

# PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA AVALIAÇÃO DE ETES COMO FERRAMENTA DE GESTÃO E ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA NA SABESP

## **Natália Tabareli Monzane Sousa<sup>(1)</sup>**

Engenheira civil pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita - UNESP (2012), com especialização em Saneamento e Meio Ambiente pela UNILINS (2017) e Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pela FEIS UNESP (2019). Exerce o cargo de Engenheira Civil na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP desde 2012.

## **Décio Dias Cesco<sup>(2)</sup>**

Engenheiro civil pela Universidade Estadual Maringá - UEM (1991), com especialização em Sistemas de Informação – UNOESTE (1995) e Engenharia Sanitária pela UNESP (2001), Mestrado na área de Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais –FEIS UNESP (2007) e MBA em Gestão Empresarial pela FIA (2014). É Engenheiro Civil na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP e atualmente exerce o cargo de Gerente de Departamento da Unidade de Negócio da SABESP em Presidente Prudente.

## **Tsunao Matsumoto<sup>(3)</sup>**

Graduado em Engenharia Civil pela Fundação Valeparaibana de Ensino (1979), Mestrado e Doutorado em Engenharia Civil - Hidráulica e Saneamento pela USP (1987) e (1995), respectivamente. Livre-Docente pela FEIS UNESP em 2008. Atualmente é Professor Voluntário da UNESP em Ilha Solteira. Atua na área da Engenharia Sanitária e Ambiental, com ênfase em Técnicas Alternativas de Tratamentos de Águas e Águas Residuárias.

**Endereço(1): Avenida Coronel José Soares Marcondes, 3623 – Bairro Jardim Bongiovani – Presidente Prudente – São Paulo - CEP: 19050-230 – Brasil - Tel: +55 (18) 3904-8122 - e-mail: natalia.monzane@gmail.com.**

## **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. O objetivo deste trabalho é apresentar a ferramenta Sistema de Gestão de ETES 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. Foi apresentado um estudo para implantação desse sistema na Sabesp com as etapas para implantação do mesmo, e também do plano de prototipação e plano de ação de contingenciamento, apresentando um breve panorama do impacto social e ambiental do programa na Sabesp.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estação de tratamento de esgoto, gestão, programa computacional.

## **INTRODUÇÃO**

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.

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.

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.

A ferramenta intitulada SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ETEs foi desenvolvida por Sousa (2019) e 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.

De acordo com Sousa (2019), o Sistema de Gerenciamento de ETEs 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 (SOUSA, 2019).

## **OBJETIVO**

Elencar as funcionalidades de programa computacional para 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. Elaboração de plano para implementação na Sabesp.

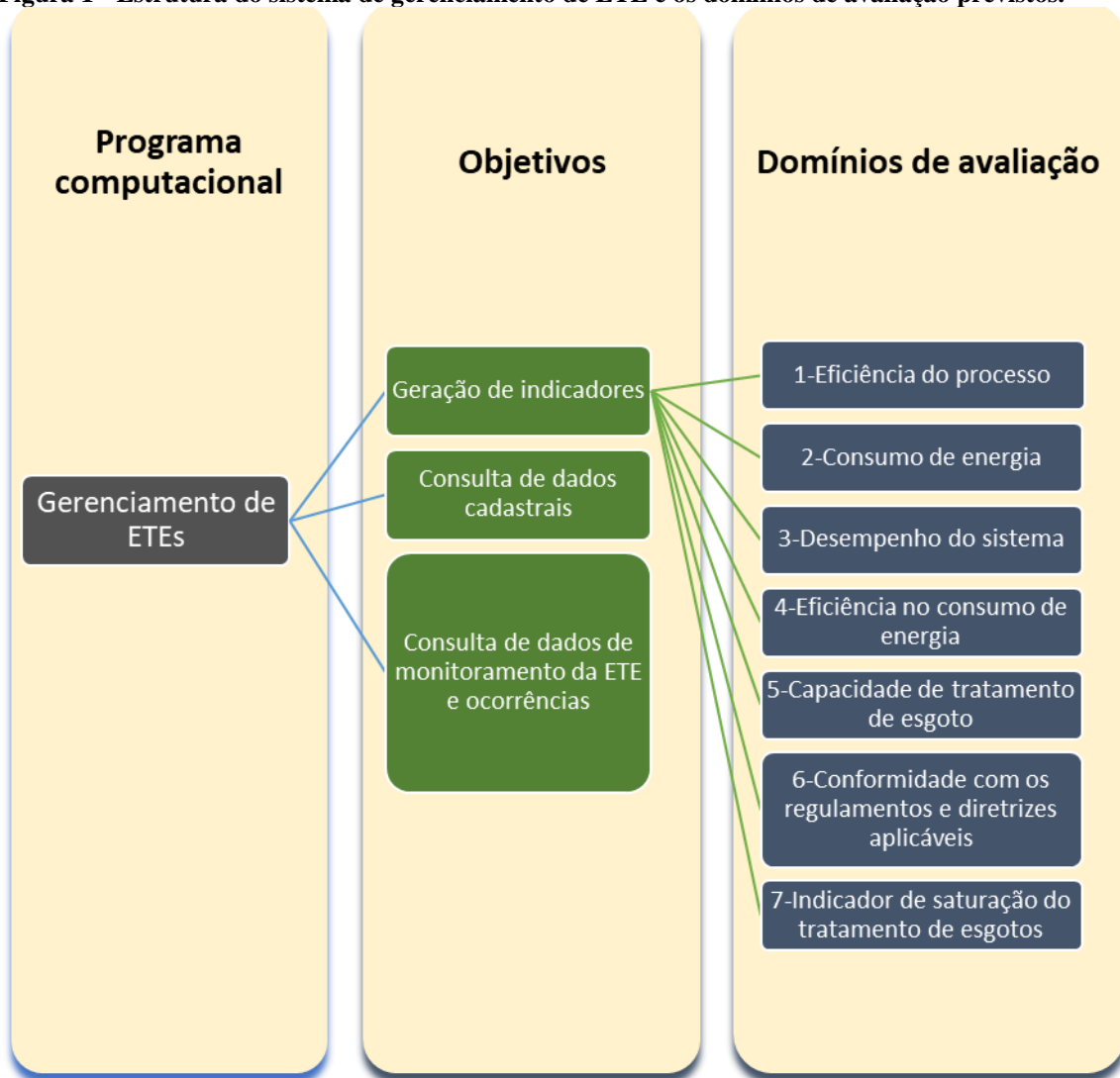
Os seguintes objetivos específicos foram formulados:

- 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.

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

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.

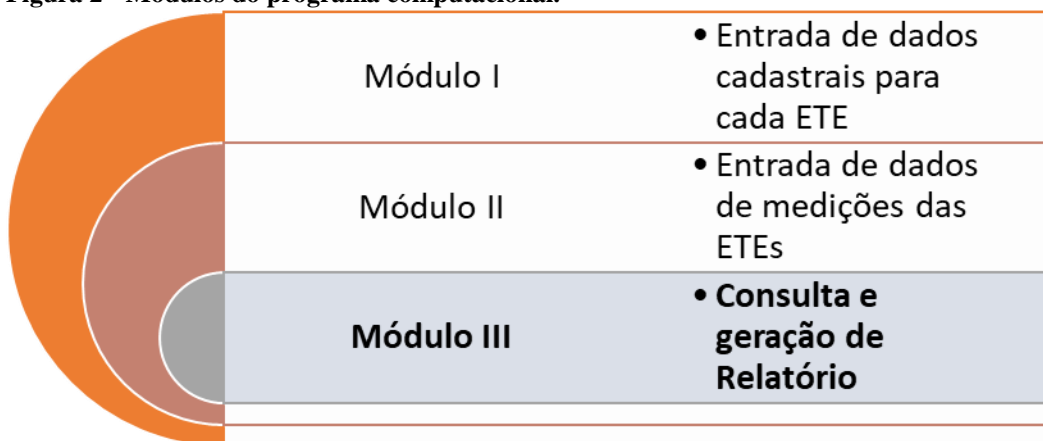
Figura 1 - Estrutura do sistema de gerenciamento de ETE e os domínios de avaliação previstos.



Fonte: Sousa, 2019

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: Sousa, 2019

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.

3ª – 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.

### **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;
- 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;
- Processos de tratamento empregados na fase líquida e sólida;
- Processos de tratamento por aeração;
- 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  
Localização: Insira o endereço de localização da ETE  
Corpo Receptor: Ex: Corrego Alegre  
Ano de Implantação:   
Licenças Ambientais: Nao (dropdown) Descrição: Ex: LOR n. 12002470 Validade: / /  
Tipo de Sistema: Ex: Lagoa facultativa com aeradores superficiais  
Energia Elétrica: Nao (dropdown)  
Medição de Vazão: N.d.a (dropdown) Observação:   
Responsável: Insira o nome do responsável pela ETE Telefone: ( ) -   
Município: Insira o município onde a ETE está localizada  
Hiperlink: Insira o link do Google Maps da localização da ETE  
Classe: 1 (dropdown) Consultar

**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 (dropdown)	<input type="text"/>
Baixa Eficiência	N.d.a (dropdown)	<input type="text"/>
Média Eficiência	N.d.a (dropdown)	<input type="text"/>
	N.d.a (dropdown)	<input type="text"/>
	N.d.a (dropdown)	<input type="text"/>
Alta Eficiência	N.d.a (dropdown)	<input type="text"/>
Desinfecção	N.d.a (dropdown)	<input type="text"/>

Consultar

Tipo e Características dos Processos Empregados

Tipo: Nenhum (dropdown) Escolher

Tipo de Aeração

Aerador Mecânico: N.d.a (dropdown) Aerador com difusor de Ar: N.d.a (dropdown)

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

Etapas do processo

	Tipo de processo	N. Unidades Individuais
Digestão	N.d.a (dropdown)	<input type="text"/>
Desidratação	N.d.a (dropdown)	<input type="text"/>

Salvar CANCELAR

Fonte: Telas do Programa *Sistema de Gerenciamento de ETE* (Sousa, 2019)

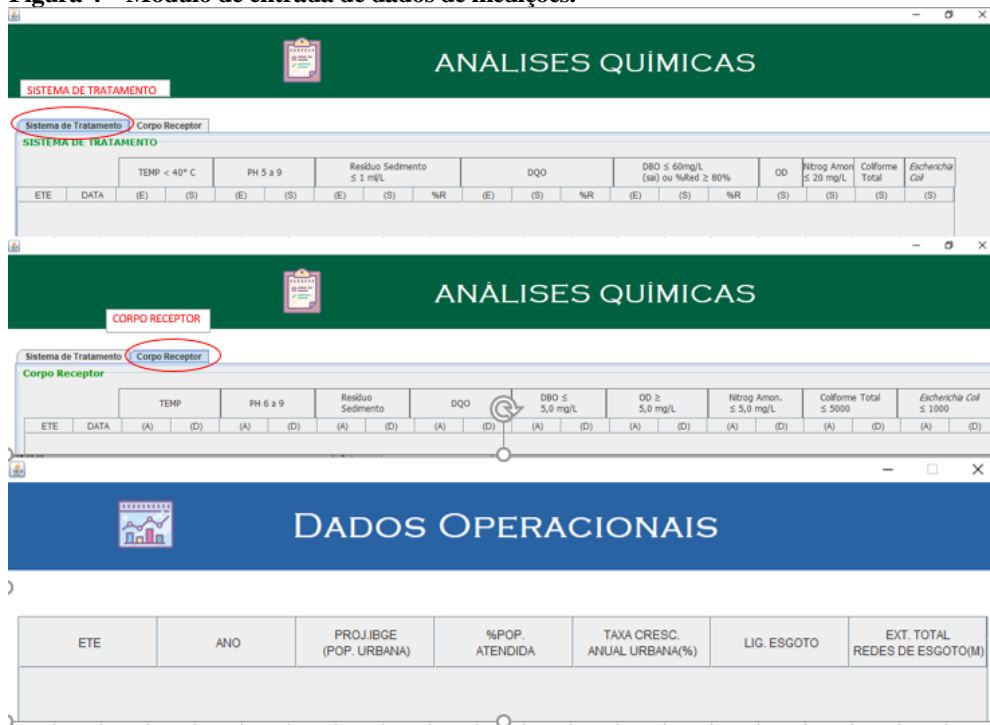
## 2- Módulo entrada de dados de medições

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.



**SISTEMA DE TRATAMENTO**

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

**CORPO RECEPTOR**

ETE	DATA	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	
(A)	(D)	(A)	(D)	(A)	(D)	(A)	(D)	(A)	(D)	(A)	(D)

**DADOS OPERACIONAIS**

ETE	ANO	PROJ.IGBE (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 (Sousa, 2019)

Figura 5 – Módulo de entrada de dados de medições.



**VAZÃO TRATADA MEDIDA**

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

**OCORRÊNCIAS**

ETE	DATA	OPÇÕES	OBSERVAÇÃO

**CONSUMO DE ENERGIA**

ETE	MÊS/ANO	KWH/MÊS

**GESTÃO DE EFLUENTES NÃO DOMÉSTICOS**

ETE	FONTE	TIPO	QUANTIDADE	CARACTERÍSTICA

Fonte: Telas do Programa Sistema de Gerenciamento de ETE (Sousa, 2019)

### 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: Telas do Programa *Sistema de Gerenciamento de ETE* (Sousa, 2019)

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.**



Fonte: Telas do Programa *Sistema de Gerenciamento de ETE* (Sousa, 2019)

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 afluente à ETE estimada (kgDBO/dia): 0,054 kgDBO/hab.dia <sup>(1)</sup> x População atendida;
- Carga afluente 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):  $(1 - \frac{\text{Eficiência de remoção de DBO}}{100}) \times \text{Carga afluente à ETE estimada (kgDBO/dia)}$

- Carga remanescente medida (kgDBO/dia):  $(1 - \frac{\text{Eficiência de remoção de DBO}}{100}) \times \text{Carga afluente à ETE medida (kgDBO/dia)}$

Assim, a geração do Relatório anual, exemplificado na Figura 8 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, bem como um resumo das informações operacionais inseridas conforme. O documento é gerado em arquivo PDF pronto para ser utilizado pelo gerente ou responsável técnico da ETE.

**Figura 8 - Telas do Relatório Geral gerado pelo programa em documento pdf a partir das informações inseridas da ETE**

<p>Relatório Geral - ETE A #no 2018</p> <p>1 - Dados Gerais: ETE: ETE A - Município: A Localização: Rodovia A Corpo Receptor: RIO A Classe: 2 Ano de Implementação: 1998 Tempo de Operação: Licença CETESB: Sim Descrição: LOR n. 12002470 Data de Validade: 31 / 12 / 2020 Tipo e Processos Empregados: 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</p> <p>2 - TIPO DE PROCESSO:</p> <p>2.1 - Fase Líquida: 1.0 un. Tratamento Preliminar Mecanizado + 2.0 un. Lagoa Facultativa + Aerador Mecânico: Eixo horizontal</p> <p>2.2 - Fase Sólida: Nenhuma</p> <p>3 - Dados Operacionais</p> <table border="1"> <tr> <td>População Urbana (IBGE)</td> <td>18364.0</td> </tr> <tr> <td>Atendida (%)</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>Atendida</td> <td>18364.0</td> </tr> <tr> <td>Projeto</td> <td>9230</td> </tr> <tr> <td>Taxa Crescimento Anual</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>Ligações de Esgoto Total</td> <td>7477.0</td> </tr> <tr> <td>Atendida</td> <td>7477.0</td> </tr> <tr> <td>Extensão Total Rede de Esgoto (M)</td> <td>61456.0</td> </tr> <tr> <td>Volume Consumido (M³/MÊS)</td> <td>93481.7</td> </tr> <tr> <td>Vazão Tratada (L/S) Estimada</td> <td>28.9</td> </tr> <tr> <td>Medida</td> <td>31.4</td> </tr> <tr> <td>Projeto</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Eficiência do Tratamento (%)</td> <td>84.78</td> </tr> <tr> <td>Carga Afluente à ETE (KGDBO/DIA) Estimada</td> <td>991.7</td> </tr> <tr> <td>Medida</td> <td>1881.0</td> </tr> <tr> <td>Carga Remanescente (KG/DIA) Estimada</td> <td>150.9</td> </tr> <tr> <td>Medida</td> <td>279.8</td> </tr> </table>	População Urbana (IBGE)	18364.0	Atendida (%)	100.0	Atendida	18364.0	Projeto	9230	Taxa Crescimento Anual	0.01	Ligações de Esgoto Total	7477.0	Atendida	7477.0	Extensão Total Rede de Esgoto (M)	61456.0	Volume Consumido (M³/MÊS)	93481.7	Vazão Tratada (L/S) Estimada	28.9	Medida	31.4	Projeto	20	Eficiência do Tratamento (%)	84.78	Carga Afluente à ETE (KGDBO/DIA) Estimada	991.7	Medida	1881.0	Carga Remanescente (KG/DIA) Estimada	150.9	Medida	279.8	<p>4 - CLASSIFICAÇÃO DA ETE</p> <p>- Quanto a Eficiência Máxima de Tratamento e Complexidade do Processo: B2 - Lagoas (Aerada mistura completa, Facultativa aerada, Lagoa de alta-taxa) - Associações com Processos A1</p> <p>- Quanto ao Porte: PEQUENO(P) ( P &lt; 20.000 habitantes)</p> <p>5 - INDICADORES</p> <p>5.1 - Avaliação da Eficiência do Processo</p> <table border="1"> <tr> <td>Constituinte</td> <td>Eficiência Média de Remoção (%)</td> <td>Eficiência Máx. Tratamento e Complexidade do Processo (%)</td> </tr> <tr> <td>DBO</td> <td>84.78</td> <td>70.00</td> </tr> </table> <p>5.2 - Conformidade com os regulamentos e diretrizes aplicáveis</p> <p>Índice de análises do efluente tratado dentro do padrão exigido pela norma (%): 66.67</p> <p>5.3 - Capacidade de tratamento de esgoto</p> <p>Índice de tratamento de esgoto (%): 100.0</p> <p>5.4 - Desempenho do sistema</p> <table border="1"> <tr> <td>Utilização da estação de Tratamento (Anual)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Capacidade de carga hidráulica</td> <td>1.57</td> </tr> <tr> <td>Capacidade de carga orgânica</td> <td>3.77</td> </tr> </table> <p>5.5 - Indicador de saturação do tratamento de esgoto</p> <p>Índice de saturação do tratamento de esgoto (anos): -74.17 (saturada)</p> <p>5.6 - Eficiência no consumo de energia</p> <p>Consumo de energia elétrica na ETE (KWh/Mês): 8278.17</p> <p>Consumo de energia elétrica na ETE (KWh/M³): 0.102</p> <p>6 - OCORRÊNCIAS</p> <p>Sem Dados de Ocorrências</p>	Constituinte	Eficiência Média de Remoção (%)	Eficiência Máx. Tratamento e Complexidade do Processo (%)	DBO	84.78	70.00	Utilização da estação de Tratamento (Anual)		Capacidade de carga hidráulica	1.57	Capacidade de carga orgânica	3.77
População Urbana (IBGE)	18364.0																																														
Atendida (%)	100.0																																														
Atendida	18364.0																																														
Projeto	9230																																														
Taxa Crescimento Anual	0.01																																														
Ligações de Esgoto Total	7477.0																																														
Atendida	7477.0																																														
Extensão Total Rede de Esgoto (M)	61456.0																																														
Volume Consumido (M³/MÊS)	93481.7																																														
Vazão Tratada (L/S) Estimada	28.9																																														
Medida	31.4																																														
Projeto	20																																														
Eficiência do Tratamento (%)	84.78																																														
Carga Afluente à ETE (KGDBO/DIA) Estimada	991.7																																														
Medida	1881.0																																														
Carga Remanescente (KG/DIA) Estimada	150.9																																														
Medida	279.8																																														
Constituinte	Eficiência Média de Remoção (%)	Eficiência Máx. Tratamento e Complexidade do Processo (%)																																													
DBO	84.78	70.00																																													
Utilização da estação de Tratamento (Anual)																																															
Capacidade de carga hidráulica	1.57																																														
Capacidade de carga orgânica	3.77																																														

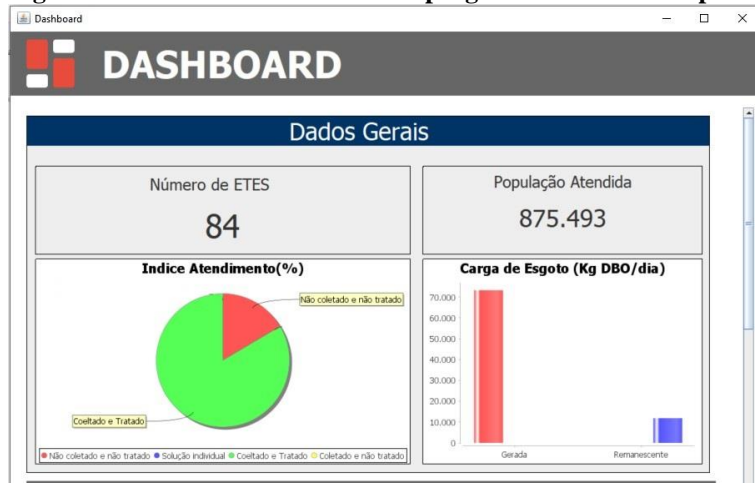
Fonte: Relatório gerado pelo Programa *Sistema de Gerenciamento de ETE* (Sousa, 2019)



## ADAPTAÇÕES DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ETES

Foram realizadas algumas adaptações da versão do programa inicial desenvolvido por Sousa 2019 para a participação no programa Prêmio Empreendedor da Sabesp em 2020<sup>(3)</sup>, afim de facilitar a visualização das principais informações. Uma das adaptações foi na substituição de geração de relatórios no Sistema pela utilização de Dashboards conforme Figuras 09 e 10, no qual fará uso de gráficos e painel. A outra adaptação foi a atualização do Lay out conforme Figura 11.

**Figura 9– Inclusão de dashboard no programa desenvolvido por Sousa (2019)**



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

**Figura 10 – Inclusão de dashboard no programa desenvolvido por Sousa (2019)**



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

**Figura 11 – Adaptação no lay out da tela inicial do Sistema de Gerenciamento de ETEs (Sousa, 2019) para inclusão do menu Dashboard**



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

## ETAPAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA NA SABESP

### 1. Plano de prototipação

Estrutura escolhida foi a Evolutiva. A escolha desta estrutura de prototipação parte do princípio que por se tratar de um programa cuja principal função será o gerenciamento de dados e informações de ETEs, os seus principais requisitos para elaboração do software são conhecidos pela equipe composta de clientes especialistas no assunto. Desta forma, a primeira versão entregue aos clientes será feita em cima dos requisitos conseguidos até então, e dessa forma seria possível obter um progresso maior a partir dos feedbacks recebidos dos mesmos. O intuito seria poupar esforços iniciais para a estruturação completa das funcionalidades do software que poderão ser rejeitadas pelo cliente final, e não levar em consideração funcionalidades de relevância para este tipo de software de gerenciamento. Requisitos de maior complexidade deverão ser quebrados em partes menores, possibilitando melhor entendimento. Por fim, eles devem ser validados antes que o projeto comece a ser executado.

### 2. Plano de ação de contingenciamento

Nesse tipo de modelo escolhido para prototipação do software podem trazer alguns riscos na implantação do software como:

- O sistema nunca terminar, devido ao grande número de alterações solicitadas;
- O cliente mudar de ideia radicalmente entre uma versão e outra ou revelar um requisito que exija uma versão bem diferente da anterior, fazendo com que toda a base (de dados ou de programação) precise ser revista.
- Prazos e orçamentos não realísticos;
- Perda de pessoas que compõem e avalia os requisitos.

Para mitigação dos riscos e problemas que podem surgir com esse tipo de modelo, é necessário um gerenciamento eficaz, limitando o escopo de requisitos e o tempo para que seja eficaz a prototipação do software dentro da programação financeira e do prazo disponível. Seguem algumas das ações de contingenciamento de riscos:

- Enxugamento de requisitos;
- No desenvolvimento incremental deferir mudanças nos últimos incrementos;
- Estimativa detalhada de prazos e custos;
- Integração da equipe e alinhamento constante com as expectativas do cliente;
- Realizar uma pré-seleção de pessoas-chave, de forma que seja possível a substituição por eventual perda.

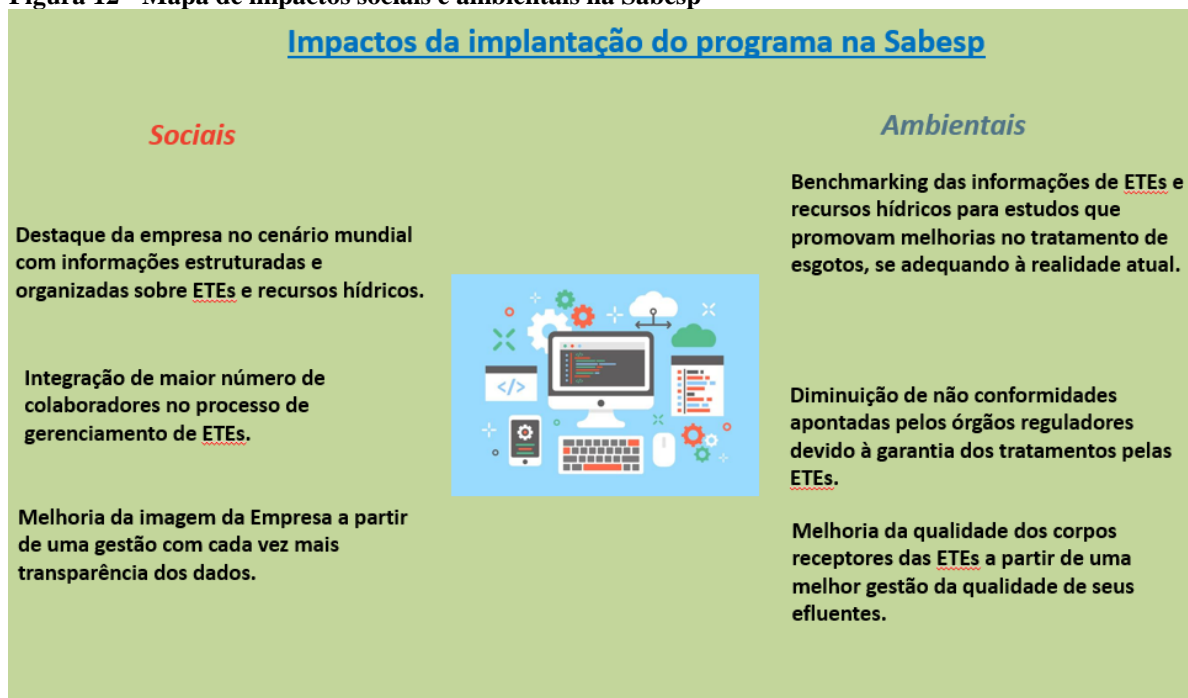
### 3. Lista de indicadores com relação à implantação e às funcionalidades do protótipo

- Índice de satisfação dos clientes testados: Escala que varia de 1 a 5, com valor mais alto representando satisfação máxima e valor mais baixo, extrema insatisfação;
- Funcionalidade do software: Escala que varia de 1 a 5, com valor mais alto representando satisfação máxima e valor mais baixo, extrema insatisfação;
- Alcance do software: Número de colaboradores que tiveram acesso.
- Eficiência do processo de tratamento da ETE;
- Desempenho do sistema
- Capacidade de tratamento de esgoto;
- Indicador de saturação do esgoto;
- Conformidade com os regulamentos e diretrizes aplicáveis.

### 4. Mapa de impactos sociais e ambientais

A Figura 12 elenca os principais impactos sociais e ambientais da implantação do programa na Sabesp.

**Figura 12 - Mapa de impactos sociais e ambientais na Sabesp**



Fonte: Própria autora a partir de informações apresentadas no Prêmio Empreendedor Sabesp 2020.

### 5. Curva de adoção da prototização e etapas para implementação na Sabesp

Na Figura 13 foi proposto a curva de adoção da prototização com os principais aspectos envolvendo a busca por apoio no processo de implementação do programa na Sabesp, visto que a não formulação adequada das funcionalidades do programa na busca por apoio nas áreas facilmente pode levar ao fracasso da implementação do programa.

A Figura 14 traz as etapas para a implementação divididas em um cronograma.

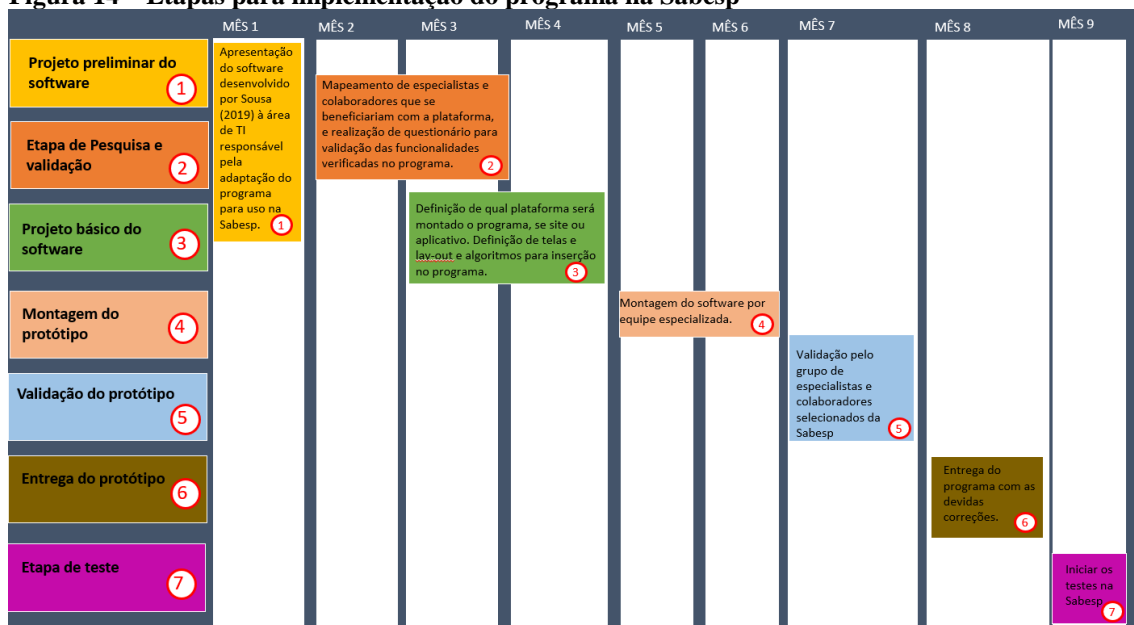


**Figura 13 - Curva de adoção da prototização**



Fonte: Própria autora a partir de informações apresentadas no Prêmio Empreendedor Sabesp 2020.

**Figura 14 – Etapas para implementação do programa na Sabesp**



Fonte: Própria autora a partir de informações apresentadas no Prêmio Empreendedor Sabesp 2020.

## 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).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O monitoramento e controle do desempenho ambiental 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.

A principal contribuição na proposta de utilização do Sistema de Gestão de ETEs em uma Companhia de Saneamento de esgoto é o ganho de valor social com o benchmarking de informações estruturadas acerca das ETEs dos mais diversos tipos e de locais e comunidades distintas; bem como o favorecimento de pesquisas irão promover melhorias no tratamento de esgotos e consequente melhoria da qualidade dos corpo receptores, utilizando-se de dados de experimentação em escala real.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. SOUSA, N.T.M., *Programa computacional para avaliação de ETEs como ferramenta de gestão de recursos hídricos*. Ilha Solteira, 2019. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia-Universidade Estadual Paulista.
2. TSUTIYA, M. T., SOBRINHO, P. A. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. 3. ed. - Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2011
3. Trabalho vencedor no Prêmio Empreendedor Sabesp, categoria Idéia, 2020, São Paulo, SP.