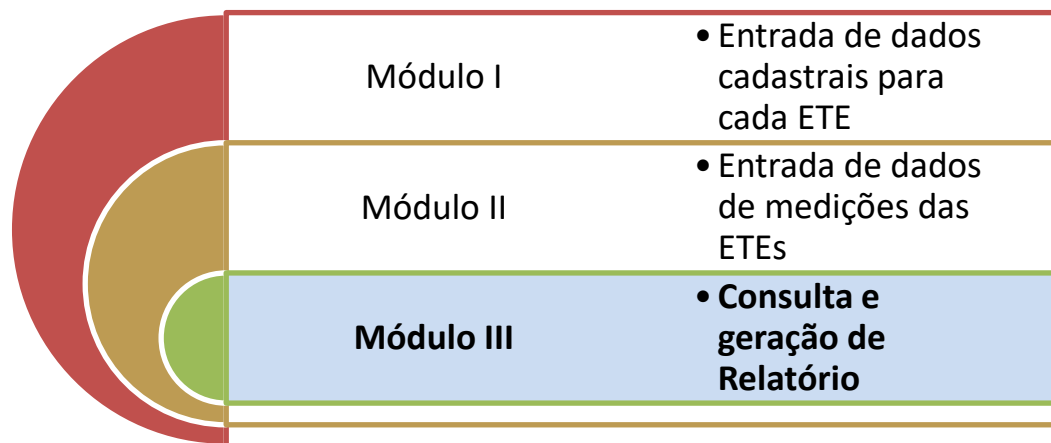
Fonte: Própria autora

### 3 PROGRAMA COMPUTACIONAL

#### 3.1 ESTRUTURA DO PROGRAMA SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ETE

O programa para gestão e avaliação das ETEs é formado pela seguinte estrutura indicada na Figura 2. Cada um destes módulos alimenta um módulo de interface geral onde são compilados os dados inseridos e disponibilizados em formato de relatório para cada ETE.

Figura 2 – Módulos do programa computacional.



Fonte: Própria autora

Os vários módulos foram construídos em ambiente JAVA, de modo a permitir uma fácil instalação e manipulação de dados pelo utilizador, bem como facilitar a exportação de resultados para outros documentos de diferentes formatos (Excel, Word, etc).

O processo de avaliação compreende três módulos principais:

1ª – Entrada de dados cadastrais para cada ETE: Neste módulo é criado um cadastro para cada ETE e inseridas as informações gerais, tais como localização, tipo de sistema empregado para tratamento, tipo e característica do corpo receptor, dados de licenças de operação e dados de dimensionamento de projeto. Neste módulo as informações inseridas são fixas e sofrem poucas variações ao longo do tempo.

2ª – Entrada de dados de medições das ETEs: Inserção pelo usuário de dados gerados pela operação do sistema, tais como: análises químicas, ligações de esgoto, vazão tratada, população atendida, consumo de energia, recebimento de efluentes

não domésticos e cadastro de ocorrências. Este módulo deve ser periodicamente atualizado com novos dados, afim de se ter a evolução histórica de alguns destes dados e gerar os indicadores de avaliação dos sistemas contidos no próximo módulo.

3<sup>a</sup> – Consulta e geração de Relatório: Saída de dados compilados em formato de Relatório para cada ETE ou simples consulta dos dados inseridos. Neste módulo são organizados todos os dados das ETEs obtidos por meio dos dois módulos indicados acima em formato de relatório anual, e gerado alguns indicadores para o período analisado. Há a opção de o programa gerar um arquivo em pdf ou apenas a visualização dentro do próprio programa.

## 3.2 MÓDULOS DA ESTRUTURA

### 3.2.1. Módulo entrada de dados cadastrais da ETE

Neste módulo o usuário tem a opção de entrar com os dados gerais de cadastro de uma Nova ETE ou editar dados cadastrais de uma ETE existente. As informações a serem preenchidas estão na Figura 3. O programa foi elaborado para que sejam armazenadas estas informações em um banco de dados, com a possibilidade de gerar comparação entre sistemas semelhantes ou classificar os sistemas conforme a necessidade do usuário para a gestão integrada de seus sistemas. É possível o cadastramento das ETEs conforme as características abaixo, sendo que em alguns campos o usuário já encontra as opções disponíveis para seleção, facilitando o processo de cadastramento e permitindo uma padronização da classificação. As informações a serem preenchidas estão elencadas abaixo:

- Classe do corpo receptor: opções conforme Quadro B3 do Apêndice B;
- Localização da ETE e lançamento no corpo receptor: opção de inserir localização do google por meio de *hyperlink*;
- Tempo de uso;
- Se possui licenças ambientais e qual a validade das mesmas;
- Porte das estruturas considerando os dados de projeto de população: automático conforme Tabela B1 do Apêndice B;
- Processos de tratamento empregados na fase líquida e sólida: opções conforme Quadro B1 do Apêndice B;
- Processos de tratamento por aeração: opções conforme Quadro B2 do Apêndice B;
- Se possui energia elétrica; e

- Se possui sistema de medição de vazão e qual: opções entre calha parshall, vertedor triangular ou outro.

Figura 3 – Imagem de tela para módulo de entrada de dados de nova ETE.

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ETEs**

Arquivo Inserir Consultar Sobre

**1 - DADOS GERAIS**

Denominação: Ex: ETE Corrego Alegre  
 Localizacao: Insira o endereço de localização da ETE  
 Municipio: Insira o município onde a ETE está localizada  
 Hiperlink: Insira o link do Google Maps da localização da ETE  
 Corpo Receptor: Ex: Corrego Alegre  
 Classe: 1 Consultar  
 Ano de Implantação:   
 Licenças Ambientais: Nao Descrição: Ex: LOR n. 12002470 Validade: / /  
 Tipo de Sistema: Ex: Lagoa facultativa com aeradores superficiais  
 Energia Elétrica: Nao  
 Medição de Vazão: N.d.a Observação:   
 Responsavel: Insira o nome do responsável pela ETE. Telefone: ( ) -

**2 - DETALHES**

**2.1 - CAPACIDADE (DADOS DO PROJETO)**

Vazão Média de Projeto (L/s)   
 População do Projeto (habitantes)   
 Porte: Consultar  
 Carga Orgânica de Projeto ( KgDBO/Dia )

**2.2 - IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EMPREGADOS NA ETE-FASE LÍQUIDA**

| Etapas do Processo | Tipo de processo | N. Unidades Individuais |
|--------------------|------------------|-------------------------|
| Preliminar         | N.d.a            |                         |
| Baixa Eficiência   | N.d.a            |                         |
| Média Eficiência   | N.d.a            |                         |
|                    | N.d.a            |                         |
|                    | N.d.a            |                         |
| Alta Eficiência    | N.d.a            |                         |
| Desinfecção        | N.d.a            |                         |

Consultar

**Tipo e Características dos Processos Empregados**

Tipo: Nenhum Escolher

**Tipo de Aeração**

Aerador Mecânico: N.d.a Aerador com difusor de Ar: N.d.a

**2.2 - IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EMPREGADOS NA ETE-FASE SÓLIDA**

| Etapas do processo | Tipo de processo | N. Unidades Individuais |
|--------------------|------------------|-------------------------|
| Digestão           | N.d.a            |                         |
| Desidratação       | N.d.a            |                         |

Salvar CANCELAR

Fonte: Própria autora. Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

### 3.2.2 Módulo entrada de dados de medições

Este módulo permite ao usuário a inserção dos seguintes dados:

- Análises químicas;
- Medições de vazão tratada;
- Medições de volume consumido;

- Consumo de energia;
- Dados operacionais (população prevista, taxa de crescimento anual da população, extensão de rede de esgotos, quantidade de ligações de esgotos e volume consumido de água que contribui para o sistema de tratamento);
- Tipo de ocorrências (despejos não domésticos, auditorias, advertências, multas, outros); e
- Gestão de efluentes não domésticos.

Estes dados serão preenchidos periodicamente pelo usuário para cada ETE cadastrada em telas conforme as Figuras 4 e 5, e a partir destes dados será gerado o Relatório. Estas informações também ficarão armazenadas em um banco de dados para consultas e exportação para outros documentos de diferentes formatos (Excel, Word, etc).

Figura 4 – Módulo de entrada de dados de medições.

**ANÁLISES QUÍMICAS**

SISTEMA DE TRATAMENTO

Sistema de Tratamento | Corpo Receptor

**SISTEMA DE TRATAMENTO**

|     |      | TEMP < 40° C |     | PH 5 a 9 |     | Resíduo Sedimento ≤ 1 mg/L |     | DQO |     | DBO ≤ 60mg/L (sal) ou %Red ≥ 80% |    |     | OD  | Nitrog Amon. ≤ 20 mg/L | Coliforme Total | Escherichia Col |     |     |
|-----|------|--------------|-----|----------|-----|----------------------------|-----|-----|-----|----------------------------------|----|-----|-----|------------------------|-----------------|-----------------|-----|-----|
| ETE | DATA | (E)          | (S) | (E)      | (S) | (E)                        | (S) | %R  | (E) | (S)                              | %R | (E) | (S) | %R                     | (S)             | (S)             | (S) | (S) |
|     |      |              |     |          |     |                            |     |     |     |                                  |    |     |     |                        |                 |                 |     |     |

**ANÁLISES QUÍMICAS**

CORPO RECEPTOR

Sistema de Tratamento | Corpo Receptor

**Corpo Receptor**

|     |      | TEMP |     | PH 6 a 9 |     | Resíduo Sedimento |     | DQO |     | DBO ≤ 5,0 mg/L |     | OD ≥ 5,0 mg/L |     | Nitrog Amon. ≤ 5,0 mg/L |     | Coliforme Total ≤ 5000 |     | Escherichia Col ≤ 1000 |     |
|-----|------|------|-----|----------|-----|-------------------|-----|-----|-----|----------------|-----|---------------|-----|-------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|-----|
| ETE | DATA | (A)  | (D) | (A)      | (D) | (A)               | (D) | (A) | (D) | (A)            | (D) | (A)           | (D) | (A)                     | (D) | (A)                    | (D) | (A)                    | (D) |
|     |      |      |     |          |     |                   |     |     |     |                |     |               |     |                         |     |                        |     |                        |     |

**DADOS OPERACIONAIS**

| ETE | ANO | PROJ.IBGE (POP. URBANA) | %POP. ATENDIDA | TAXA CRESC. ANUAL URBANA(%) | LIG. ESGOTO | EXT. TOTAL REDES DE ESGOTO(M) |
|-----|-----|-------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|-------------------------------|
|     |     |                         |                |                             |             |                               |

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura 5 – Módulo de entrada de dados de medições.

The figure displays four sequential screenshots of a software interface for water treatment management. Each screenshot shows a title bar with a specific module name and a table for data entry.

- Module 1: VAZÃO TRATADA MEDIDA** (Water Flow Treated Measured). The table has columns: ETE, Mês/Ano, Vol. Tratado Medido (m³/mês), and Vol. Consumido (m³/mês).
- Module 2: OCORRÊNCIAS** (Occurrences). The table has columns: ETE, DATA, OPÇÕES, and OBSERVAÇÃO.
- Module 3: CONSUMO DE ENERGIA** (Energy Consumption). The table has columns: ETE, MÊS/ANO, and KWH/MÊS.
- Module 4: GESTÃO DE EFLUENTES NÃO DOMÉSTICOS** (Management of Non-Domestic Effluents). The table has columns: ETE, FONTE, TIPO, QUANTIDADE, and CARACTERÍSTICA.

Fonte: Telas do Programa *Sistema de Gerenciamento de ETE*

### 3.2.3 Módulo de consulta e geração de Relatório

Os componentes deste módulo incluem a consulta dos dados cadastrados pelo usuário no programa e pretende apoiar sobretudo a decisão ao nível gerencial, sendo adequada para utilização, por exemplo, pelos gerentes e responsáveis técnicos das ETEs em questão.

Este módulo permite ao usuário visualizar os dados inseridos no módulo anterior, pelo período que se pretende analisar, e por cada ETE cadastrada com a opção de verificar as médias, além de permitir a exportação destes dados para outros documentos de diferentes formatos. A Figura 6 ilustra este módulo, onde os dados brutos são disponibilizados para visualização.

Figura 6 – Módulo de consulta dos dados inseridos.



Fonte: Própria autora. Telas do Programa Sistema e Gerenciamento de ETE

Na visualização de consulta dos Dados operacionais (Figura 7), o usuário tem a disposição os dados que foram inseridos na fase de inserção já compilados automaticamente pelo programa com as fórmulas descritas a seguir, de modo a facilitar um diagnóstico dos componentes vazão e carga orgânica que contribuem para a ETE em questão.

Figura 7 – Tela para módulo de saída de dados de medições.

| ANO | CRESC.ANUAL POP.URBANA(%) | POP. ATENDIDA | LIG. ESGOTO ATENDIDA | EXT. TOTAL REDE DE ESGOTO | VOLUME CONSUMIDO (m³/mês) | VAZÃO TRATADA (L/s) |        |            | EFC. REMOÇ. DBO (%) | CARGA AFLUENTE ETE (KgDBO/da) |        | CARGA REMANESCENTE (Kg/da) |        |
|-----|---------------------------|---------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--------|------------|---------------------|-------------------------------|--------|----------------------------|--------|
|     |                           |               |                      |                           |                           | ESTIMADA            | MEDIDA | CAPACIDADE |                     | ESTIMADA                      | MEDIDA | ESTIMADA                   | MEDIDA |
|     |                           |               |                      |                           |                           |                     |        |            |                     |                               |        |                            |        |

Fonte: Telas do Programa *Sistema de Gerenciamento de ETE*

Sendo que:

- Ano: Ano pretendido para avaliação;
- Crescimento anual da população urbana: Dado inserido pelo usuário a partir de levantamento pelo IBGE;
- População atendida: População Urbana do município (IBGE) x Porcentagem de população atendida pela ETE no município (%);
- Ligações de esgoto atendida: Ligações de esgotos do município x Porcentagem de população atendida pela ETE no município (%);
- Extensão total de rede de esgoto: Dado inserido pelo usuário do programa equivalente à extensão de rede coletora de esgoto (rede coletora + coletor tronco + emissário)
- Volume consumido (m³/mês): Média anual do Volume consumido (m³/mês) da tela Vazão Tratada medida do banco de dados;
- Vazão tratada estimada (L/s): Volume consumido médio (m³/mês) x coeficiente de retorno (R) x 0,000385802. Trata-se de 80% do Volume consumido médio, onde R=0,80, e da conversão do volume consumido para a unidade L/s;

- Vazão tratada medida (L/s): Média anual da tabela Vazão Tratada medida do banco de dados (m³/mês) x 0,000385802. Trata-se da conversão do volume tratado medido para a unidade l/s;
- Vazão tratada capacidade (L/s): Dados da Planilha de entrada de dados cadastrais da ETE;
- Eficiência de remoção de DBO (%): Média dos dados anuais de porcentagem de redução de DBO na Planilha de análises químicas;
- Carga afluenta à ETE estimada (kgDBO/dia): 0,054 kgDBO/hab.dia <sup>(1)</sup> x População atendida;
- Carga afluenta à ETE medida (kgDBO/dia): 0,0864 x DBO entrada (mgDBO/l) x Vazão tratada medida (l/s). Trata-se da conversão da carga de DBO de entrada medida proporcional à vazão tratada medida em l/s para kg/dia.
- Carga remanescente estimada (kgDBO/dia):  $(1 - \frac{\text{Eficiência de remoção de DBO}}{100}) \times \text{Carga afluenta à ETE estimada (kgDBO/dia)}$
- Carga remanescente medida (kgDBO/dia):  $(1 - \frac{\text{Eficiência de remoção de DBO}}{100}) \times \text{Carga afluenta à ETE medida (kgDBO/dia)}$

Assim, a geração do Relatório anual (Ver Apêndice C) permite que o usuário obtenha de forma padronizada o diagnóstico das informações de cada ETE para o ano pretendido. Neste relatório os dados brutos inseridos para as ETES são organizados e compilados para geração de alguns indicadores conforme elencados no item 2.1 deste documento, onde constam as variáveis utilizadas e a fórmula de cálculo, bem como um resumo das informações operacionais inseridas conforme Figura 6. O documento será gerado em arquivo PDF pronto para ser utilizado pelo gerente ou responsável técnico da ETE.

## 4 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO

Os dados reais para teste de inserção no programa e verificação dos resultados gerados são provenientes de uma ETE de um município de médio porte operado pela Sabesp da Unidade de Negócio Baixo Paranapanema, a qual será denominada neste trabalho de ETE A. Seguem as principais características desta ETE:

Tabela 1 – Dados da ETE A utilizadas no programa

|                                                                    |                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Índice de participação no tratamento de esgoto do município        | 100%                                                                                                          |
| População total urbana do município (Censo IBGE 2010) (habitantes) | 21.386                                                                                                        |
| Projeção da população para 2018 (habitantes)                       | 18.364                                                                                                        |
| Taxa de crescimento anual urbana da população                      | 0,61%                                                                                                         |
| Número de ligações de esgoto total para o município                | 7.477                                                                                                         |
| Extensão total de rede de esgoto do município (metros)             | 61.456,00                                                                                                     |
| Tipo de processo empregado no tratamento de esgoto                 | - Caixa de areia e gradeamento;<br>- 2 Lagoas facultativas com recente implantação de aeradores superficiais. |

Fonte: Própria autora. Dados obtidos junto a Sabesp para uma ETE de médio porte.

Na Figura 8 foram cadastrados os dados da ETE A em questão, e na Figura 9 está o arquivo txt gerado pelo programa que pode ser utilizado para inserção em outros formatos de arquivos como o Excel.

As visualizações das inserções dos dados nas outras telas do programa estão nas Figuras 10 à 15 deste capítulo, e o Relatório Geral para esta ETE está no Apêndice C. Para esta ETE não haviam informações de efluentes não domésticos cadastrados e ocorrências.

Figura 8 – Tela de Cadastro com as informações da ETE A

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ETEs**

Arquivo Inserir Consultar Sobre

### 1 - DADOS GERAIS

Denominação: ETE A Município: A

Localizacao: Hiperlink: 0

Corpo Receptor: RIO A Classe: 2

Ano de Implantação: 1998

Licenças Ambientais: Sim Descrição: LOR nº 12002470 Validade: 31/12/2020

Tipo de Sistema: Lagoa facultativa com aeradores superficiais

Energia Elétrica: Sim

Medição de Vazão: CALHA PARSHALL Observação: Implantação de aeradores superficiais em 2013

Responsavel: NATÁLIA Telefone: (18) 3904 - 8000

### 2 - DETALHES

#### 2.1 - CAPACIDADE (DADOS DO PROJETO)

Vazão Média de Projeto (L/s): 20

População do Projeto (habitantes): 9230 Porte: PEQUENO(P)

Carga Orgânica de Projeto ( KgDBO/Dia ): 49842

#### 2.2 - IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EMPREGADOS NA ETE-FASE LÍQUIDA

| Etapas do Processo | Tipo de processo                 | N. Unidades Individuais |
|--------------------|----------------------------------|-------------------------|
| Preliminar         | Tratamento Preliminar Mecanizado | 1.0                     |
| Baixa Eficiência   | N.d.a                            | 0.0                     |
| Média Eficiência   | Lagoa Facultativa                | 2.0                     |
|                    | N.d.a                            |                         |
|                    | N.d.a                            |                         |
| Alta Eficiência    | N.d.a                            | 0.0                     |
| Desinfecção        | N.d.a                            | 0.0                     |

**Tipo e Características dos Processos Empregados**

Tipo: lagoas (Aerada mistura completa, Facultativa aerada, Lagoa de alta-taxa) - Associações com Processos A1

**Tipo de Aeração**

Aerador Mecânico: Eixo horizontal Aerador com difusor de Ar: N.d.a

#### 2.2 - IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EMPREGADOS NA ETE-FASE SÓLIDA

| Etapas do processo | Tipo de processo | N. Unidades Individuais |
|--------------------|------------------|-------------------------|
| Digestão           | N.d.a            | 0.0                     |
| Desidratação       | N.d.a            | 0.0                     |

Fonte: Própria autora. Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura 9 – Tela do arquivo txt gerado pelo programa a partir do cadastro de nova ETE

```

ETE A_.txt - Bloco de Notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
ID: 1
Denominação: ETE A
Município: A
Localização:
Hyperlink Localização: 0
Corpo Receptor: RIO A
Classe: 2
Ano de Implantação: 1998
Licença CETESB: Sim
Descrição: LOR nº 12002470
Validade: 31 / 12 / 2020
Tipos e Processos Empregados: Lagoa facultativa com aeradores superficiais
Energia Elétrica: Sim
Medição de Vazão: N.d.a
Nome Responsavel: NATÁLIA
Telefone Responsavel: (18) 3904 - 8000
Observação: Implantação de aeradores superficiais em 2013
Tipo Preliminar: Tratamento Preliminar Manual
Tipo Baixa Eficiência: N.d.a
Tipo Média Eficiência 1: Lagoa Facultativa
Tipo Alta Eficiência: N.d.a
Tipo Desinfecção: N.d.a
N. Preliminar: 1.0
N. Baixa Eficiência: 0.0
N. Média Eficiência 1: 2.0
N. Alta Eficiência: 0.0
N. Desinfecção: 0.0
Tipo Aerador Mecânico: Eixo horizontal
Tipo Aerador Difusor de Ar: N.d.a
Tipos e Processos Empregados: B2 - Lagoas (Aerada mistura completa, Facultativa aerada, Lagoa de alta-taxa) - Associações com Processos A1
Tipo Digestão: N.d.a
Tipo Desidratação: N.d.a
N. Unidades Digestão: 0.0
N. Unidades Desidratação: 0.0
População: 9230
Vazão Média: 20
Carga Projetada: 49842
Tipo Média Eficiência 2: N.d.a

```

Fonte: Arquivo gerado pelo Programa Sistema de Gerenciamento de ETE. Própria autora.

A utilização do programa computacional permitiu ao usuário obter as seguintes informações:

- A partir da classificação do tipo de sistema empregado na ETE, o programa antecede ao usuário as eficiências esperadas para o tratamento;
- Permitiu ao usuário a comparação entre os valores reais da ETE com os estimados e projetados para a situação em que ela se encontra. Exemplo para dados de vazões e carga orgânica;
- Permitiu ter acesso ao histórico dos dados de análises químicas, volumes tratados e consumo de energia da ETE bem como os dados operacionais do sistema que ela abrange (ligações de esgoto, extensão de rede, volume consumido, etc);
- Para o caso de haver mais ETEs inseridas no programa, o usuário pode ainda comparar o desempenho entre ETEs semelhantes.

Figura 10 – Tela para busca do banco de dados do programa.



Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura 11 – Tela para saída de dados para análises químicas – Sistema de Tratamento

Busca - Análises Químicas

**ANÁLISES QUÍMICAS**

Filtros

ETE: ETE A ☐ DATA:  -

Sistema de Tratamento | Corpo Receptor

**SISTEMA DE TRATAMENTO**

| DATA       | TEMP < 40° C |       | PH 5 a 9 |      | Resíduo Sedimento ≤ 1 mg/L |      |        | DQO (mg/L) |       |       | DBO ≤ 60mg/L (sa) ou %Red ≥ 80% |       |       | OD   | Nitrogênio Amônio ≤ 20 mg/L | Coliforme Total | Escherichia coli |
|------------|--------------|-------|----------|------|----------------------------|------|--------|------------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------|------|-----------------------------|-----------------|------------------|
|            | (E)          | (S)   | (E)      | (S)  | (E)                        | (S)  | %R     | (E)        | (S)   | %R    | (E)                             | (S)   | %R    | (S)  | (S)                         | (S)             | (S)              |
| 24.01.2017 | 27.3         | 27.8  | 7.48     | 7.42 | 6.0                        | 0.0  | 100.00 | 1088.0     | 433.0 | 60.20 | 500.0                           | 180.0 | 64.00 | 0.0  | 0.0                         | 1733000.0       | 261300.0         |
| 17.05.2017 | 26.8         | 26.0  | 7.22     | 7.75 | 8.0                        | 0.0  | 100.00 | 1065.0     | 370.0 | 65.26 | 640.0                           | 115.0 | 82.03 | 0.0  | 0.0                         | 24810000.0      | 5200000.0        |
| 12.09.2017 | 28.9         | 27.5  | 6.94     | 7.59 | 7.0                        | 0.0  | 100.00 | 1021.0     | 369.0 | 63.86 | 620.0                           | 115.0 | 81.45 | 2.21 | 0.0                         | 7490000.0       | 2460000.0        |
| 11.01.2018 | 28.2         | 25.54 | 7.39     | 7.82 | 9.0                        | 0.10 | 98.89  | 1046.0     | 249.0 | 76.20 | 680.0                           | 105.0 | 84.56 | 2.59 | 25.0                        | 224700.0        | 47900.0          |
| 15.05.2018 | 26.6         | 25.2  | 7.39     | 7.74 | 5.0                        | 0.10 | 98.00  | 1262.0     | 328.0 | 74.01 | 600.0                           | 125.0 | 79.17 | 1.41 | 48.9                        | 14500000.0      | 2420000.0        |
| 19.09.2018 | 26.1         | 25.0  | 7.14     | 6.84 | 7.0                        | 0.10 | 98.57  | 1196.0     | 249.0 | 79.18 | 800.0                           | 75.0  | 90.62 | 5.57 | 57.8                        | 20140000.0      | 166400.0         |

I. Observações: Os limites acima são para corpo receptor classe 2;  
 Para corpo receptor classe 3: DBO = 10 mg/l, OD = 4 mg/l, coliforme total = 20.000, escherichia coli = 4.000  
 Para corpo receptor classe 4: OD = 2.0 mg/l, limites de DBO e coliformes à critério da CETESB

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura 12 – Tela para saída de dados para análises químicas – Corpo receptor

Busca - Análises Químicas

**ANÁLISES QUÍMICAS**

Filtros

ETE: ETE A ☐ DATA:  -

Sistema de Tratamento: **Corpo Receptor**

**Corpo Receptor**

| DATA       | TEMP |      | PH 6 a 9 |      | Resíduo Sedimento |     | DQO  |      | DBO ≤ 5,0 mg/L |     | OD ≥ 5,0 mg/L |      | Nitrogênio Amônio ≤ 5,0 mg/L |      | Coliforme Total ≤ 5000 |          | Escherichia Coli ≤ 1000 |        |
|------------|------|------|----------|------|-------------------|-----|------|------|----------------|-----|---------------|------|------------------------------|------|------------------------|----------|-------------------------|--------|
|            | (A)  | (D)  | (A)      | (D)  | (A)               | (D) | (A)  | (D)  | (A)            | (D) | (A)           | (D)  | (A)                          | (D)  | (A)                    | (D)      | (A)                     | (D)    |
| 24.01.2017 | 27.3 | 27.6 | 8.53     | 8.64 | 0.0               | 0.0 | 10.0 | 16.0 | 1.0            | 1.0 | 7.56          | 7.16 | 0.0                          | 0.0  | 11120.0                | 677000.0 | 111.2                   | 740.0  |
| 17.05.2017 | 25.9 | 25.7 | 7.68     | 7.47 | 0.0               | 0.0 | 6.0  | 6.0  | 0.0            | 0.0 | 8.00          | 8.00 | 0.05                         | 0.03 | 38540.0                | 9330.0   | 29.9                    | 387.3  |
| 12.09.2017 | 26.0 | 25.6 | 7.46     | 7.26 | 0.0               | 0.0 | 0.0  | 0.0  | 0.0            | 2.0 | 8.24          | 8.24 | 0.05                         | 0.05 | 3230.0                 | 5290.0   | 13.1                    | 1210.0 |
| 11.01.2018 | 25.5 | 25.6 | 7.42     | 7.46 | 0.0               | 0.0 | 6.0  | 9.0  | 1.0            | 1.0 | 6.37          | 6.97 | 0.0                          | 0.06 | 5380.0                 | 39300.0  | 93.3                    | 2613.0 |
| 15.05.2018 | 23.6 | 24.1 | 7.73     | 7.55 | 0.0               | 0.0 | 7.0  | 3.0  | 1.0            | 1.0 | 8.08          | 7.88 | 0.04                         | 0.04 | 7940.0                 | 10460.0  | 30.5                    | 197.0  |
| 19.09.2018 | 23.7 | 23.8 | 7.2      | 7.23 | 0.0               | 0.7 | 10.0 | 9.0  | 0.0            | 1.0 | 7.96          | 8.36 | 0.0                          | 0.01 | 3410.0                 | 17890.0  | 52.8                    | 2420.0 |

I. Observações: Os limites acima são para corpo receptor classe 2.  
 Para corpo receptor classe 3: DBO = 10 mg/l, OD = 4 mg/l, coliforme total = 20.000, escherichia coli = 4.000  
 Para corpo receptor classe 4: OD = 2,0 mg/l, limites de DBO e coliformes à critério da CETESB

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura 13 – Tela para saída de dados operacionais.

Busca - Dados Operacionais

**DADOS OPERACIONAIS**

Filtros

ETE: ETE A ☒ ANO: 2018

| ANO  | CRESC. ANUAL POP. URBANA (%) | POP. ATENDIDA | LIG. ESGOTO ATENDIDA | EXT. TOTAL REDE DE ESGOTO | VOLUME CONSUMIDO (m³/mês) | VAZÃO TRATADA (L/S) |        |            | EFC. REMOÇ. DBO (%) | CARGA AFLUENTE ETE (kgDBO/dia) |        | CARGA REMANESCENTE (kg/dia) |        |
|------|------------------------------|---------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|--------|------------|---------------------|--------------------------------|--------|-----------------------------|--------|
|      |                              |               |                      |                           |                           | ESTIMADA            | MEDIDA | CAPACIDADE |                     | ESTIMADA                       | MEDIDA | ESTIMADA                    | MEDIDA |
| 2017 | 0.62                         | 18252.0       | 7249.0               | 58868.0                   | 93949.3                   | 29.0                | 31.5   | 20         | 75.83               | 985.6                          | 1596.7 | 238.2                       | 372.0  |
| 2018 | 0.61                         | 18364.0       | 7477.0               | 61456.0                   | 93481.7                   | 28.9                | 31.4   | 20         | 84.78               | 991.7                          | 1881.0 | 150.9                       | 275.8  |

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura 14 – Tela para saída de dados vazão tratada medida

Busca - Vazão Tratada

 **VAZÃO TRATADA MEDIDA**

Filtros

ETE ETE A ☐ MÊS/ANO  -

| DATA    | Volume Tratado Medido (m³/mês) | Volume Consumido (m³/mês) |
|---------|--------------------------------|---------------------------|
| 02.2018 | 85838.0                        | 98714.0                   |
| 03.2018 | 83556.0                        | 96089.0                   |
| 04.2018 | 76998.0                        | 88548.0                   |
| 05.2018 | 73763.0                        | 84827.0                   |
| 06.2018 | 73378.0                        | 84384.0                   |
| 07.2018 | 78879.0                        | 90711.0                   |
| 08.2018 | 80276.0                        | 92318.0                   |
| 09.2018 | 91241.0                        | 104927.0                  |
| 10.2018 | 79377.0                        | 91283.0                   |
| 11.2018 | 84186.0                        | 96814.0                   |
| 12.2018 | 89821.0                        | 103294.0                  |

Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura 15 – Tela para saída de dados de consumo de energia

Busca - Consumo de Energia

 **CONSUMO DE ENERGIA**

Filtros

ETE ETE A ☐ DATA  -

| MÊS / ANO  | KW/MÊS |
|------------|--------|
| 01.01.2017 | 2540.0 |
| 01.02.2017 | 2540.0 |
| 01.03.2017 | 6134.0 |
| 01.04.2017 | 871.0  |
| 01.05.2017 | 5760.0 |
| 01.06.2017 | 5711.0 |
| 01.07.2017 | 100.0  |
| 01.08.2017 | 5231.0 |
| 01.09.2017 | 5140.0 |
| 01.10.2017 | 100.0  |
| 01.11.2017 | 4270.0 |

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

### 5.1 POSSIBILIDADES NA UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA

Com a utilização do programa é possível anteceder alguns parâmetros que revelam o comportamento das ETEs nele inseridas de acordo com as suas características, tais como:

- O programa antecede ao usuário as eficiências esperadas para o tratamento de acordo com a classificação do tipo de sistema empregado na ETE;
- Divulga comparações entre dados reais da ETE com parâmetros estimados e projetados para a situação em que a mesma se encontra. Ex: dados de vazões e carga orgânica;
- Acesso ao histórico dos dados inseridos para a ETE, como dados de análises químicas, volumes tratados e consumo de energia, e também dos dados operacionais para o sistema que ela abrange como ligações de esgoto, extensões de rede e volume consumido;
- Realiza comparação de desempenho entre ETEs semelhantes com as cadastradas no programa.

O usuário ainda pode manipular os dados inseridos no programa a seu critério, transportando para outros documentos de diferentes formatos (excel, word, etc)

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

---

### 6.1 CONCLUSÕES - APLICAÇÃO DO PROGRAMA A CASOS REAIS

Apresentou-se neste Relatório uma ferramenta de cálculo automática para apoio à gestão e avaliação de desempenho de ETE.

A aplicação desta ferramenta com os dados reais de uma ETE, conforme item 4 deste documento, permitiu evidenciar os seguintes tópicos:

- facilidade na:
  - utilização da ferramenta, tanto em questão do preenchimento das informações necessárias, uma vez que estas correspondem aos dados usualmente recolhidos na rotina de operação de uma ETE, tanto em questão de visualização dos relatórios e consulta às informações geradas;
  - importação/exportação de dados de/para outros formatos de arquivo como o Excel;
  - manipulação e tratamento posterior dos resultados (por exemplo, os dados gerados podem ser facilmente exportados para outros arquivos de documentos e formatados de acordo com as especificações do usuário);
  - instalação em qualquer computador;
- flexibilidade do usuário em escolher dentre o conjunto de parâmetros para avaliação de desempenho disponíveis na ferramenta quais os que pretende estudar (não sendo necessário preencher e avaliar todos os campos do programa).

### 6.2 RECOMENDAÇÕES – PROPOSTA DE MELHORIAS PARA O PROGRAMA

Neste trabalho foram descritas as potencialidades atuais da ferramenta de cálculo e gestão. A mesma pode se desenvolver ainda mais no futuro após sua aplicação e validação em outros casos de estudo, podendo ser acrescentadas as seguintes funcionalidades:

- Inserir tela para geração de Inventário Geral com todas as ETEs cadastradas, com as principais informações sintetizadas e dispostas com sinalizadores de cores vermelho, amarelo e verde para facilitar a visualização da situação de cada informação, conforme visualizado no Quadro 2 a seguir, onde verde assinala uma boa situação, amarelo sinal de alerta e vermelho que a situação está fora do tolerado.

Quadro 2 - Esquema de Inventário Geral das ETEs.

| ETE         | Eficiência de remoção de DBO (%) | Corpo Receptor | Saturação  | Licenças ambientais | Multas/ advertências |
|-------------|----------------------------------|----------------|------------|---------------------|----------------------|
| Denominação | >85                              | Atende         | Saturada   | Ok                  | Sim                  |
|             | 75 a 85                          | Não atende     | Em 5 anos  | Não ok              | Não                  |
|             | <75                              |                | Em >5 anos |                     |                      |

Fonte: Próprio autor

- Espaço destinado à inserção de fotos para geração de relatório fotográfico;
- Apresentação de resultados em diversos formatos tais como quadros com séries temporais e gráficos com evolução temporal de alguns indicadores como eficiência de remoção de DBO;
- Proposta de mais indicadores para serem acrescentados ao programa, abordando aspectos de viabilidade financeira com a coleta dos custos operacionais versus a receita, reúso de água, disposição de lodo e subprodutos gerados pela ETE, e demais conforme Quadro 3 a seguir, os quais foram selecionados dos trabalhos de Brostel (2002) e Paula (2013), onde também constam diversos outros indicadores que podem ser aplicados para avaliação das ETEs. No Apêndice D constam as tabelas de entrada de dados utilizadas por Brostel (2002) para avaliação de determinados critérios.

Quadro 3 - Indicadores propostos para uma 2ª etapa de desenvolvimento do programa em relação aos critérios de avaliação das ETEs.

| Critério de avaliação | Procedimentos de avaliação                                                                                                                                                                                                 | Unidade de medida                         |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>BROSTEL (2002)</b> |                                                                                                                                                                                                                            |                                           |
| Confiabilidade        | Determinação da média, desvio padrão e padrão estabelecido para a concentração do efluente para o(s) constituinte(s) estabelecido(s).                                                                                      |                                           |
| Custo operacional     | Coleta de dados do custo operacional médio mensal da unidade (base anual), incluindo: pessoal, energia elétrica, manutenção, produtos químicos, análises de controle, vigilância e custos administrativos locais e outros. | Custo operacional médio anual (R\$/mês) * |

|                                                          |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Viabilidade Financeira                                   | Coleta de dados do custo da tarifa de esgotos na área e volume médio faturado por habitante por mês. Determinação dos custos parciais de operação fixos e variáveis. | Custo médio mensal fixo de O&M* (R\$/mês)                                                                                             |
|                                                          |                                                                                                                                                                      | Custo médio mensal variável de O&M* (R\$/mês)                                                                                         |
| PAULA (2013)                                             |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                       |
| Lançamento de esgoto de forma segura                     | Testes de qualidade dos esgotos realizados                                                                                                                           | (nº de testes realizados no mês em cada parâmetro/nº previsto de testes no mês em cada parâmetro ) (média anual em %)                 |
| Custos operacionais                                      | Custo de operação e manutenção por m³ de esgoto tratado                                                                                                              | (R\$/m³)                                                                                                                              |
| Reúso de água                                            | Reúso de água                                                                                                                                                        | (%)                                                                                                                                   |
| Utilização sustentável da energia                        | Produção de energia                                                                                                                                                  | (kW)                                                                                                                                  |
| Total de poluentes emitidos pelos sistemas de esgotos    | Produção de lodo na ETE                                                                                                                                              | (m3/ano)                                                                                                                              |
| Prevenção da poluição                                    | Índice de disposição adequada de lodos de esgotos                                                                                                                    | (%)                                                                                                                                   |
| Conformidade com os regulamentos e diretrizes aplicáveis | Índice de análises do efluente tratado dentro do padrão exigido pela norma                                                                                           | (nº de análises de efluente de acordo com as metas de concentração estabelecidas/nº total de análises de efluente realizadas/ano) (%) |

Fonte: Brostel (2002) e Paula (2013)

Também podem ser incorporados indicadores nas áreas de: segurança patrimonial, recuperação da estrutura física, segurança do trabalho, regulamentação de despejos de caminhões limpa-fossa, controle de odores, adequação dos efluentes à legislação, cadastro de usuários não domésticos, pesquisa de ligações clandestinas, gerenciamento do lodo, controle de equipamentos e programa de visitação, como observado por Rocha (2005) para a abordagem do planejamento estratégico no gerenciamento de ETEs.

Para se ter acesso a mais referências na busca de indicadores, sugere-se verificar as definições com as referências globais, como as sugeridas pela IWA ou nas normas da ISO 24.100.

O programa está disponível no site da FEIS ([www.feis.unesp.br](http://www.feis.unesp.br)), em Pós-Graduação > Cursos> Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA > Publicações.

## REFERÊNCIAS

---

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS- ANA. **Atlas esgoto**: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: [http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo\\_livro.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf). Acesso em: 6 nov. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. **NBR ISO 14001**: sistemas da gestão ambiental - requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. **NBR ISO 24500**: atividades relativas aos serviços de abastecimento público de água e de gestão de águas residuais. Rio de Janeiro, 2007.

BALMER, P.; HELLSTRÖM, D. Performance indicators for wastewater treatment plants. **Water Science and Technology**, London, v. 65, n. 7, p. 1304–1310, abr 2012. IWA Publishing. <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2012.014>.

BRASIL. Decreto nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Da Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília, 8 jan. 1997.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial da União**, 18 mar. 2005. n. 053, p. 58-63. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 22 jul. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n.º 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília: **Diário Oficial da União**, 16 maio 2011. n. 92, p. 89. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 22 mar. 2014.

BROSTEL, R. C. **Formulação de modelo de avaliação de desempenho global de estações de tratamento de esgotos sanitários (ETEs)**. 2002. 278 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO- FIESP. **ISO 14001:2015**: saiba o que muda na nova versão da norma. Portal Fiesp- Índices,

pesquisas e publicações, Setembro 2015. Manual FIESP Departamento de Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/iso-140012015-saiba-o-que-muda-na-nova-versao-da-norma/>. Acesso em: 20 dez. 2018.

GALVÃO JUNIOR, A. de C.; DA SILVA, A. C (2006). **Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto**. 2. ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2006. 200 p

MOLINARI, A. **Uma proposta de indicadores**. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. **Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2006. cap. 3, p. 55-74.

OLIVEIRA, S. M. A. C.; VON SPERLING, M. **Avaliação de 166 ETEs em operação no país, compreendendo diversas tecnologias: análise de desempenho**. *Engenharia sanitária e ambiental*, v. 10, n. 4, p. 347-357, 2005.

de PAULA, R. L. **Metodologia para avaliação de desempenho operacional de estações de tratamento de esgotos, utilizando métodos multiobjetivo e indicadores**. 2013. 262 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos)-Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, 2013, Brasília, DF.

PIZA, J. T.; PAGANINI, W.S. Uma proposta de indicadores. In: GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. **Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2006. cap. 6, p. 123-144.

RAMOS, A. G. **Sistema de gestão ambiental em estações de tratamento de esgoto: o caso da ETE Remédios (Salesópolis - SP)**. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana)- Faculdade de Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SÃO PAULO. Decreto n. 8.468, de 08 de set. de 1976. Aprova o Regulamento da Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente, São Paulo, SP, set 1976.

SETTI, A. A. *et al.* **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2001. p. 328.

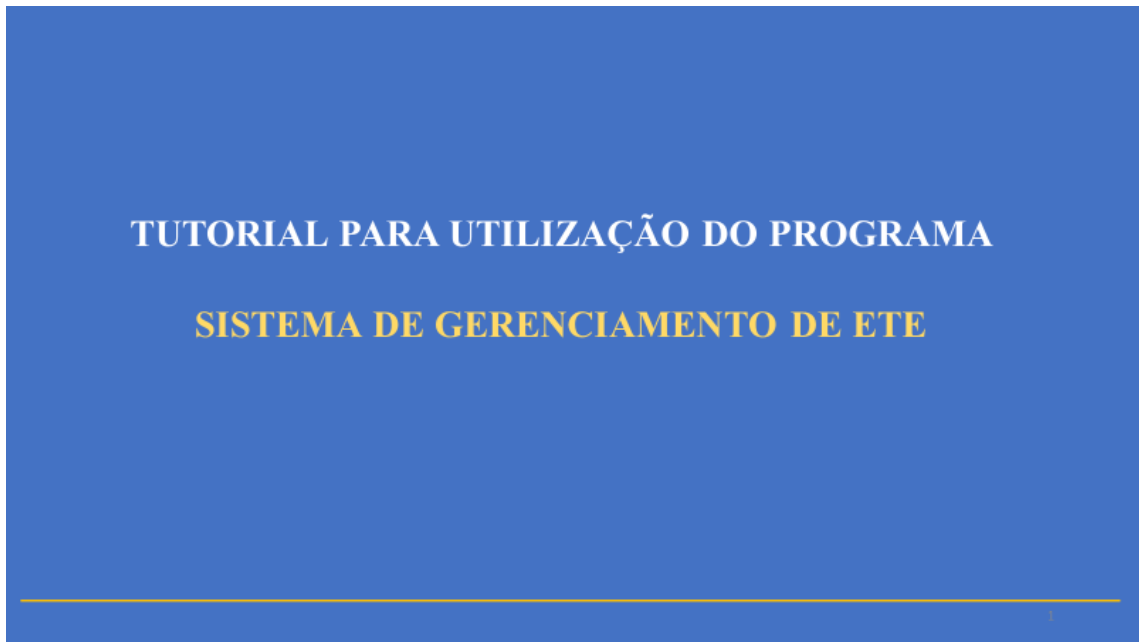
SILVA, A. S.; FONSECA, A. C. P. D. Controle Gerencial por meio do Benchmarking: o caso de uma organização de ciência e tecnologia da Marinha do Brasil. *Revista Contabilidade Vista & Revista*, Belo Horizonte, v. 20, n. 2, p. 65-98, abr./jun. 2009. ISSN 0103-734X.

## **APÊNDICE A**

### **TUTORIAL DE UTILIZAÇÃO**

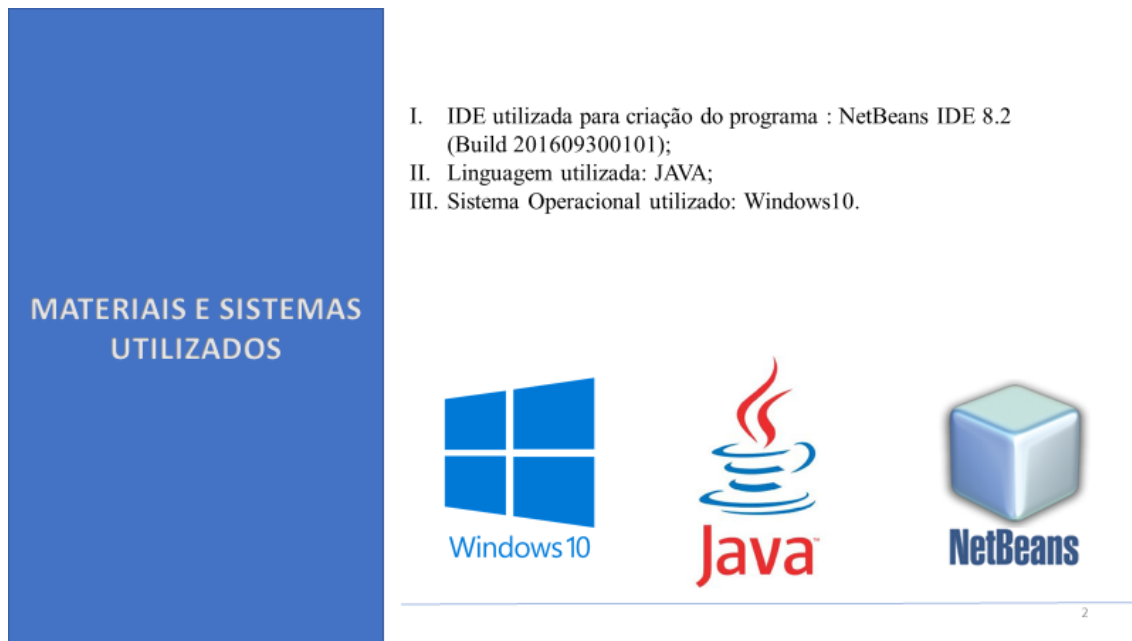
Este tutorial fornece o passo a passo para utilização do Sistema de Gerenciamento de ETE. O mesmo também pode ser encontrado dentro do programa na aba Sobre > 2-Documentos para consulta. O programa está disponível no site do ProfÁgua na plataforma Unesp.

Figura A1 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



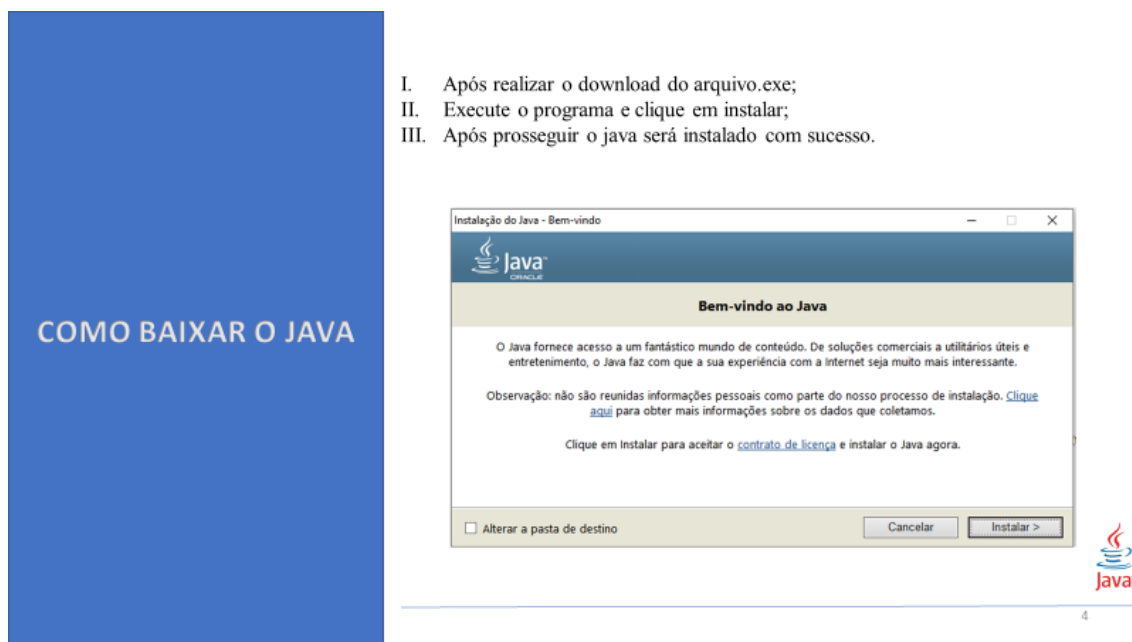
Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura A2 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura A3 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura A4 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.

## COMO BAIXAR O JAVA

- Link para download: [https://www.java.com/pt\\_BR/download/](https://www.java.com/pt_BR/download/)
- Click no botão Download Gratuito Java;
- Outra página irá abrir para concordar e assim iniciar o download.



3

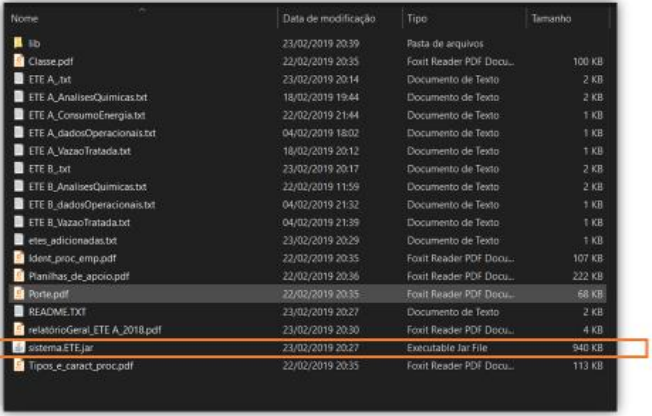
Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura A5 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.

## EXECUTANDO O ARQUIVO SISTEMA\_ETE.jar

- Com o JAVA instalado, podemos executar o programa.
- Abriu o programa: `sistema_ETE.jar`;



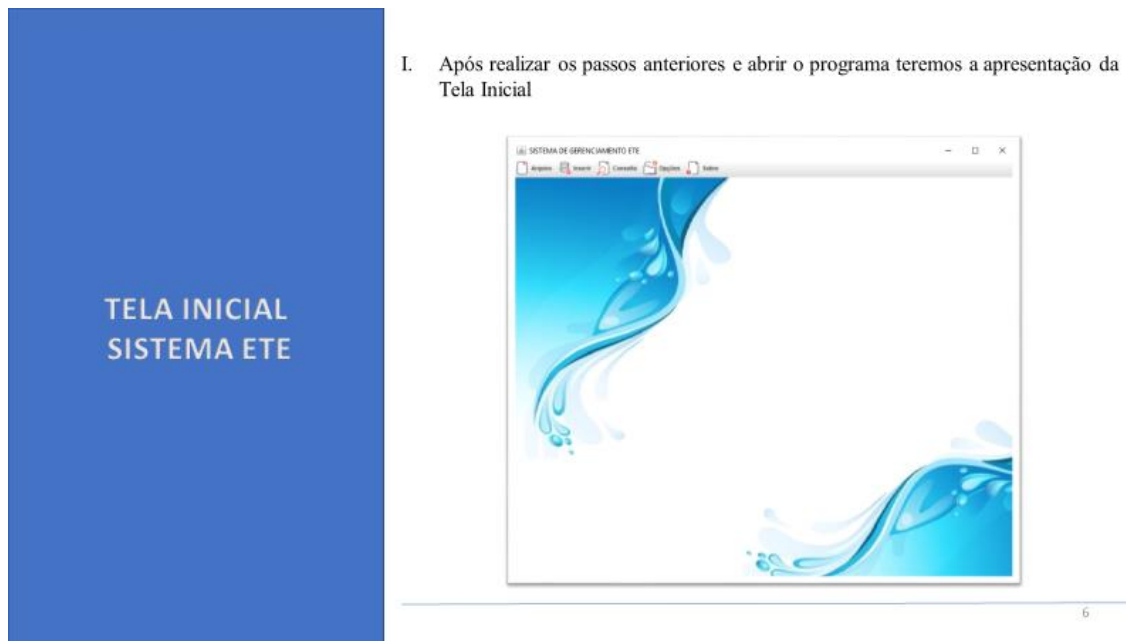
| Nome                         | Data de modificação | Tipo                     | Tamanho |
|------------------------------|---------------------|--------------------------|---------|
| lib                          | 23/02/2019 20:39    | Pasta de arquivos        |         |
| Classe.pdf                   | 22/02/2019 20:35    | Foxit Reader PDF Docu... | 100 KB  |
| ETE_A.txt                    | 23/02/2019 20:14    | Documento de Texto       | 2 KB    |
| ETE_A_AnaliseQuimicas.txt    | 18/02/2019 19:44    | Documento de Texto       | 2 KB    |
| ETE_A_ConsumoEnergia.txt     | 22/02/2019 21:44    | Documento de Texto       | 1 KB    |
| ETE_A_dadosOperacionais.txt  | 04/02/2019 18:02    | Documento de Texto       | 1 KB    |
| ETE_A_VazaoTratada.txt       | 18/02/2019 20:12    | Documento de Texto       | 1 KB    |
| ETE_B.txt                    | 23/02/2019 20:17    | Documento de Texto       | 2 KB    |
| ETE_B_AnaliseQuimicas.txt    | 22/02/2019 11:58    | Documento de Texto       | 2 KB    |
| ETE_B_dadosOperacionais.txt  | 04/02/2019 21:32    | Documento de Texto       | 1 KB    |
| ETE_B_VazaoTratada.txt       | 04/02/2019 21:39    | Documento de Texto       | 1 KB    |
| etes_adicionadas.txt         | 23/02/2019 20:29    | Documento de Texto       | 1 KB    |
| Ident_proc_emp.pdf           | 22/02/2019 20:35    | Foxit Reader PDF Docu... | 107 KB  |
| Planilhas_de_apoio.pdf       | 22/02/2019 20:36    | Foxit Reader PDF Docu... | 222 KB  |
| Porte.pdf                    | 22/02/2019 20:35    | Foxit Reader PDF Docu... | 68 KB   |
| README.TXT                   | 23/02/2019 20:27    | Documento de Texto       | 2 KB    |
| relatorioGerl_ETE_A_2018.pdf | 23/02/2019 20:30    | Foxit Reader PDF Docu... | 4 KB    |
| sistema_ETE.jar              | 23/02/2019 20:27    | Executable Jar File      | 940 KB  |
| Tipos_caract_proc.pdf        | 22/02/2019 20:35    | Foxit Reader PDF Docu... | 113 KB  |

5

Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

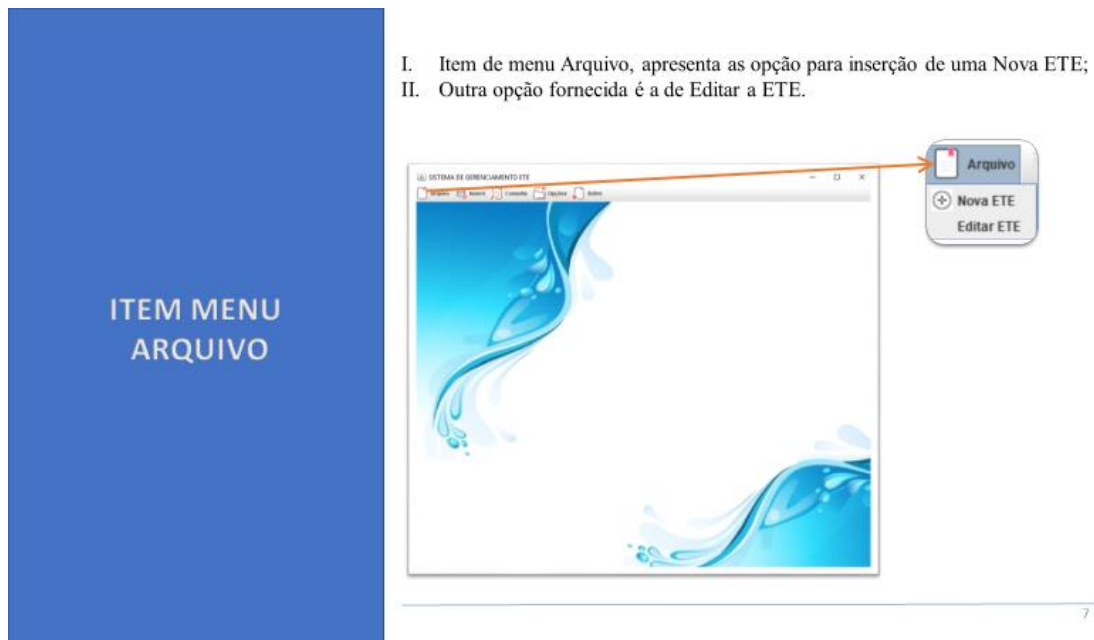
Figura A6 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

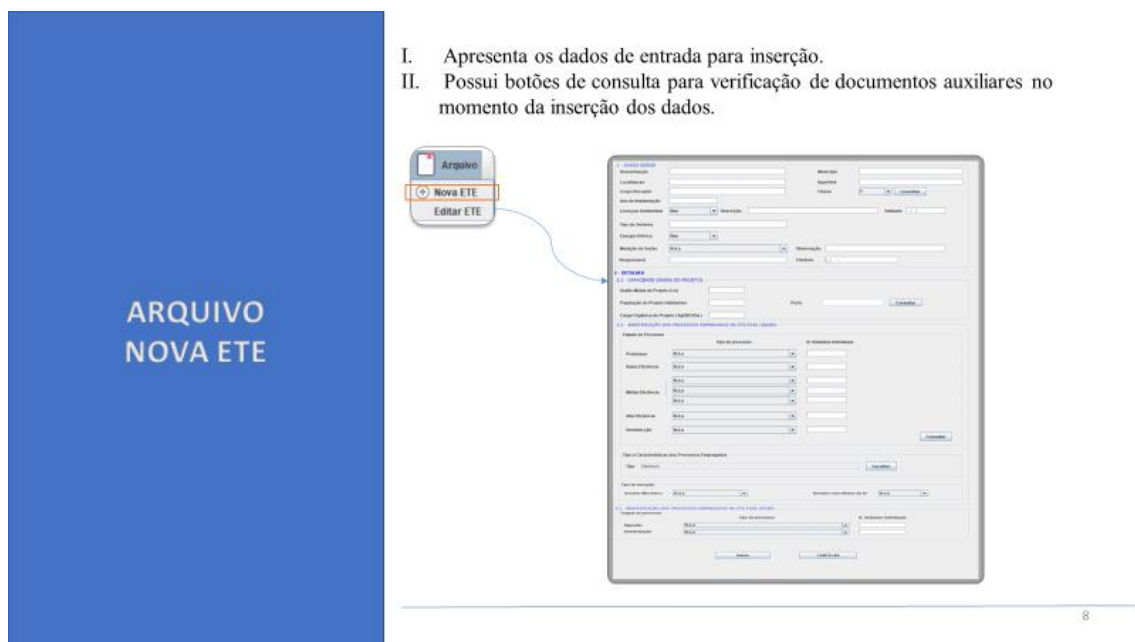
Figura A7 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

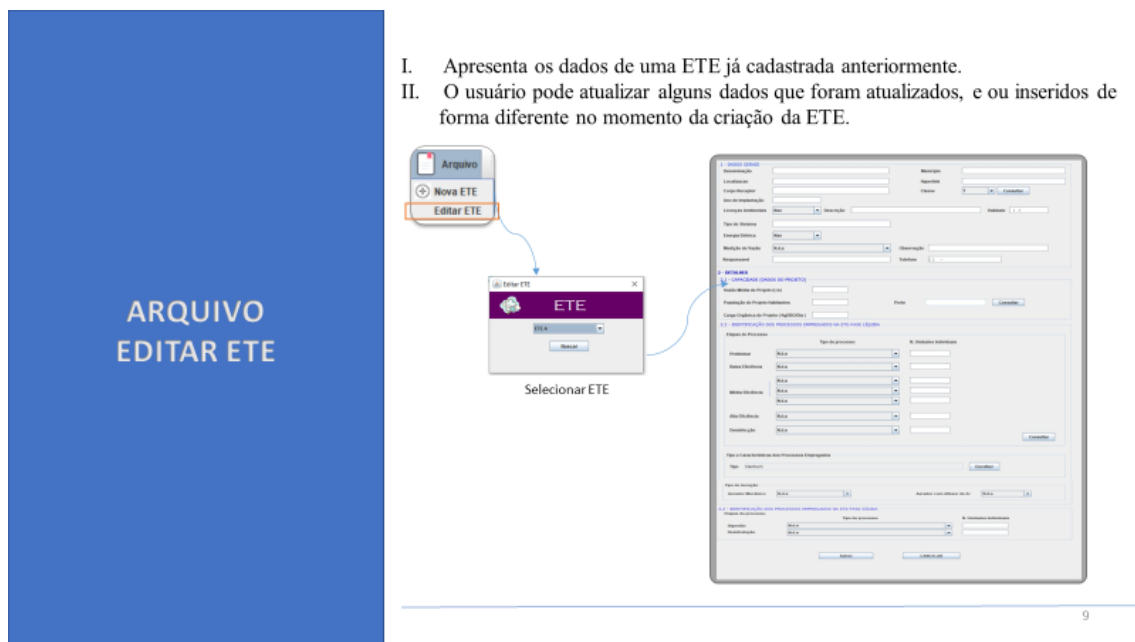
Figura A8 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

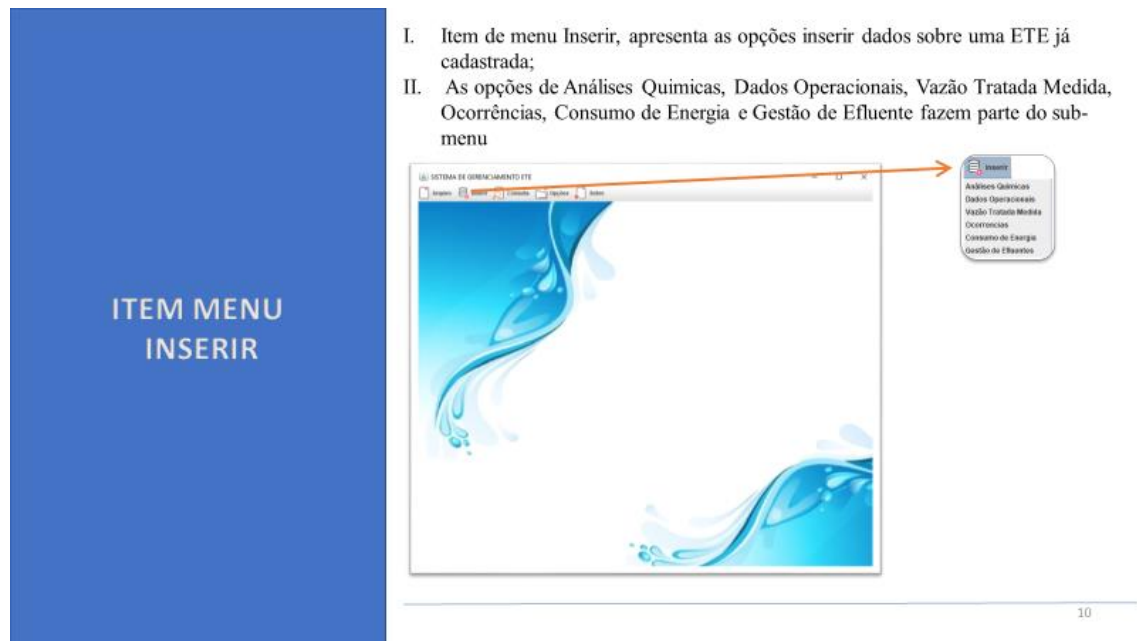
Figura A9 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

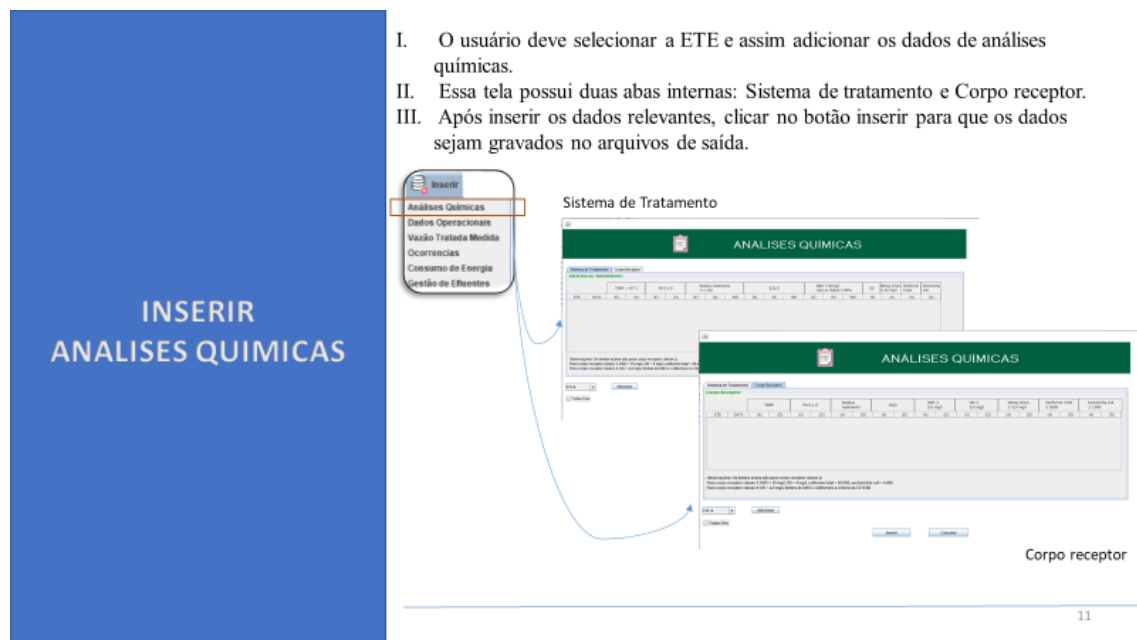
Figura A10 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

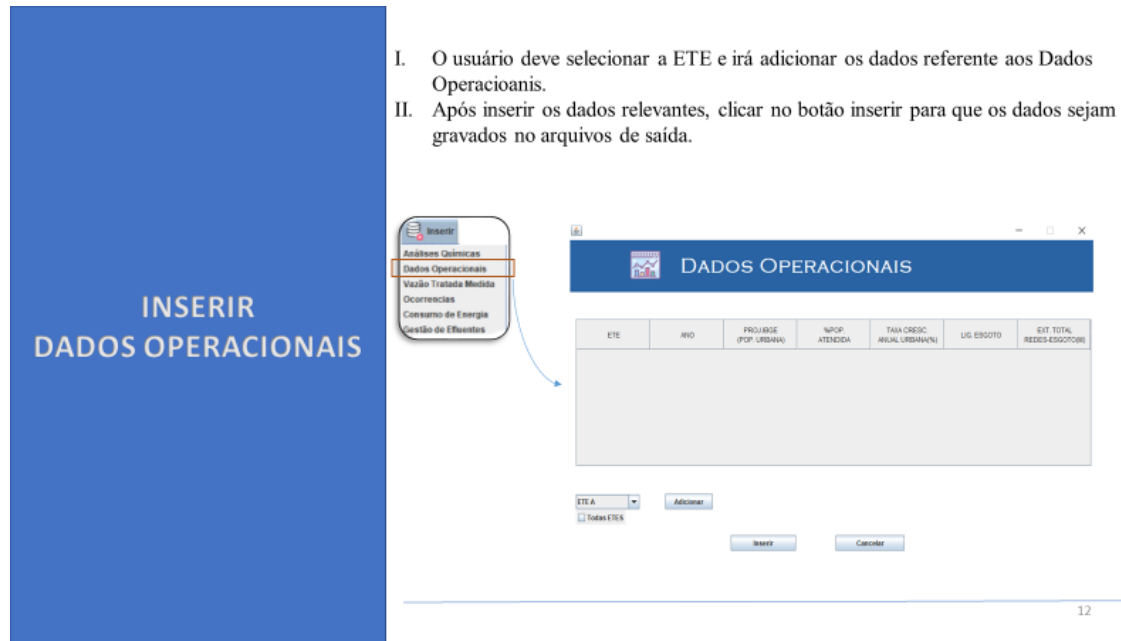
Figura A11 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

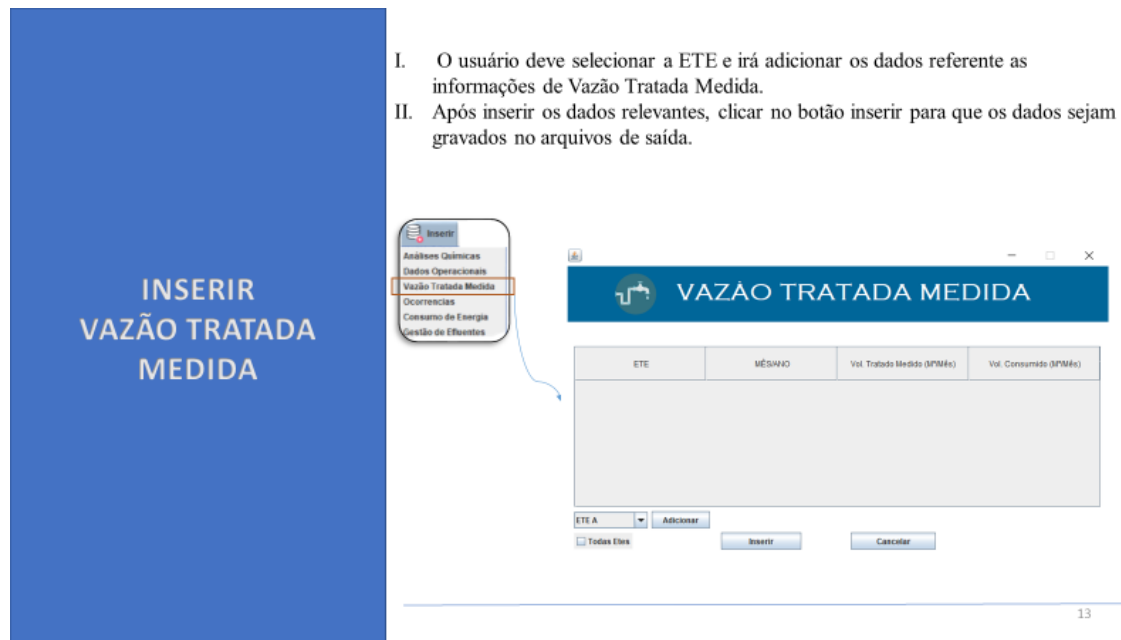
Figura A12 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

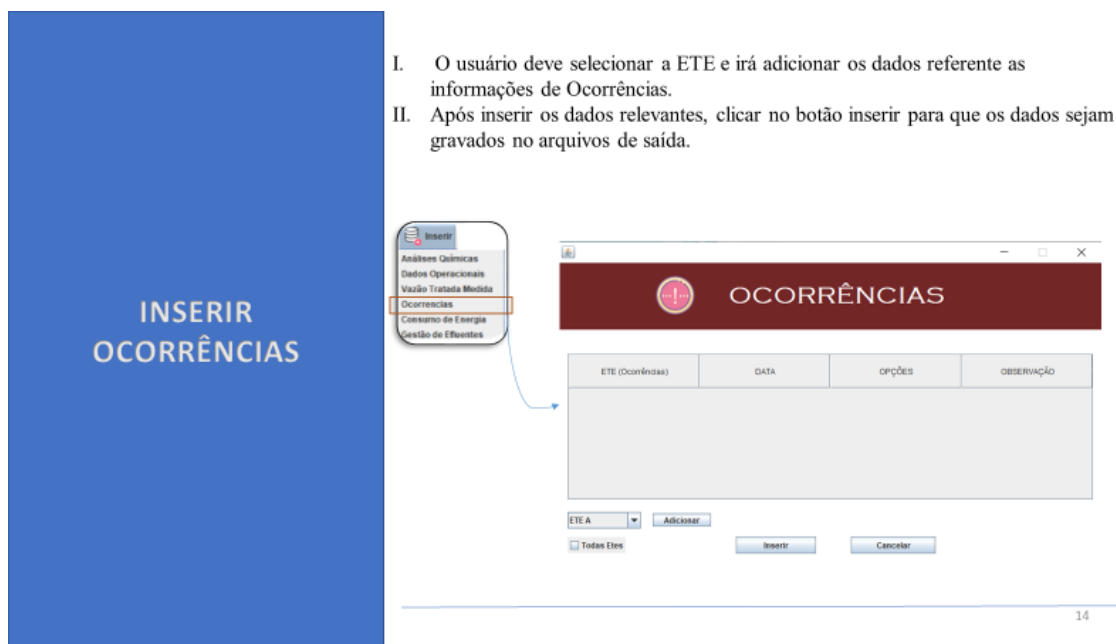
Figura A13 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

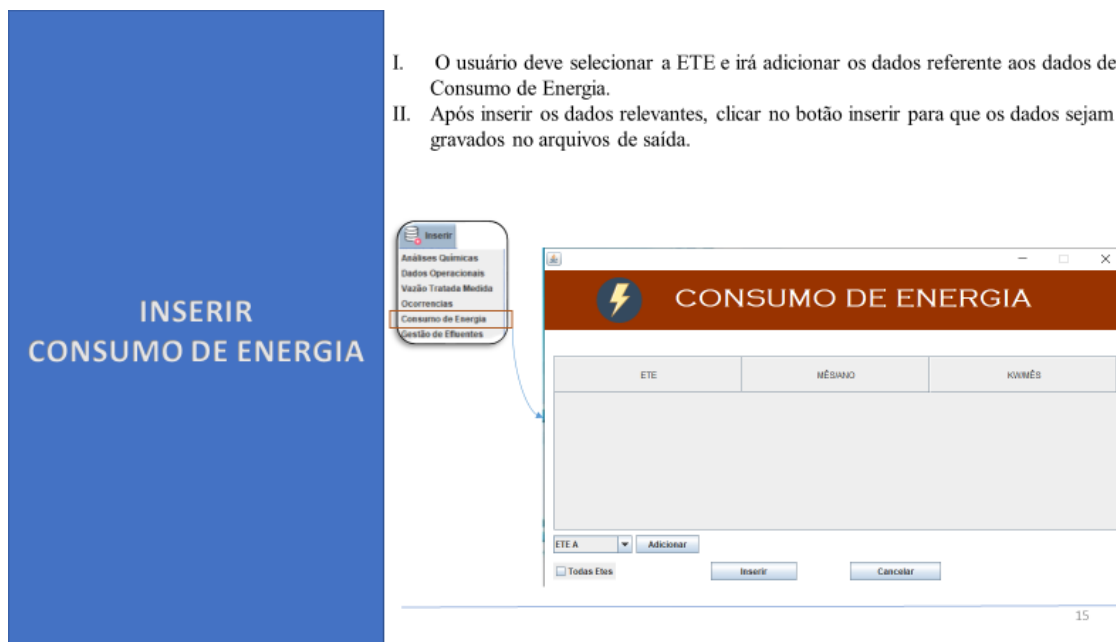
Figura A14 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

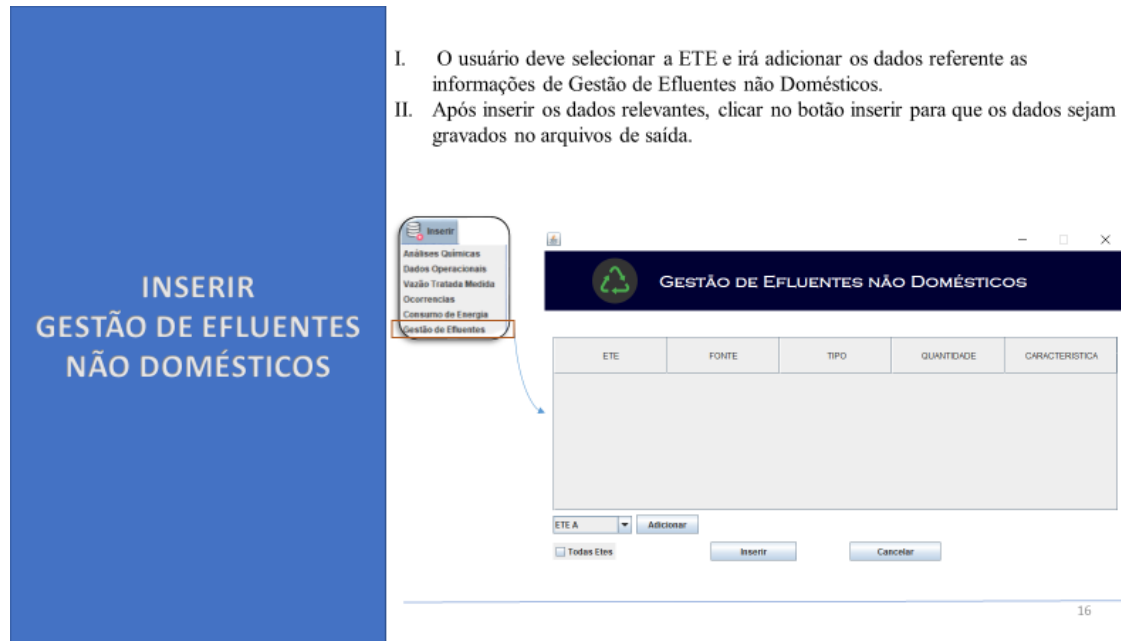
Figura A15 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

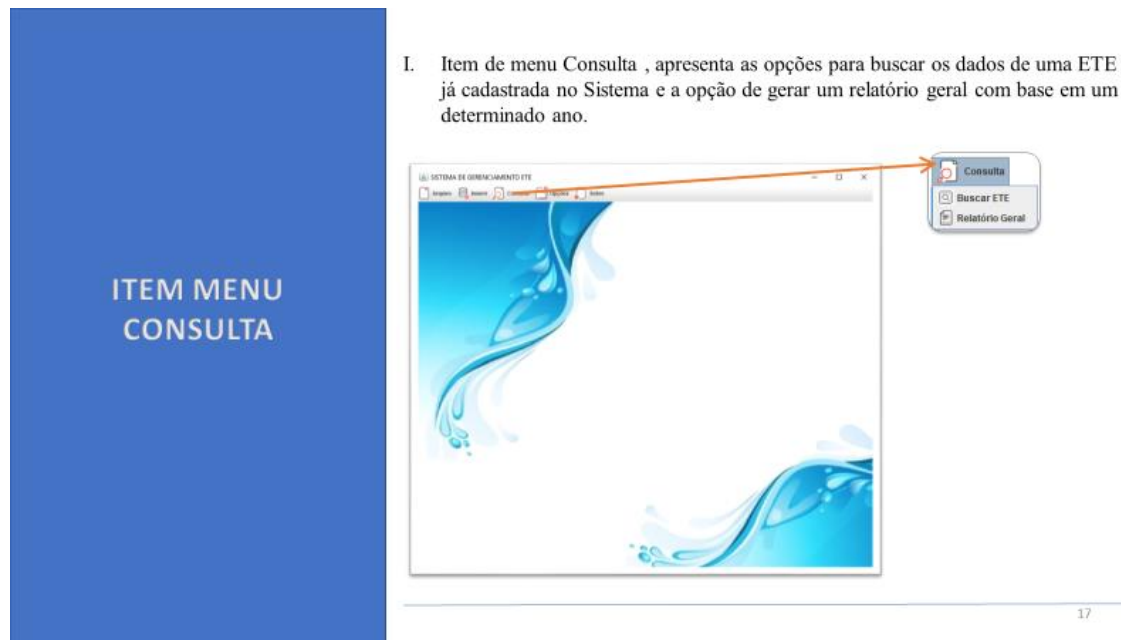
Figura A16 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura A17 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE



Figura A20 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.

**CONSULTA  
BUSCAR ETE  
DADOS OPERACIONAIS**

- Consultar as informações sobre os Dados Operacionais, é necessário selecionar uma ETE específica, também é possível realizar um filtro para um ano.
- Após selecionar a ETE desejada e o tipo de busca clicar no botão buscar.

20

Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura A21 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.

**CONSULTA  
BUSCAR ETE  
VAZÃO TRATADA**

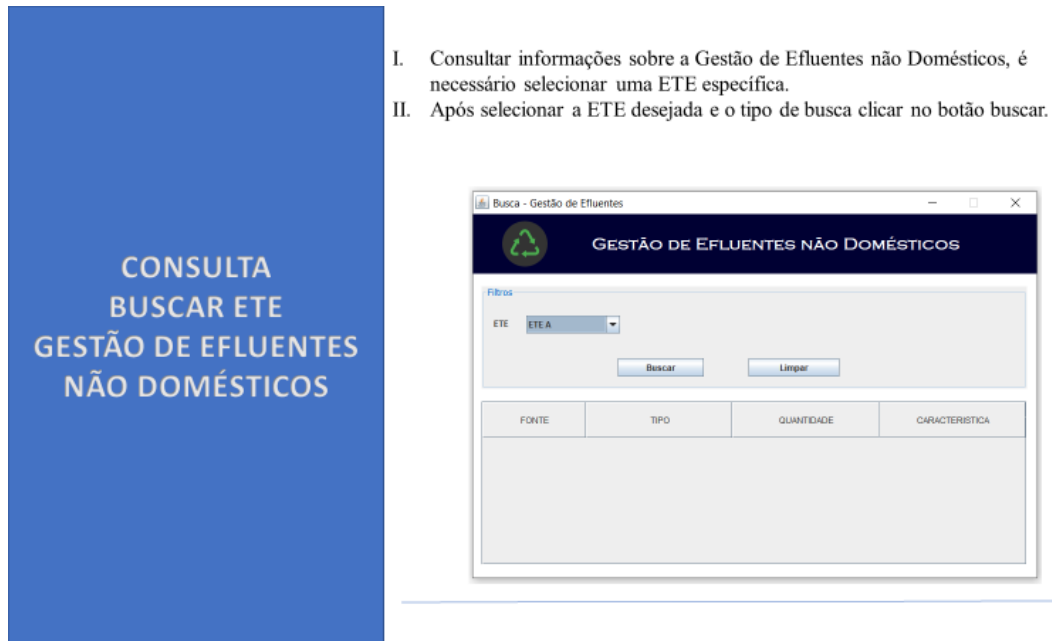
- Consultar informações sobre a Vazão Tratada Medida, é necessário selecionar uma ETE específica, também é possível realizar um filtro para o mês/ano.
- Após selecionar a ETE desejada e o tipo de busca clicar no botão buscar.

21

Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

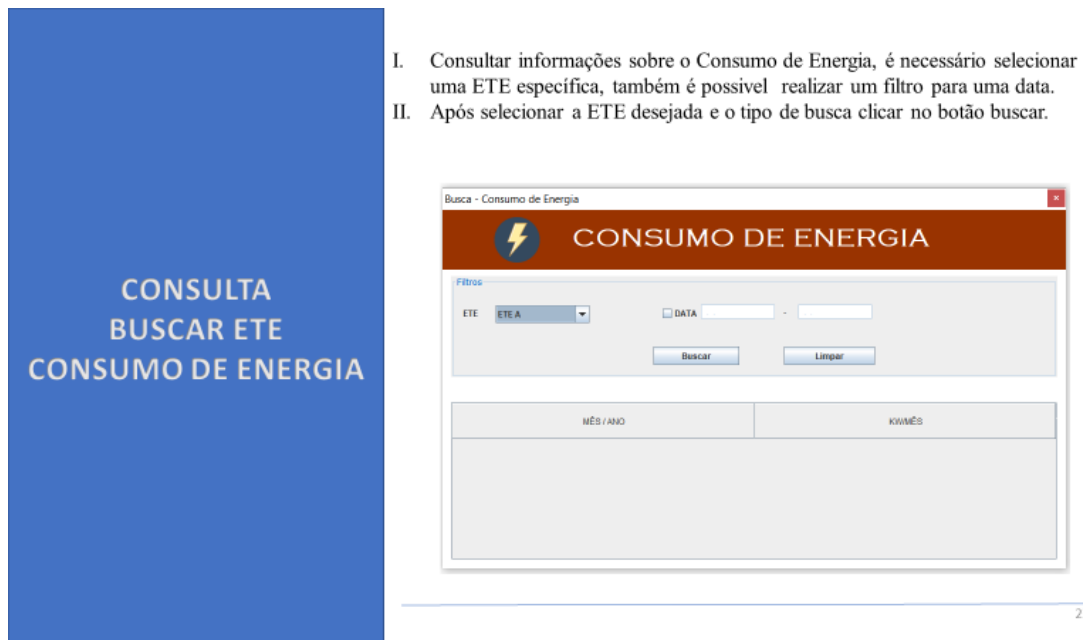
Figura A22 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

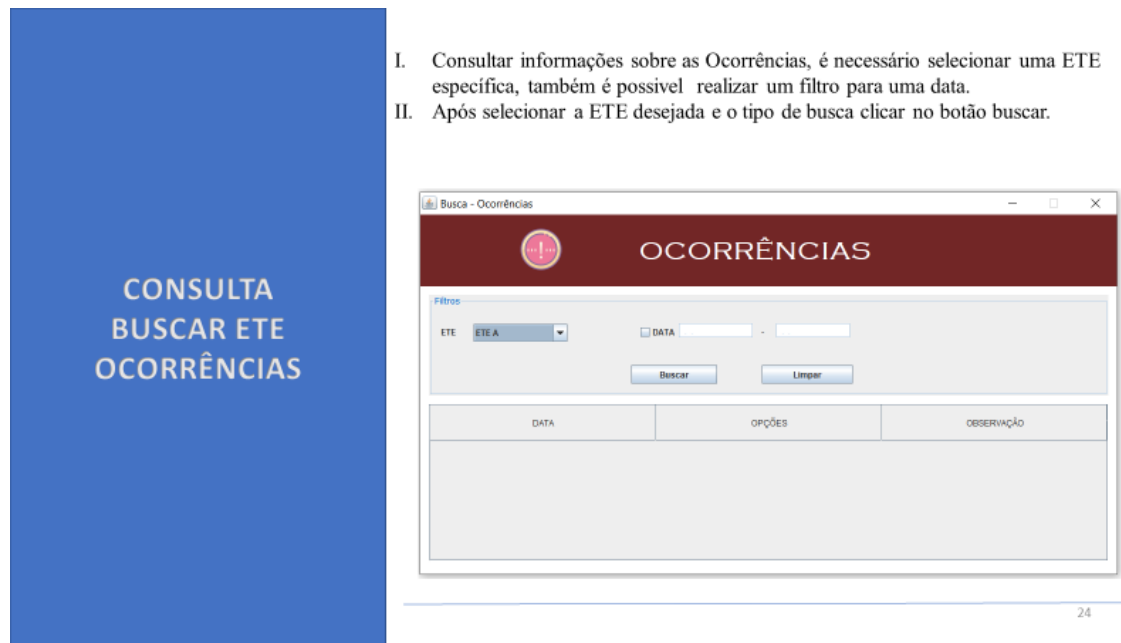
Figura A23 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

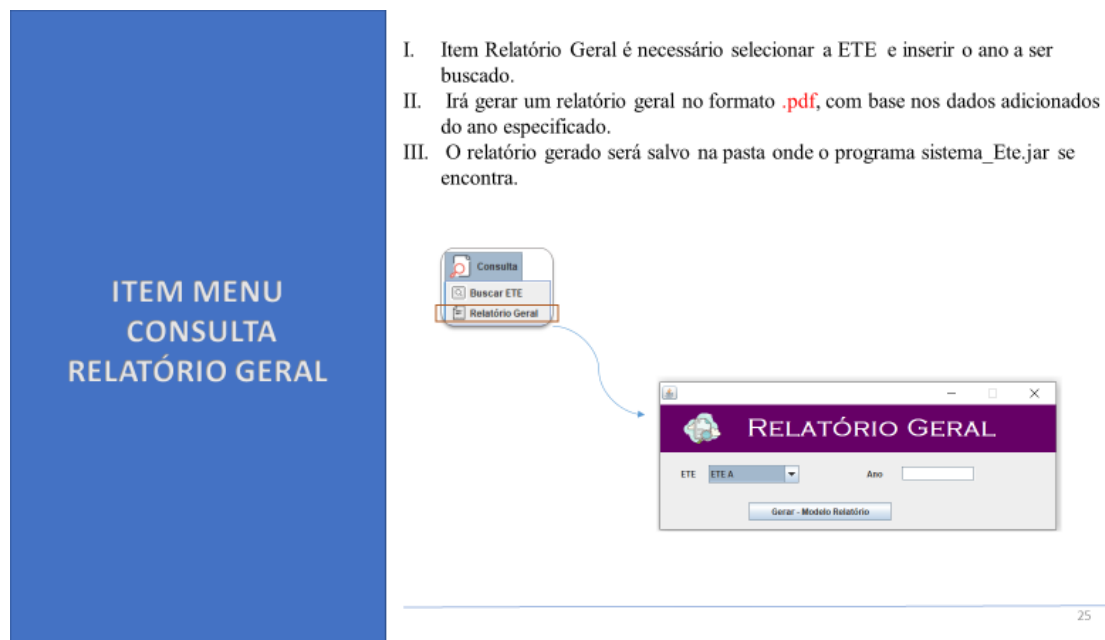
Figura A24 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura A25 – Tela do tutorial para utilização do programa Sistema de Gerenciamento de ETE.



Fonte:

Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

## **APÊNDICE B**

### **PLANILHAS DE APOIO**

Tabela B1 - Classificação das ETEs quanto ao porte.

| Porte       | Número de habitantes de projeto |
|-------------|---------------------------------|
| Pequeno (P) | <20.000                         |
| Médio (M)   | 20.000 a 100.000                |
| Grande (G)  | 100.000 a 500.000               |

Fonte: Adaptado de Brostel (2002)

Quadro B1 - Processos e Operações unitárias consideradas no modelo.

| Número de identificação | Processo ou operação unitária                   | Tipo                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|
| 0101                    | Tratamento Preliminar Manual                    | Preliminar                 |
| 0102                    | Tratamento Preliminar Mecanizado                |                            |
| 0201                    | Tanque Séptico                                  | Baixa eficiência           |
| 0202                    | UASB                                            |                            |
| 0203                    | Tratamento Primário                             |                            |
| 0301                    | Lagoa Anaeróbia                                 | Média eficiência           |
| 0302                    | Lagoa Facultativa                               |                            |
| 0303                    | Lagoa Alta Taxa                                 |                            |
| 0304                    | Lagoa Aerada Mistura Completa                   |                            |
| 0305                    | Lagoa Aerada Facultativa                        |                            |
| 0306                    | Lagoa de Maturação                              |                            |
| 0401                    | Escoamento superficial                          |                            |
| 0402                    | Terras Alagadas                                 |                            |
| 0501                    | Filtro Anaeróbio                                |                            |
| 0502                    | Filtro Biológico de Baixa Taxa                  |                            |
| 0503                    | Filtro Biológico de Alta Taxa                   |                            |
| 0601                    | Biodisco                                        |                            |
| 0701                    | Biofiltro aerado submerso                       |                            |
| 0801                    | Tratamento físico-químico                       |                            |
| 0901                    | Lodos Ativados Convencional                     |                            |
| 0902                    | Lodos Ativados Aeração Prolongada               |                            |
| 0903                    | Lodos Ativados Batelada                         |                            |
| 1001                    | Lodos Ativ. com remoção biológica de nutrientes | Alta eficiência            |
| 1002                    | Remoção Química de N/P                          |                            |
| 1101                    | Infiltração lenta                               |                            |
| 1102                    | Infiltração rápida                              | Desinfecção                |
| 1201                    | Desinfecção                                     |                            |
| 1301                    | Digestão Aeróbia Lodo                           | Fase sólida - digestão     |
| 1302                    | Digestão Anaeróbia Lodo                         |                            |
| 1401                    | Desidratação Mecânica                           | Fase sólida - desidratação |
| 1402                    | Leitos de Secagem                               |                            |

Fonte: Adaptado de Brostel (2002)

Quadro B2 – Tipo de sistema de aeração.

|                                    |
|------------------------------------|
| <b>Tipo de sistema de aeração</b>  |
| <b>Aerador mecânico (AM)</b>       |
| Baixa rotação                      |
| Alta rotação                       |
| Eixo horizontal                    |
| <b>Aerador com difusor ar (AD)</b> |
| Bolhas finas (cerâmicos porosos)   |
| Bolhas médias                      |
| Bolhas grossas                     |
| Aeração por aspersão               |

Fonte: Adaptado de Brostel (2002)

Tabela B2 – Classificação das ETEs, em função das faixas de variação da eficiência de tratamento e complexidade por classe do Processo.

| Classes | Tipos de processos de tratamento                                                                        | Identificação                           | % remoção de DBO | % remoção de SS | % remoção de CF | % remoção de N | % remoção de P |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| S       | Tratamento preliminar                                                                                   | 0101 e 0102                             | S                | S               | S               | S              | S              |
| A1      | UASB, Tanque séptico e decantador primário (tratamento primário).                                       | 0201 a 0203 e 0501                      | 30/60            | 30/60           | -               | -              | -              |
| B1      | Lagoas (facultativa, anaeróbia + facultativa)                                                           | 0301, 0302, 0401 E 0402                 | 70/85            | 50/80           | 60/90           | -              | -              |
|         | Escoamento superficial, terras alagadas e associações com UASB ou com lagoas B1                         |                                         |                  |                 |                 |                |                |
|         | Associações entre processos A1 e B1                                                                     |                                         |                  |                 |                 |                |                |
| B2      | Lagoas (aerada mistura completa, facultativa aerada, lagoa de alta-taxa) e associações com processos A1 | 0303 a 0305, 0502 a 0503 e 0601, 0801   | 75/90            | 50/80           | 60/90           | -              | -              |
|         | Filtro Biológico de alta taxa e de baixa taxa e associações com processos A1                            |                                         |                  |                 |                 |                |                |
|         | Biodisco, tratamento físico-químico.                                                                    |                                         |                  |                 |                 |                |                |
| B3      | Lodos ativados convencional, aeração prolongada e batelada                                              | 0701, 0901 a 0903 e associações c/ 0202 | 85/95            | 80/95           | 60/90           | -              | -              |
|         | Biofiltro aerado submerso                                                                               |                                         |                  |                 |                 |                |                |
|         | Associações (lodos ativados, biofiltro aerado) com UASB                                                 |                                         |                  |                 |                 |                |                |
| C1      | Processos B1+ lagoa maturação ou desinfecção.                                                           | B1+0306 ou 1201                         | 70/85            | 50/80           | 90/99,999       | -              | -              |
| C2      | Processos B2 + lagoa maturação ou desinfecção.                                                          | B2+0306 ou 1201                         | 75/90            | 50/80           | 90/99,999       | -              | -              |
| C3      | Processos B3 + lagoa maturação ou desinfecção.                                                          | B3+0306 ou 1201                         | 85/95            | 60/90           | 90/99,999       | -              | -              |
| D1      | Processos B3 com remoção biológica e/ou química de nutrientes.                                          | B3+1202 ou 1001                         | 85/95            | 80/95           | 60/90           | 75/90          | 80/90          |
| E1      | Infiltração lenta, infiltração rápida e associações com processos B1                                    | B1 e/ou 1101 ou 1102                    | 85/95            | 80/95           | 90/99,999       | 75/90          | 80/90          |
| E2      | Processos B3 com remoção biológica ou química de nutrientes + desinfecção.                              | B3 + 1002 ou 1001 + 1201                | 85/95            | 80/95           | 90/99,999       | 75/90          | 80/90          |

Fonte: Von Sperling (1996), Metcalf&Eddy (1997) e ANA (2001), citado por Brostel (2002)

Quadro B3 – Classificação de corpos d'água doces conforme CONAMA 357/2005.

| Classificação de corpos d'água doces - CONAMA 357/2005 |                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Classes                                                | Usos possíveis                                                                                                                                      |
| Classe especial                                        | Abastecimento para consumo humano, com desinfecção                                                                                                  |
|                                                        | Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas                                                                                         |
|                                                        | Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.                                                                |
| Classe 1                                               | Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado                                                                                     |
|                                                        | Proteção de comunidades aquáticas                                                                                                                   |
|                                                        | Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho                                                                         |
|                                                        | Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película  |
|                                                        | Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas                                                                                              |
| Classe 2                                               | Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional                                                                                     |
|                                                        | Proteção das comunidades aquáticas                                                                                                                  |
|                                                        | Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho                                                                         |
|                                                        | Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto |
|                                                        | Aqüicultura e à atividade de pesca                                                                                                                  |
| Classe 3                                               | Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;                                                                        |
|                                                        | Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras                                                                                          |
|                                                        | Pesca amadora                                                                                                                                       |
|                                                        | Recreação de contato secundário                                                                                                                     |
|                                                        | Dessedentação de animais                                                                                                                            |
| Classe 4                                               | Navegação                                                                                                                                           |
|                                                        | Harmonia paisagística                                                                                                                               |

Fonte: Adaptado de CONAMA 357/2005

Quadro B4 – Condições de lançamento de efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários conforme Resolução CONAMA 430/11.

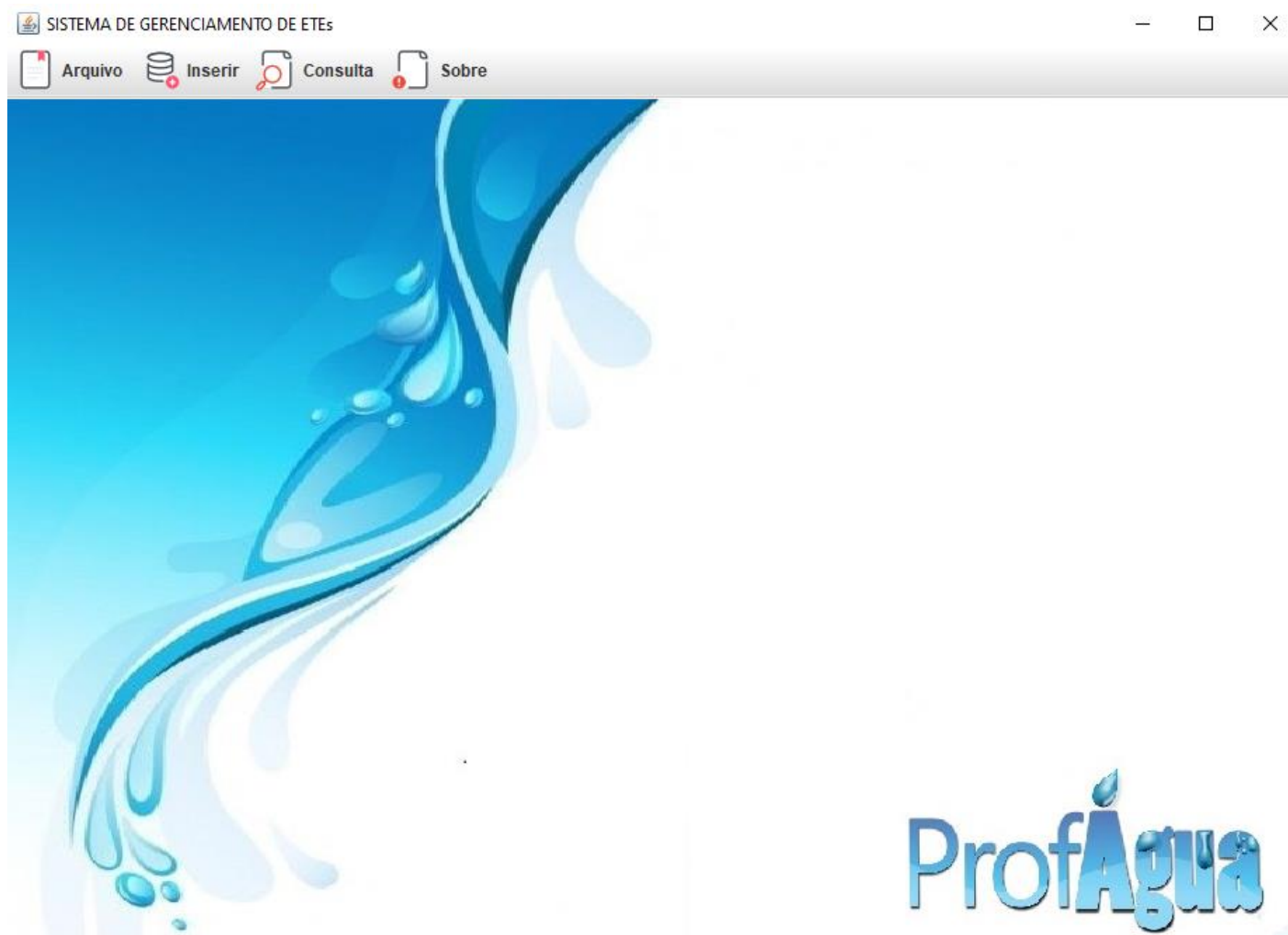
| <b>Condições de lançamento de efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários (Resolução CONAMA 430/11)</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Constituinte</b>                                                                                                   | <b>CONAMA 430/11</b>                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>DECRETO ESTADUAL 8.468/76</b>                                                                                                                                                                                                             |
| pH                                                                                                                    | 5 à 9                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5 à 9                                                                                                                                                                                                                                        |
| Temperatura                                                                                                           | Inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura                                                                                                                                                                      | Inferior a 40°C                                                                                                                                                                                                                              |
| Materiais sedimentáveis                                                                                               | Até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes                                                                                           | Até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff                                                                                                                                                                                                 |
| DBO 5 dias 20°C                                                                                                       | Máximo de 120 mg/L, sendo que este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor. | Máximo de 60 mg/l. Este limite somente poderá ser ultrapassado no caso de efluente de sistema de tratamento de águas residuárias que reduza a carga poluidora em termos de DBO 5 dias, 20°C do despejo em no mínimo 80% (oitenta por cento); |
| Substâncias solúveis em hexano (óleos e graxas)                                                                       | Até 100 mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Até 100 mg/L                                                                                                                                                                                                                                 |
| Materiais flutuantes                                                                                                  | Ausentes                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                              |

Fonte: Adaptado de CONAMA 430/11 e Decreto Estadual 8468/76

## **APÊNDICE C**

### **TELAS DO PROGRAMA PARA ENTRADA DE DADOS**

Figura C1 – Tela de entrada no programa Sistema de Gerenciamento ETE.



Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura C2 – Tela para cadastro de informações gerais no programa.

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ETEs**

Arquivo Inserir Consulta Sobre

---

**1 - DADOS GERAIS**

Denominação:  Município:

Localizacao:  Hiperlink:

Corpo Receptor:  Classe:

Ano de Implantação:

Licenças Ambientais:  Descrição:  Validade:

Tipo de Sistema:

Energia Elétrica:

Medição de Vazão:  Observação:

Responsavel:  Telefone:

---

**2 - DETALHES**

**2.1 - CAPACIDADE (DADOS DO PROJETO)**

Vazão Média de Projeto (L/s):

População do Projeto (habitantes):  Porte:

Carga Orgânica de Projeto ( KgDBO/Dia ) :

---

**2.2 - IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EMPREGADOS NA ETE-FASE LÍQUIDA**

**Etapas do Processo**

|                  | Tipo de processo                   | N. Unidades Individuais |
|------------------|------------------------------------|-------------------------|
| Preliminar       | <input type="text" value="N.d.a"/> | <input type="text"/>    |
| Baixa Eficiência | <input type="text" value="N.d.a"/> | <input type="text"/>    |
|                  | <input type="text" value="N.d.a"/> | <input type="text"/>    |
|                  | <input type="text" value="N.d.a"/> | <input type="text"/>    |
| Média Eficiência | <input type="text" value="N.d.a"/> | <input type="text"/>    |
|                  | <input type="text" value="N.d.a"/> | <input type="text"/>    |
| Alta Eficiência  | <input type="text" value="N.d.a"/> | <input type="text"/>    |
| Desinfecção      | <input type="text" value="N.d.a"/> | <input type="text"/>    |

---

**Tipo e Características dos Processos Empregados**

Tipo:

---

**Tipo de Aeração**

Aerador Mecânico:  Aerador com difusor de Ar:

---

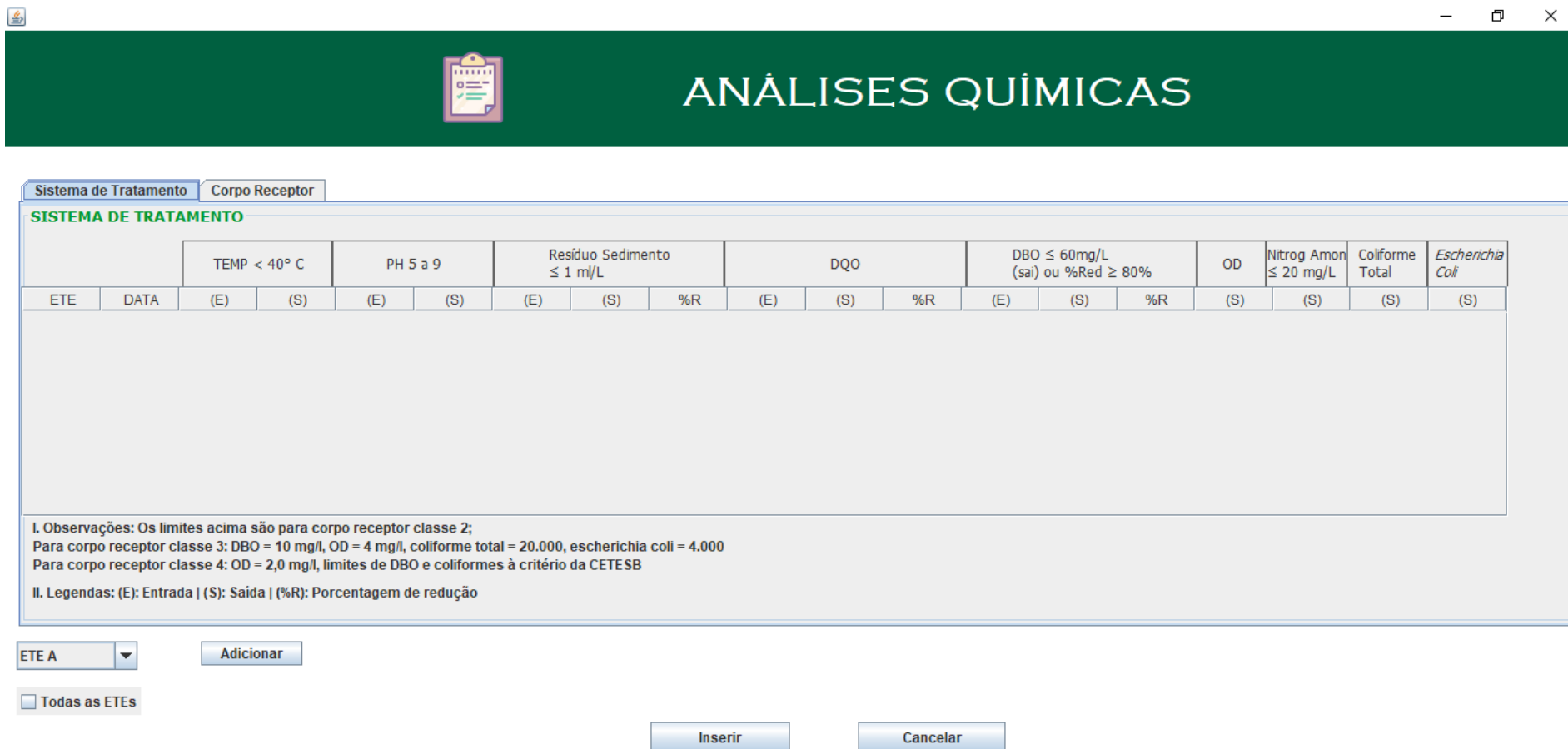
**2.2 - IDENTIFICAÇÃO DOS PROCESSOS EMPREGADOS NA ETE-FASE SÓLIDA**

**Etapas do processo**

|              | Tipo de processo                   | N. Unidades Individuais |
|--------------|------------------------------------|-------------------------|
| Digestão     | <input type="text" value="N.d.a"/> | <input type="text"/>    |
| Desidratação | <input type="text" value="N.d.a"/> | <input type="text"/>    |

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura C3 – Tela para inserção de dados de análises químicas das ETEs – Sistema de tratamento.



**ANÁLISES QUÍMICAS**

Sistema de Tratamento | Corpo Receptor

**SISTEMA DE TRATAMENTO**

| ETE | DATA | TEMP < 40° C |     | PH 5 a 9 |     | Resíduo Sedimento ≤ 1 ml/L |     |    | DQO |     |    | DBO ≤ 60mg/L (sal) ou %Red ≥ 80% |     |    | OD  | Nitrog Amon ≤ 20 mg/L | Coliforme Total | Escherichia Coli |
|-----|------|--------------|-----|----------|-----|----------------------------|-----|----|-----|-----|----|----------------------------------|-----|----|-----|-----------------------|-----------------|------------------|
|     |      | (E)          | (S) | (E)      | (S) | (E)                        | (S) | %R | (E) | (S) | %R | (E)                              | (S) | %R | (S) | (S)                   | (S)             | (S)              |
|     |      |              |     |          |     |                            |     |    |     |     |    |                                  |     |    |     |                       |                 |                  |

I. Observações: Os limites acima são para corpo receptor classe 2;  
 Para corpo receptor classe 3: DBO = 10 mg/l, OD = 4 mg/l, coliforme total = 20.000, escherichia coli = 4.000  
 Para corpo receptor classe 4: OD = 2,0 mg/l, limites de DBO e coliformes à critério da CETESB

II. Legendas: (E): Entrada | (S): Saída | (%R): Porcentagem de redução

ETE A ▼ Adicionar

☐ Todas as ETEs

Inserir Cancelar

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura C4 – Tela para inserção de dados de análises químicas das ETEs – Corpo receptor.

**ANÁLISES QUÍMICAS**

Sistema de Tratamento **Corpo Receptor**

**Corpo Receptor**

|     |      | TEMP |     | PH 6 a 9 |     | Resíduo Sedimento |     | DQO |     | DBO ≤ 5,0 mg/L |     | OD ≥ 5,0 mg/L |     | Nitrog Amon. ≤ 5,0 mg/L |     | Coliforme Total ≤ 5000 |     | Escherichia Coli ≤ 1000 |     |
|-----|------|------|-----|----------|-----|-------------------|-----|-----|-----|----------------|-----|---------------|-----|-------------------------|-----|------------------------|-----|-------------------------|-----|
| ETE | DATA | (A)  | (D) | (A)      | (D) | (A)               | (D) | (A) | (D) | (A)            | (D) | (A)           | (D) | (A)                     | (D) | (A)                    | (D) | (A)                     | (D) |
|     |      |      |     |          |     |                   |     |     |     |                |     |               |     |                         |     |                        |     |                         |     |

I. Observações: Os limites acima são para corpo receptor classe 2;  
 Para corpo receptor classe 3: DBO = 10 mg/l, OD = 4 mg/l, coliforme total = 20.000, escherichia coli = 4.000  
 Para corpo receptor classe 4: OD = 2,0 mg/l, limites de DBO e coliformes à critério da CETESB

II. Legendas: (A): Antes | (D): Depois

ETE A ▼    Adicionar

☐ Todas as ETEs

Inserir    Cancelar

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura C5 – Tela para inserção de dados operacionais do sistema que a ETE abrange.



| ETE | ANO | PROJ.BGE<br>(POP. URBANA) | %POP.<br>ATENDIDA | TAXA CRESC.<br>ANUAL URBANA(%) | LIG. ESGOTO | EXT. TOTAL<br>REDES DE ESGOTO(M) |
|-----|-----|---------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------|----------------------------------|
|-----|-----|---------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------|----------------------------------|

I. Legendas: (POP): População | (CRESC): Crescimento | (LIG): Ligações | (EXT): Extensão

ETE A

☐ Todas as ETEs

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura C6 – Tela para inserção dos dados de monitoramento de vazão tratada medida e volume consumido pelo sistema que a ETE abrange.



| ETE | Mês/Ano | Vol. Tratado Medido (m³/mês) | Vol. Consumido (m³/mês) |
|-----|---------|------------------------------|-------------------------|
|-----|---------|------------------------------|-------------------------|

I. Legenda: (Vol): Volume

ETE A

☐ Todas as ETEs

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura C7 – Tela para inserção de ocorrências nas ETEs.

| ETE   | DATA | OPÇÕES                                                                   | OBSERVAÇÃO |
|-------|------|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| ETE A |      | Despejo não domésticos<br>Auditorias<br>Advertências<br>Multas<br>Outros |            |

ETE A

☐ Todas as ETEs

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura C8 – Tela para inserção de consumo de energia nas ETEs.

| ETE | MÊS/ANO | KWMÊS |
|-----|---------|-------|
|-----|---------|-------|

ETE A

☐ Todas as ETEs

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

Figura C9 – Tela para cadastro de efluentes não domésticos autorizados nas ETEs.



 **GESTÃO DE EFLUENTES NÃO DOMÉSTICOS**

| ETE | FONTE | TIPO | QUANTIDADE | CARACTERÍSTICA |
|-----|-------|------|------------|----------------|
|-----|-------|------|------------|----------------|

ETE A ▼ Adicionar

☐ Todas as ETEs Inserir Cancelar

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE

## **APÊNDICE D**

### **RELATÓRIO GERAL**

## RELATÓRIO GERAL - ETE A ANO 2018

### 1 - DADOS GERAIS

ETE A - Município A

Localização: Rodovia A

Corpo Receptor: Rio A Classe:2

Ano de Implementação: 1988

Tempo de Operação: 30 anos

Licenças ambientais: sim Descrição: LOR nº 120002470

Validade: 31/12/2020

Tipo de Sistema: Lagoa facultativa com aeradores superficiais

Energia elétrica: sim

Medição de vazão: CALHA PARSHALL

Observação: Implantação de aeradores superficiais em 2013

Responsável: NATÁLIA

Telefone: (18) 3904-8000

### 2 - TIPO DE PROCESSO:

2.1 - Fase Líquida: 1 un Tratamento preliminar + 2 un Lagoa facultativa + Aerador mecânico: Eixo horizontal

2.2 – Fase sólida: Nenhuma

### 3 - DADOS OPERACIONAIS

|                                      |                               |        |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------|
| POPULAÇÃO                            | URBANA (IBGE)                 | 18364  |
|                                      | % ATENDIDA                    | 100%   |
|                                      | ATENDIDA                      | 18364  |
|                                      | PROJETO                       | 9230   |
|                                      | TAXA DE CRESCIMENTO ANUAL (%) | 0.61   |
| LIGAÇÕES DE ESGOTO                   | TOTAL                         | 7477   |
|                                      | ATENDIDA                      | 7477   |
| EXTENSÃO TOTAL DE REDE DE ESGOTO (M) |                               | 61456  |
| VOLUME CONSUMIDO (m³/mês)            |                               | 93482  |
| VAZÃO TRAT. (L/S)                    | ESTIMADA                      | 28.9   |
|                                      | MEDIDA                        | 31.4   |
|                                      | PROJETO                       | 20.0   |
| EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO (%)         |                               | 84.78  |
| CARGA AFLUENTE À ETE<br>(KgDBO/DIA)  | ESTIMADA                      | 991.7  |
|                                      | MEDIDA                        | 1878.7 |
| CARGA REMANESCENTE<br>(KgDBO/DIA)    | ESTIMADA                      | 150.9  |
|                                      | MEDIDA                        | 275.5  |

#### 4 - CLASSIFICAÇÃO DA ETE

Quanto à eficiência máxima de tratamento e complexidade do processo: B2 - Lagoas (Aerada mistura completa, Facultativa aerada, Lagoa de alta-taxa) – Associações com Processos A1

Quanto ao Porte: Pequeno (< 20.000 habitantes)

#### 5 – INDICADORES

##### 5.1 - Avaliação da Eficiência do Processo

| Constituinte | Eficiência média de remoção (%) | Quanto à eficiência máxima de tratamento e complexidade do processo (%) |
|--------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| DBO          | 84.78                           | 70/90                                                                   |

##### 5.2 - Conformidade com os regulamentos e diretrizes aplicáveis

Índice de análises do efluente tratado dentro do padrão exigido pela norma(%) : 66,7%

##### 5.3 – Capacidade de tratamento de esgoto

Índice de tratamento de esgoto (%): 100

##### 5.4 - Desempenho do sistema

| Utilização da estação de tratamento (anual) |      |
|---------------------------------------------|------|
| Capacidade de carga hidráulica              | 1.58 |
| Capacidade de carga orgânica                | 3.77 |

Para valores > 1, utilização da estação de tratamento excedida em relação a sua capacidade projetada

Para valores <1, utilização da estação de tratamento menor que a sua capacidade projetada

##### 5.5 - Indicador de saturação do tratamento de esgoto

Índice de saturação do tratamento de esgoto (anos): -73.49 (SATURADA)

##### 5.6 - Eficiência no consumo de energia

Consumo de energia elétrica na ETE (KWh/mês): 3538.5

Consumo de energia elétrica na ETE (KWh/m³): 0.043

#### 6 OCORRÊNCIAS

Sem dados de ocorrências

## **APÊNDICE E**

### **PLANILHAS PARA COMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA**

Tabela E1 - Avaliação da confiabilidade.

| Constituinte | Concentração média (mg/L) | Desvio Padrão (mg/L) | Padrão estabelecido (mg/L) |
|--------------|---------------------------|----------------------|----------------------------|
| DBO          |                           |                      |                            |
| SS           |                           |                      |                            |
| NP           |                           |                      |                            |
| CF           |                           |                      |                            |

Período de amostragem: \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_.

Fonte: Brostel (2002)

Tabela E2 - Avaliação da eficiência do processo.

| Constituinte | Eficiência média de remoção (%) |
|--------------|---------------------------------|
| DBO          |                                 |
| SS           |                                 |
| CF           |                                 |
| NP           |                                 |

Obs.: A eficiência média de remoção pode ser feita com base no relatório anual.

Período de amostragem: \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_.

Fonte: Brostel (2002)

Tabela E3 - Avaliação da conservação de energia.

|                                          |  |
|------------------------------------------|--|
| Consumo de energia médio anual (Kwh/mês) |  |
|------------------------------------------|--|

Período de amostragem: \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_.

Fonte: Brostel (2002)

Tabela E4 - Avaliação do custo operacional.

|                                                 |  |
|-------------------------------------------------|--|
| Custo de recursos humanos (R\$/mês)             |  |
| Custo de manutenção (R\$/mês)                   |  |
| Custo de laboratório (R\$/mês)                  |  |
| Custo de energia elétrica (R\$/mês)             |  |
| Custo de Produtos químicos (R\$/mês)            |  |
| Custo de administração local e outros (R\$/mês) |  |
| Custo operacional médio anual (R\$/mês) *       |  |

Fonte: Brostel (2002)

Tabela E5 - Informações para cálculo do consumo e do custo de energia elétrica.

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Área total da ETE (ha)            |  |
| Área das edificações da ETE (ha)  |  |
| Tipo de iluminação externa da ETE |  |

|                                                           |  |                   |
|-----------------------------------------------------------|--|-------------------|
| Nº de horas de iluminação noturna admitido                |  | Sugestão: 8 horas |
| Fator de uso da pot. Instalada na administração           |  | Sugestão: 0,7     |
| Potência instal. de bombeamento do efluente/afluente (Kw) |  |                   |
| Fator de uso das bombas (N. horas funcionamento/24)       |  |                   |
| Volume de lodo produzido (m3/mês)                         |  |                   |
| Tipo de sistema de aeração                                |  |                   |
| Fator de uso da pot. instalada na Aeração (0,60 a 1,0)    |  |                   |
| Volume do digestor anaeróbio (m3)                         |  |                   |
| Volume da Lagoa Aerada Facultativa (m3)                   |  |                   |
| Volume da Lagoa Aer. Mistura Completa (m3)                |  |                   |
| Volume do tanque de aeração (m3) (Lodos ativados)         |  |                   |
| Idade do Lodo (Lodos Ativados)                            |  |                   |
| Relação Q <sub>máximo</sub> /Q <sub>médio</sub>           |  |                   |
| Custo médio do Kwh Local                                  |  |                   |

Fonte: Brostel (2002)

Tabela E6 - Informações para cálculo do consumo e do custo de produtos químicos.

|                                             |  |
|---------------------------------------------|--|
| Volume de lodo desidratado (ton/dia)        |  |
| Tipo de Lodo (Primário=1; Digerido/Misto=2) |  |
| Tipo de efluente para desinfecção*          |  |

(\*Preencher: 0-N.A; 1-Primário; 2-Secund. Filtros; 3-Secundário; 4-Terciário)

Fonte: Brostel (2002)

Tabela E7 - Informações para cálculo do consumo e do custo de produtos químicos.

| Produtos químicos:  | Local de aplicação * |      | Custo Unitário (R\$/Kg): |
|---------------------|----------------------|------|--------------------------|
|                     | Efluente             | Lodo |                          |
| Sulfato de alumínio |                      |      |                          |
| Cloreto férrico     |                      |      |                          |
| Cal                 |                      |      |                          |
| Cloro               |                      |      |                          |
| Polieletrólito      |                      |      |                          |

(\*Preencher: 0 - Não utiliza; 1 - utiliza)

Fonte: Brostel (2002)

Tabela E8 - Informações para cálculo do custo com recursos humanos.

|                                |                                         |
|--------------------------------|-----------------------------------------|
| Qualificação profissional      | Custo Local de Mão de Obra (R\$/hora)** |
| Auxiliar de limpeza e operação |                                         |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Operador                       |  |
| Técnico 2 Grau                 |  |
| Técnico 3 Grau                 |  |
| Vigilante                      |  |
| Tipo de sistema de vigilância* |  |

(\*Preencher: 0- Sem vigil.; 1-Vigil.-10 horas; 2-Vigil.-12 horas; 3-Vigil.-24 horas)

(\*\*Inclusive encargos sociais)

Fonte: Brostel (2002)

Tabela E9 - Avaliação da margem operacional.

|                                                            |  |
|------------------------------------------------------------|--|
| Receita média mensal de esgoto por economia (R\$/economia) |  |
| Número total de economias atendidas pela ETE               |  |
| Custo médio mensal fixo de O&M* (R\$/mês)                  |  |
| Custo médio mensal variável de O&M* (R\$/mês)              |  |

\*Dados já obtidos na Tabela E4

Fonte: Brostel (2002)

## **APÊNDICE F**

### **CERTIFICADO DE REGISTRO DE PROGRAMA DE COMPUTADOR**



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL  
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

## Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512019000103-6**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 21/01/2019, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

**Título:** PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO OPERACIONAL DE ETES

**Data de publicação:** 21/01/2019

**Data de criação:** 17/01/2019

**Titular(es):** NATALIA TABARELI MONZANE SOUSA

**Autor(es):** NATÁLIA TABARELI MONZANE SOUSA

**Linguagem:** JAVA

**Campo de aplicação:** SM-01

**Tipo de programa:** AV-01; GI-01; GI-02

**Algoritmo hash:** SHA-512

**Resumo digital hash:**

f09b9533b2a25b6615c148e6685c13a6c758d72daafb668c70579b143f3d574a1b1fd6498e7597cd8167244084f6dd8478f16ac11ba9db1f393d559de1884ae5

**Expedido em:** 29/01/2019

**Aprovado por:**

Alexandre Gomes Ciano

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados