

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Thamiris Cordeiro Gaia

**Análise Operacional de Estações Elevatórias de Esgotos Presentes no Sistema de
Esgotamento Sanitário de Florianópolis/SC**

Florianópolis

2021

Thamiris Cordeiro Gaia

Análise Operacional de Estações Elevatórias de Esgotos Presentes no Sistema de Esgotamento Sanitário de Florianópolis/SC

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.
Orientador: Prof. Dr. Pablo Heleno Sezerino.

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Gaia, Thamiris Cordeiro

Análise operacional de estações elevatórias de esgotos presentes no sistema de esgotamento sanitário de Florianópolis / Thamiris Cordeiro Gaia ; orientador, Pablo Heleno Sezerino, 2021.

65 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. estações elevatórias de esgoto. 3. operação. 4. manutenção. I. Sezerino, Pablo Heleno. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. III. Título.

Thamiris Cordeiro Gaia

Título: Análise Operacional de Estações Elevatórias de Esgotos Presentes no Sistema de Esgotamento Sanitário de Florianópolis/SC

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenharia Sanitarista e Ambiental” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Local, 12 de fevereiro de 2021.

Prof^a. Dr^a Maria Elisa Magri
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Pablo Heleno Sezerino
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Flávio Rubens Lapolli
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Eng^a MSc. Luciane Dusi Pereira
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus amados pais que incentivaram esta minha jornada e não mediram esforços para minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente queria agradecer aos meus queridos pais que não mediram esforços para que eu chegasse até aqui e acreditaram na pessoa que me tornei. São os amores da minha vida e sempre deixaram abertas as minhas escolhas. A vocês meus queridos e amados pais, Paulo Tadeu e Janice.

Às minhas irmãs, minhas primeiras amigas, que seguiram junto comigo esta caminhada, para elas, Thais, Thamara e Thalita.

À minha querida e amada avó Roseli que cuida e se preocupa muito, sou imensamente grata por tudo. Aos meus avós que não estão mais neste plano e sinto muitas saudades, mas sei que vão estar muito felizes, José Gaia, Dilma Gaia e Ivo Cordeiro.

À minha companheira, Olivia Maria que neste último ano me incentivou para que eu conseguisse conquistar os meus objetivos, todo meu carinho e amor por esta pessoa incrível, que está ao meu lado me apoiando, que possamos sonhar juntas nesta jornada da vida.

Aos meus tios, tias, primas, primos, cunhado, cunhada e meu querido sobrinho Enzo que nos dias de tristeza me alegraram e fizeram meus dias mais felizes.

Ao meu orientador, Professor Pablo Heleno Sezerino, pelo apoio e instrução, pelas aulas ministradas no curso, que me fizeram amar mais essa área e o tema deste trabalho.

Aos meus queridos professores da graduação que durante o curso fizeram o possível para transmitir o conteúdo necessário.

Aos meus colegas e amigos de trabalho da CASAN que não mediram esforços para ajudar na construção deste trabalho.

Agradecer a Professora Valéria, aposentada do IFSC, pois, foi com ela que eu aprendi os primeiros dimensionamentos de esgoto no Curso Técnico Integrado ao Saneamento, fazendo eu amar esta área e seguir adiante.

Aos meus amigos meu muito obrigada, àqueles que torceram por mim, pelos momentos felizes que eu pude ter ao lado de vocês nessa caminhada da graduação.

À todas as outras pessoas que direta ou indiretamente colaboraram com o sucesso deste trabalho.

RESUMO

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) de Florianópolis/SC conta com 7 Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e 76 Estações Elevatórias de Esgoto (EEE), totalizando uma vazão projetada de 2.690,5 L/s. Devido as situações climáticas extremas e de mau uso do sistema pelos usuários, as EEE sofrem obstruções apresentando um potencial risco ao meio ambiente e saúde da população. Para um bom funcionamento das EEE é necessário que as ações técnicas cumpram a sua função requerida. Neste enfoque, o trabalho tem como objetivo analisar o funcionamento das EEE, inferindo as ações de operação e manutenção rotineiras, com enfoque nas ações preventivas (limpeza do gradeamento) e preditivas (manutenções) realizadas pela operadora de saneamento de Florianópolis. Foram levantados e avaliados ao longo do período compreendido entre os meses de janeiro a julho de 2020 os processos internos, desde o sinal de alarme até a execução dos serviços. Também foram analisados os custos de energia elétrica das EEE, os quais apresentaram um valor de R\$ 338.073,95 ao longo dos meses de janeiro a julho. Foram realizados aproximadamente 99 serviços de manutenção eletromecânica no 1º semestre de 2020. Por fim, foram propostas melhorias com vistas aos aperfeiçoamentos dos serviços, diminuição das manutenções frequentes, destacando-se a frequência das visitas nas EEE, troca do cesto pelo gradeamento manual e a instalação de novos sistemas de alerta.

Palavras-chave: Estações Elevatória de Esgoto, Manutenção de Estação Elevatória de Esgoto, Operação das Estações Elevatória de Esgoto.

ABSTRACT

The Florianópolis/SC Sanitary Sewage System (SES) has 7 Sewage Treatment Plants (ETE) and 76 Sewage Pumping Stations (EEE), totalizing a projected flow of 2,690.5 L/s. Due to extreme climate situations and misuse of the system by users, the EEE suffer obstructions presenting a potential risk to the environment and health of the population. For a good functioning of the EEE it is necessary that technical actions comply with their required function. In this approach, the work aims to analyze the functioning of the EEE, inferring the actions of routine operation and maintenance, focusing on preventive actions (cleaning of the grating) and predictive (maintenance) performed by the sanitation operator of Florianópolis. The internal processes, from the alarm signal to the execution of services, were surveyed and evaluated during the period between January and July 2020. The electric energy costs of the EEE were also analyzed, which presented a value of R\$ 338,073.95 throughout the months of January to July. Approximately 99 electromechanical maintenance services were performed in the 1st semester of 2020. Finally, improvements were proposed with a view to the improvement of services, reduction of frequent maintenance, highlighting the frequency of visits in the EEE, replacement of the basket by manual railing and the installation of new warning systems.

Key-words: Sewage Pumping Stations, Sewage Pumping Station Maintenance, Operation of Sewage Pumping Stations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui do Esgotamento Sanitário do Município de Florianópolis	16
Figura 2 – Esquema Geral de um Sistema de Esgotamento Sanitário - SES	19
Figura 3 – Estação Elevatória de Esgoto – EEE A1 Beira Mar	20
Figura 4 – Cesto Retentor de Materiais para Vazões Menores	21
Figura 5 – Grade Manual.....	21
Figura 6 – Bomba Submersível para águas residuais	23
Figura 7 – Elevatórias convencionais do tipo Poço Seco	24
Figura 8 – Elevatória Convencional do tipo Poço Úmido.....	25
Figura 9 – Poço de Sucção	26
Figura 10 - Concepção do SES Insular.....	31
Figura 11 - Fluxograma SES Insular	32
Figura 12 - Croqui estação elevatória de esgoto - C1.....	33
Figura 13 - Especificações Técnicas da Bomba	33
Figura 14 - Fachada da EEE A - Beira Mar	34
Figura 15 - Croqui EEE - Beira Mar	35
Figura 16 - Sistema Supervisório adotado para o SES de Florianópolis/SC.....	37
Figura 17 - Sistema Supervisório Estação Elevatória de Esgoto C1 - Armazém Vieira, Florianópolis/SC.....	39
Figura 18 – Sistema Supervisório Estação Elevatória de Esgoto A - Beira Mar, Florianópolis/SC.....	40
Figura 19 – Poço do Cesto.....	42
Figura 20 – Operador erguendo a bomba	42
Figura 21 – Cesto antes da limpeza	43
Figura 22 – Limpeza do cesto na superfície	43
Figura 23- Colocação do Cesto após a limpeza.....	44
Figura 24 - Quadro de Comando	44
Figura 25 - Controlador de Nível	45
Figura 26 - Alicates Amperímetro	46
Figura 27 - Megômetro.....	47
Figura 28 – manutenção Mecânica da Bomba.....	48
Figura 29 – Resíduo retirado da bomba.....	48
Figura 30 – Rotor da Bomba EEE C1	48

Figura 31 – Limpeza do Gradeamento	49
Figura 32 – Tambores de Armazenamento.....	49
Figura 33 – Quadro de Comando Elétrico.....	50
Figura 34 – Inversor	51
Figura 35 - Caminhão Munck - Operador de Equipamento Pesado.....	52
Figura 36 – Fechamento dos Registros.....	53
Figura 37 – Abertura da torneira	53
Figura 38 - Desobstrução da Bomba 2	54

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Serviços Eletromecânicos	56
--------------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Código de Serviços de Manutenção relacionados às EEE do SES de Florianópolis/SC.....	38
Tabela 2 - Quantidade de Serviços Executados EEE C1 – Armazém Vieira.....	55
Tabela 3 - Quantidade de Serviço Executado EEE A - Beira Mar.....	55
Tabela 4 – Orçamento de Energia Elétrica.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASSEMAE - Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina

CASAN - Companhia Catarinense de Água e Saneamento

EEE - Estação Elevatória de Esgoto

ETA - Estação de Tratamento de Água

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

GOPS - Gerencia Operacional

PMISB - Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico

SCI - Sistema Comercial Integrado

SES- Sistema de Esgotamento Sanitário

URA - Unidade de Tratamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo Geral.....	17
1.1.2	Objetivos Específicos	17
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	PARTES CONSTITUINTES DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – SES.....	18
2.2	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO – EEE	19
2.2.1	Gradeamento.....	20
2.2.2	Classificação das Bombas.....	22
2.2.3	Classificação dos Motores	23
2.3	CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO	23
2.3.1	Estações Elevatórias de Poço Seco	23
2.3.2	Estações Elevatórias de Poço Úmido.....	25
2.4	POÇO DE SUCCÃO	25
2.5	NECESSIDADE DE UTILIZAÇÃO DE ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO – EEE.....	26
2.6	AÇÕES OPERACIONAIS EM ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO	27
2.7	CUSTOS ASSOCIADOS À OPERAÇÃO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO	28
3	MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1	DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
3.2	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO C1 – ARMAZÉM VIEIRA.....	32
3.2.1	Sistema de Gradeamento	34
3.2.2	Sistema de Partida e Desligamento de Bombas	34
3.3	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO A – BEIRA MAR	34

3.3.1	Sistema de Gradeamento	35
3.3.2	Poço de Sucção	36
3.3.3	Sala de Máquinas	36
3.3.4	Sistema Automatizado de Partida e Desligamento de Bombas	36
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1	sistema supervisorio – inspeção remota	37
4.1.1	Inspeção Remota – EEE C1 Armazém Vieira	38
4.1.2	Inspeção Remota EEE A – Beira Mar	40
4.2	MANUTENÇÃO ELETROMECÂNICA EEE C1 – ARMAZÉM VIEIRA	41
4.2.1	Limpeza do Cesto.....	41
4.2.2	Verificação Elétrica	44
4.2.3	Verificação Mecânica	47
4.3	MANUTENÇÃO ELETROMECÂNICA EEE A – BEIRA MAR	49
4.3.1	Limpeza do Gradeamento.....	49
4.3.2	Verificação Elétrica	50
4.3.3	Verificação Mecânica	51
4.3.4	Histórico dos Serviços Cadastrados	55
4.4	GASTOS	57
4.4.1	Gastos com a Energia Elétrica.....	57
4.4.2	Gastos Operacionais	58
5	CONCLUSÃO	59
6	REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

Os esgotos domésticos ou domiciliares provêm principalmente de residências, edifícios comerciais, instituições ou quaisquer edificações que contenham instalações de banheiros, cozinhas, lavanderias ou outros dispositivos de utilização da água para fins domésticos. É composto essencialmente da água de banho, urina, fezes, papel, restos de comida, detergente, sabão, água de lavagem (JORDÃO; PESSÔA, 2014).

De acordo com ABNT (1986) o sistema de esgoto sanitário separador consiste no “conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente esgoto sanitário a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro”.

Quando o escoamento dos esgotos não ocorre pela ação da gravidade, ou qualquer outro motivo de ordem técnica e econômica, é necessário o uso de instalações denominadas “Estações Elevatórias de Esgotos (EEE)”. Elas transferem os esgotos de uma cota mais baixa para uma mais elevada (TSUTIYA e SOBRINHO, 2000).

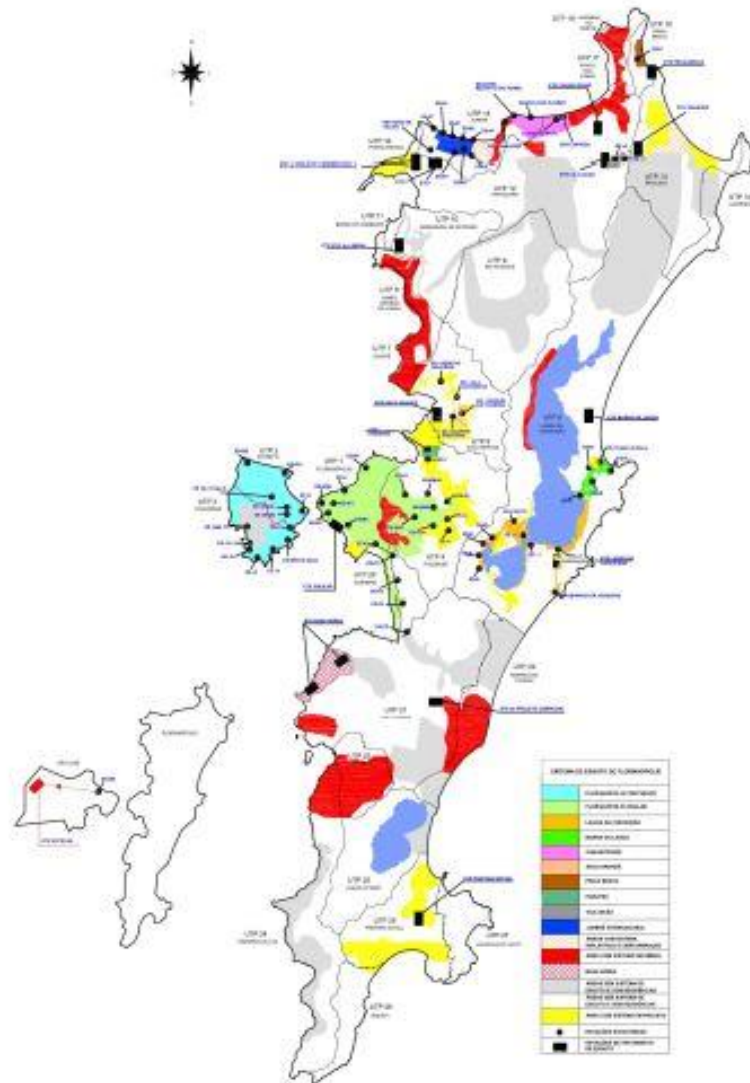
As estações elevatórias de esgoto são importantes para o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), da coleta do efluente para o transporte para a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). As estações elevatórias destinam o efluente de um ponto baixo para um ponto mais elevado do sistema, contribuindo para um funcionamento adequado do sistema e o desenvolvimento sustentável, evitando o lançamento “in natura” nos corpos hídricos. Apesar de que as operar implica na necessidade do consumo de energia elétrica devido ao conjunto motor-bomba (VIANA, 2017).

De acordo com o Estudo de Concepção do Esgotamento Sanitário de Florianópolis (2018), atualmente o município conta com 07 (sete) Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) vinculadas aos sistemas públicos semi-centralizados operados pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), sendo elas: Canasvieiras, ParqTec, Insular, Lagoa da Conceição, Barra da Lagoa, Saco Grande e Potecas. Essa última localizada no município de São José atende a parte continental de Florianópolis e o município de São José. Há também o sistema semi-centralizado privado com a ETE operada pela SAE – Jurerê Internacional e os sistemas descentralizados de diversos condomínios e loteamentos. Atualmente o total de vazão projetada para o município de Florianópolis é de 2690,5 L/s. De acordo com a Gerencia Operacional de Esgoto da CASAN a empresa conta com 76 Estações Elevatórias de Esgoto – EEE e 56% da população é atendida.

Destaca-se, ainda o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico–PMISB (2011) diz que onde não há coleta pública o esgoto sanitário é realizado através de soluções individuais.

Na figura 1 retirada do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico–PMISB de Florianópolis, apresenta-se o SES de Florianópolis, em operação, em fase de obras e fase de projeto pela CASAN.

Figura 1 - Croqui do Esgotamento Sanitário do Município de Florianópolis



Fonte: Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico do Município de Florianópolis (2011)

Diante deste contexto, neste trabalho analisa-se duas Estações Elevatórias de Esgoto que possuem características diferentes: uma delas é de poço seco e outra de poço úmido; seu funcionamento (operação), sua manutenção e a importância da periodicidade desta e suas ações e manutenções rotineiras. Para isto, utilizou-se a verificação do sistema Supervisório ScadaBR (programa utilizado na CASAN), verificação das planilhas dos históricos de serviços

eletromecânicos retirados do Software Sistema Comercial Integrado – SCI, as observações em campo das atividades de operação e manutenção eletromecânica dos meses de janeiro a julho de 2020, também verificou-se os custos relacionados ao gasto de energia elétrica. As elevatórias analisadas neste trabalho estão inseridas no mesmo Sistema de Esgotamento Sanitário – SES, localizadas no SES Insular no município de Florianópolis.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o funcionamento de Elevatórias de Tratamento de Esgoto (EEE) componentes do Sistema de Esgotamento Sanitário de Florianópolis/SC, inferindo as ações de operação e manutenção rotineiras.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar as diferentes características das Estações Elevatórias de Esgoto em um Sistema de Esgotamento Sanitário;
- Analisar o modo de operação, manutenção e custos gerados nas Estações Elevatórias de Esgoto;
- Propor alternativas para otimização e redução dos custos de manutenção das Elevatórias.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PARTES CONSTITUINTES DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO – SES

A Lei Federal 11.445 de 2007 define esgotamento sanitário as “atividades, infraestrutura e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente”.

Entende-se por concepção de um sistema de esgoto sanitário, o conjunto de estudos e conclusões referentes ao estabelecimento de todas as diretrizes, parâmetros e definições necessárias e suficientes para a caracterização completa do sistema a projetar (TISUTIYA e SOBRINHO, 2000).

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2000), fazem parte de um sistema de esgotamento sanitário:

- Rede Coletora: é o conjunto de canalizações destinados a receber e conduzir as águas residuárias até um local pré-definido.
- Coletores secundários: são coletores que recebem diretamente das ligações prediais.
- Coletor tronco: é o coletor principal de uma bacia de drenagem, que recebem contribuição dos coletores secundários.
- Poço de visita: poço destinado a verificação do escoamento e mudança de direção da água residuária;
- Interceptor: conduto livre que recebe coletores troncos ao longo de sua trajetória, este não recebe ligações prediais diretamente;
- Emissário: canalização destinada a conduzir o esgoto sem receber contribuição em marcha;
- Sifões invertidos: obras destinadas à transposição de obstáculos pelas tubulações de esgotos, funcionando sob pressão e, geralmente, com uma pequena perda de carga;
- Corpo de água receptor: corpo de água, onde é lançados os esgotos;
- Estação elevatória: conjunto de instalações destinados a transferir os esgotos de uma cota mais baixa para uma cota mais alta;
- Estação de tratamento: conjunto de instalações destinados à depuração dos esgotos, antes de seu lançamento. (TISUTIYA e SOBRINHO, 2000).

Na figura 2 apresenta-se a concepção de um Sistema de Esgotamento Sanitário – SES.

Figura 2 – Esquema Geral de um Sistema de Esgotamento Sanitário - SES



Fonte: Acervo CASAN (2009)

2.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO – EEE

Como descrito anteriormente, a coleta, o transporte e o tratamento são as três partes de uma SES. Analisou-se neste trabalho as operações rotineiras de uma Estação Elevatória de Esgoto – EEE, que são as instalações para o transporte forçado de efluentes.

De acordo com a ABNT (1992), a definição das Estações Elevatórias de Esgoto são “instalações que se destinam ao transporte de esgotos do nível do poço de sucção das bombas ao nível de descarga na saída do recalque, acompanhando aproximadamente as variações da vazão afluyente”. A figura 3 mostra a parte superior da EEE – A1 Beira Mar.

A rede coletora de esgoto é o conjunto de canalizações destinadas a receber e a conduzir os esgotos das edificações que têm seu destino junto aos poços de sucção das Elevatórias – EEEs. Ao chegar nas Estações Elevatórias o esgoto precisa ser transportado para outra elevatória, dependendo das características do terreno ou diretamente às Estações de Tratamento de Esgoto. Assim, esta etapa é caracterizada como escoamento de conduto forçado, levando o efluente até um ponto mais alto. (TSUTIYA e SOBRINHO, 2000).

Figura 3 – Estação Elevatória de Esgoto – EEE A1 Beira Mar



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Para Tsutiya e Sobrinho (2000) uma das classificações das elevatórias é de acordo com a sua capacidade de vazão, estas são classificadas em:

- Pequena: menos de 50 l/s;
- Média: 50 a 500 l/s;
- Grande: superior a 500 l/s.

2.2.1 Gradeamento

São considerados grosseiros os resíduos sólidos contidos nos esgotos sanitários e de fácil retenção e remoção através de operações físicas de gradeamento e peneiramento. (JORDÃO; PESSÔA 2014). A norma da ABNT 1992 admite os seguintes dispositivos para a remoção dos sólidos grosseiros: grades de barras, de limpeza manual ou mecânica; cestos; peneira; triturador. Este último não muito utilizado em nosso meio.

A finalidade da remoção dos sólidos grosseiros é a proteção dos dispositivos de transporte dos esgotos nas suas diferentes fases, líquidas e sólidas, tais como, bombas, tubulações, transportadores e peças especiais. (ABNT, 1992).

De acordo com a característica do esgoto, é então selecionado o melhor dispositivo para a EEEs. Para as grades manuais é necessário a limpeza com frequência para não gerar acúmulo

de sólidos que facilitem a passagem de outros sólidos por cima da grade. (TSUTIYA e SOBRINHO, 2000).

Para grandes Estações Elevatórias geralmente são usadas grades mecanizadas, pois, estas fazem a remoção de forma contínua dos resíduos sólidos. (TSUTIYA e SOBRINHO, 2000).

A Figura 4 mostra um exemplo de cesto usado em umas das estações elevatórias de esgoto de Florianópolis, já a figura 5 mostra o gradeamento em barras de limpeza manual.

Figura 4 – Cesto Retentor de Materiais para Vazões Menores



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Figura 5 – Grade Manual



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Segundo o manual de operação estações elevatórias da CASAN (1999) alguns problemas operacionais podem ser encontrados no gradeamento mecanizado. Tais problemas são apresentados a seguir, juntamente com as possíveis causas e respectivas medidas corretivas:

Problema da rosca transportadora da grade mecanizada:

- Prováveis causas: obstrução da grade por corpo estranho; rompimento do mecanismo de rotação; defeito no sistema de acionamento; defeito nas instalações elétricas, etc;
- Medidas recomendadas: verificar o sistema de acionamento e as instalações elétricas, engraxar os rolamentos;
- Se necessário, desviar o fluxo para o canal de gradeamento com limpeza manual; bloquear e a seguir, esgotar o canal da grade mecanizada e proceder à verificação dos mecanismos e corrigir o defeito.

2.2.2 Classificação das Bombas

Segundo a Norma NBR 12208 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário o limite superior recomendado da rotação das bombas é de 1800 rpm, as bombas selecionadas devem dispor de curvas características estáveis e a potência do motor de acionamento deve ser calculada de modo a atender, com folga, a qualquer ponto de operação da bomba respectiva.

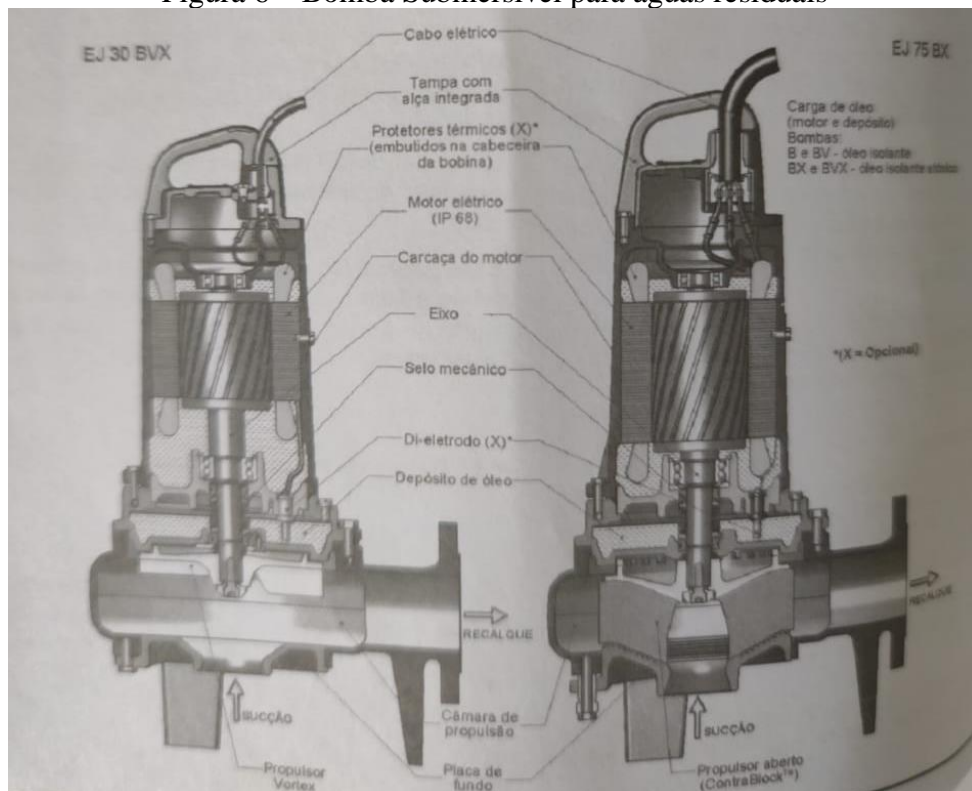
De acordo com o Tsutiya e Sobrinho (2000) as bombas utilizadas para recalque de esgotos são:

- Bombas Centrífugas;
- Bombas parafuso;
- Ejetores pneumáticos;

“As bombas centrífugas mais comuns, usadas nas Estações Elevatória de Esgoto tem suas características por possuírem um elemento rotativo dotado de pá (rotor), que fornece ao líquido trabalho mecânico para vencer o desnível necessário. A bomba centrífuga é dotada por duas partes: o rotor e a carcaça” (TISUTIYA e SOBRINHO, 2000).

A figura 6 mostra uma bomba submersível com seus principais componentes e nomenclaturas, muito usada nas Estações Elevatórias de Esgoto de Florianópolis.

Figura 6 – Bomba Submersível para águas residuais



Fonte: Manual do Usuário – Sulzer (2019)

2.2.3 Classificação dos Motores

Conforme Tsutiya e Sobrinho são usados dois tipos de motores em estações elevatórias de esgoto, são eles:

- Motores elétricos;
- Motores de combustão elétrica.

Os motores elétricos são os mais usados e mais comuns no acionamento das bombas de estações elevatórias de esgoto, pela simplicidade, confiabilidade, flexibilidade e menor custo. Esses equipamentos transformam a energia elétrica em energia mecânica, para os tipos mais comuns são os motores de corrente alternada e os motores de corrente contínua. (TSUTIYA e SOBRINHO, 2000).

2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO

2.3.1 Estações Elevatórias de Poço Seco

Segundo TSUTIYA e SOBRINHO (2000) as Elevatórias de Poço seco tem o poço de sucção separado da casa de bombas. A casa de bombas, também denominado poço seco ou sala de bombas, deve abrigar os elementos de montagem e os elementos hidráulicos complementares, deve ter dimensões que permitam facilidade de locomoção, manutenção, montagem, desmontagem, entrada e saídas dos equipamentos, um exemplo disso é mostrado na figura 7.

Figura 7 – Elevatórias convencionais do tipo Poço Seco



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

De acordo com o Manual de Estação Elevatória de Esgoto CASAN (1999), são relacionados abaixo, os tipos mais usuais de verificações que o operador mecânico deverá executar nas elevatórias do tipo poço seco:

- Verificar se mancais e motores estão aquecendo além da temperatura de operação normal e se os mesmos apresentam vibrações ou ruídos indicadores de prováveis anormalidades;
- Verificar se há vazamento de graxa dos mancais. Caso isto esteja ocorrendo, o mecânico deverá substituir os retentores do mancal respectivo;
- Verificar se as gaxetas das bombas estão estanques. Caso não estejam, o operador deverá apertar cuidadosamente os parafusos, conforme recomendação do fabricante;
- Verificar possíveis obstruções ou fechamento parciais das válvulas de bloqueio das canalizações de sucção das bombas. Uma maneira simples de verificar é através da leitura de pressões das bombas.
- Verificar o tipo de ruído provocado pela bomba em operação, poderia indicar o fenômeno de cavitação que deverá ser rapidamente solucionado.
- Verificar o estado de corrosão das peças metálicas. Caso esteja ocorrendo oxidação das peças é necessário proceder a recuperação das mesmas.

2.3.2 Estações Elevatórias de Poço Úmido

É comum a utilização de elevatória do tipo poço úmido com conjunto motor-bomba submerso para elevatórias de pequeno e médio porte para recalque de esgoto doméstico, onde o conjunto motor-bomba fica mergulhado no poço de sucção (TSUTIYA e SOBRINHO, 2000). Estas elevatórias são instalações simplificadas e enterradas, o que faz com que não exalem odores sensíveis e não alterem a urbanização existente, e sem superestrutura. De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2000) estas elevatórias apresentam, em geral, custo global inferior às elevatórias que utilizam outros tipos de bombas. A Figura 8 mostra uma elevatória vista de cima do tipo poço úmido.

Figura 8 – Elevatória Convencional do tipo Poço Úmido



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

2.4 POÇO DE SUCCÃO

O poço de sucção de uma elevatória de esgoto é uma estrutura de transição que recebe as contribuições dos esgotos afluentes e as colocadas à disposição das unidades de recalque (TSUTIYA e SOBRINHO, 2000).

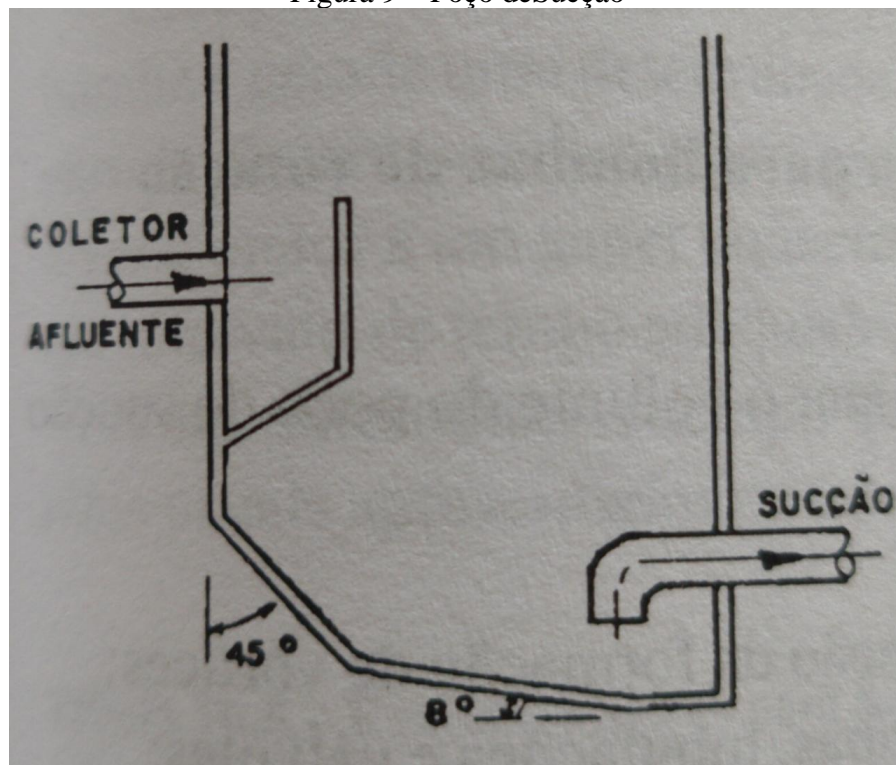
Conforme a NBR 12208 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário, o poço de sucção tem a seguinte finalidade:

- Reunião de contribuição;
- Regularização do fluxo;
- Instalação de extravasor ou canal de desvio (“by – pass”);

- Instalação de comportas ou “stop-logs”;
- Instalação de equipamentos para a remoção de sólidos grosseiros;
- Instalação de dispositivos para medição;
- Inspeção e manutenção.

A seguir a figura 9 mostra um exemplo de um poço de sucção usados nas estações elevatórias de esgoto.

Figura 9 – Poço de Sucção



Fonte: SABESP (1979)

2.5 NECESSIDADE DE UTILIZAÇÃO DE ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO – EEE

“Os coletores de esgotos funcionam com escoamento livre, ou seja, se processam em seções parciais de tubulações fechadas e sob pressão atmosférica, apresentando, portanto, uma superfície livre do contato com as paredes da tubulação. O escoamento do esgoto em um conduto é admitido, para efeitos de cálculo, em regime permanente e uniforme” (RECESA, 2008).

“Quando por algum motivo não seja possível, sob o ponto de vista técnico e econômico, o escoamento dos esgotos pela ação da gravidade, é necessário o uso da instalação que

transmitam ao líquido energia suficiente para garantir tal escoamento” (TSUTIYA e SOBRINHO, 2000).

“Estas instalações são denominadas de Estações Elevatórias de Esgoto, objetivando a transferência dos esgotos a partir de um ponto para outro de cota normalmente mais elevada” (TSUTIYA e SOBRINHO, 2000).

De acordo com Tsutiya e Sobrinho (2000) as Estações Elevatórias de Esgotos são necessárias, em princípio, nos seguintes casos:

- Em terrenos planos e extensos, evitando-se que as canalizações atinjam profundidade excessivas;
- No caso de esgotamento de áreas novas situadas em cotas inferiores àquelas já executadas;
- Reversão de esgotos de uma bacia para outra;
- Para descarga em interceptores, emissários, ETEs ou em corpos receptores, quando não for mais possível utilizar apenas a gravidade.

2.6 AÇÕES OPERACIONAIS EM ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO

“Combinação de todas as ações técnicas e administrativas destinadas a permitir que um item cumpra uma função requerida, reconhecendo-se a necessidade de adaptação na ocorrência de mudanças nas condições externas” NBR 5462, 1994.

“A disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custo adequados” (PINTO e XAVIER, p. 16).

Pinto e Xavier (1999), classificam as manutenções em grupos, são eles:

- Manutenção Corretiva;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Engenharia de Manutenção.

De acordo com Monteiro (2010), “a manutenção corretiva visa corrigir, restaurar, recuperar a capacidade produtiva de um equipamento ou instalação, que tenha cessado ou diminuído sua capacidade de exercer as funções às quais foi projetado”.

Segundo Viana (2017), a manutenção preventiva “visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré-planejados”.

Já a manutenção preditiva “é a atuação realizada com base em modificações de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática” (PINTO e XAVIER, 1999. P. 35).

Para Pinto e Xavier (1999) a Manutenção de Engenharia seria a aplicação das técnicas modernas. Que segundo Fabro (2003), quando começa-se a usar esta técnica passamos a melhorar a sistemática e a eficiência do processo de manutenção.

Com isso temos que:

Os gestores das equipes operacionais das companhias de saneamento sempre devem atuar em uma planta operacional de bombeamento de esgotos para conter e sanar problemas de ASSEMAE - Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento 1095 ordem estrutural e operacional identificados. Tratando de resolver a ocorrência de forma rápida, o que por muitas vezes onera a operação, pois a necessidade de providências imediatas acarreta sobre custos; além do que, muitas soluções imediatistas não são as mais recomendadas, necessitando de retrabalho no futuro (BARBOSA, 2016).

De acordo com a RECESA (2008), as elevatórias de esgoto as bombas são controladas automaticamente na maioria das vezes. É controlado de acordo com o nível do líquido do poço de sucção, que a forma mais fácil de estabelecer uma conexão entre a vazão afluyente e a vazão de recalque.

Ainda de acordo com RECESA (2008), a variação de nível do líquido é detectada através dos sensores de níveis, que são ajustados para o acionamento e desligamento da bomba.

2.7 CUSTOS ASSOCIADOS À OPERAÇÃO DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO

O consumo de energia elétrica por sistemas de bombeamento é considerado, na maior parte das empresas de saneamento, a parcela mais onerosa da conta de energia. Ao estudar a eficiência energética relacionada ao saneamento básico pode-se contribuir evidenciando formas de reduzir os gastos de energia elétrica neste setor, no caso das estações elevatórias deve ser dada atenção especial ao estado de motores e bombas (PILAR, 2014).

Normalmente as perdas de energia elétrica nas diversas etapas do sistema são encontradas nos procedimentos operacionais existentes, no dimensionamento dos sistemas, na idade dos equipamentos, nas tecnologias não eficientes utilizadas, na manutenção, nas formas contratuais (BAHIA, 1998)

Uma boa operação, em termos energéticos, pode proporcionar, além da diminuição das despesas, prevenirem intervenções corretivas na rede e aumentar a eficácia do sistema (FRACASSO, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho foi de Pesquisa Descritiva – Estudo de Caso e utilizou-se da verificação do sistema Supervisório ScadaBR - programa utilizado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN, com interface ao Sistema de Esgotamento Sanitário – SES bem como da verificação das planilhas que contém o histórico de manutenção das elevatórias (retiradas do software SCI – versão 1.24.0). O Sistema Comercial Integrado (SCI) tem como objetivo coordenar os processos comerciais da CASAN, sempre mantendo atualizadas e estruturadas todas as informações do presente trabalho, as informações operacionais e serviços executados.

Além da verificação do sistema ScadaBR e verificação do SCI, as atividades foram conduzidas por meio da observação das ações de operação e manutenção eletromecânica das elevatórias pesquisadas no SES de Florianópolis/SC, especificamente das elevatórias de esgoto C1 – Armazém Vieira e A – Beira Mar, entre os meses de janeiro a julho de 2020; análise dos custos envolvidos na manutenção das elevatórias.

Por fim, desenvolveu-se uma análise dos custos envolvidos na manutenção das elevatórias supracitadas.

3.1 DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O sistema de Esgotamento Sanitário – SES Insular fica localizado na bacia do rio Itacorubi no município de Florianópolis. São coletados esgotos domésticos dos bairros Centro, Agronômica, Trindade, Santa Mônica, Parque São Jorge, Córrego Grande, José Mendes, Saco dos Limões e Costeira do Pirajubaé, onde através de rede coletoras, estações elevatórias é transportado para a Estação de Tratamento de Esgoto Insular. A figura 10 apresenta a área de abrangência do SES Insular e a localização da Estação de Tratamento de Esgoto - ETE Insular.

As elevatórias analisadas foram a EEE C1 conhecida como Armazém Vieira que fica localizada na Av. Prefeito Waldemar Vieira no Bairro Saco dos Limões e a EEE A popularmente conhecida por Beira-Mar, localizada na Av. Jornalista Rubens de Arruda Ramos, conhecida como Av. Beira-Mar Norte, ambas na cidade de Florianópolis/SC.

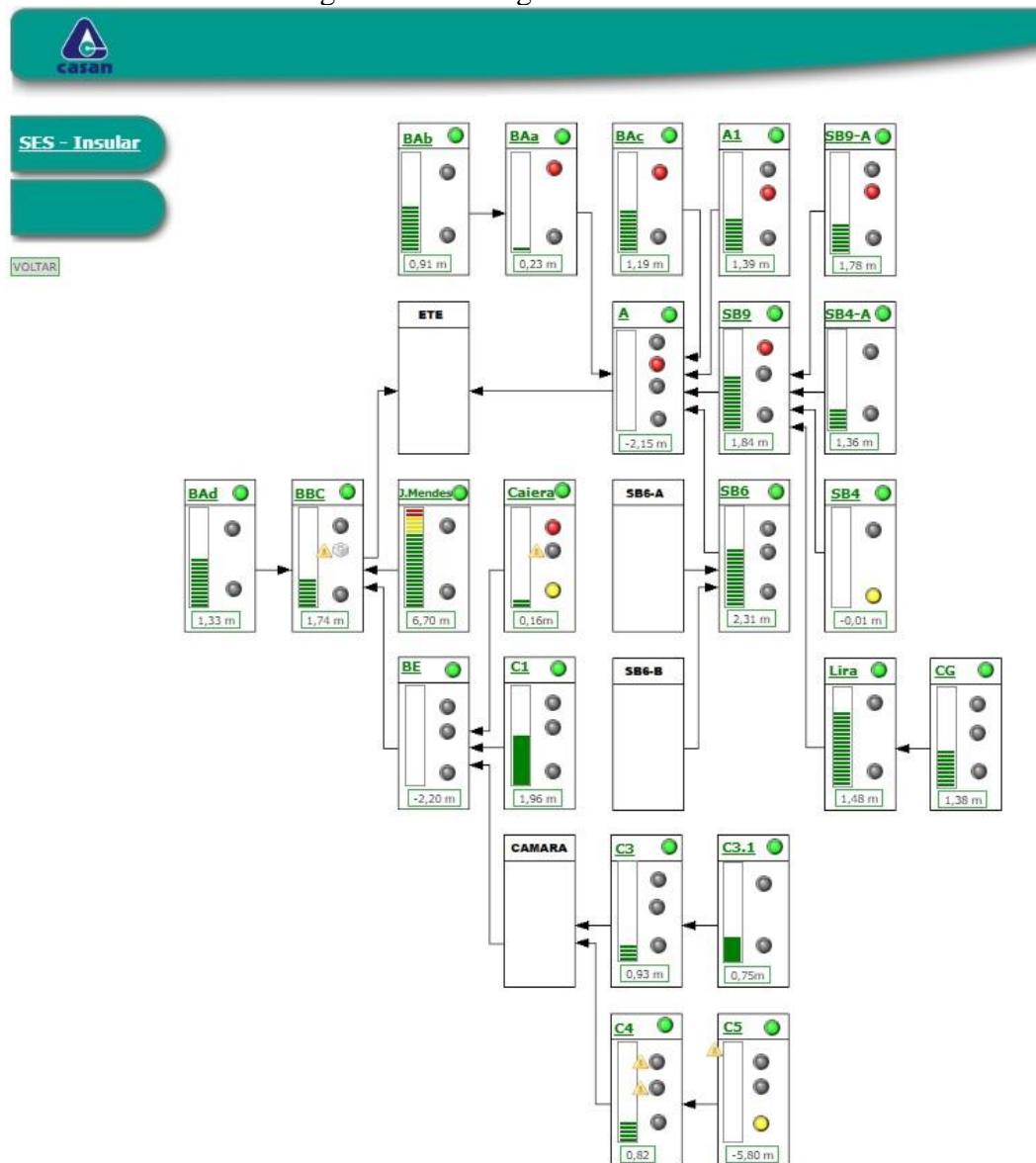
Figura 10 - Concepção do SES Insular



Fonte: Diagnóstico do Esgotamento Sanitário em Florianópolis, Vol II (2018)

A figura 11 mostra o fluxograma das EEEs que compõe a SES Insular, nesta gravura podemos verificar a altura de nível dos efluentes no poço de sucção de cada estação, também mostra o sinal de transmissão de rede, quando o ponto está em verde ao lado do nome de cada EEE significa que está sendo enviado sinal ao programa ScadaBr.

Figura 11 - Fluxograma SES Insular



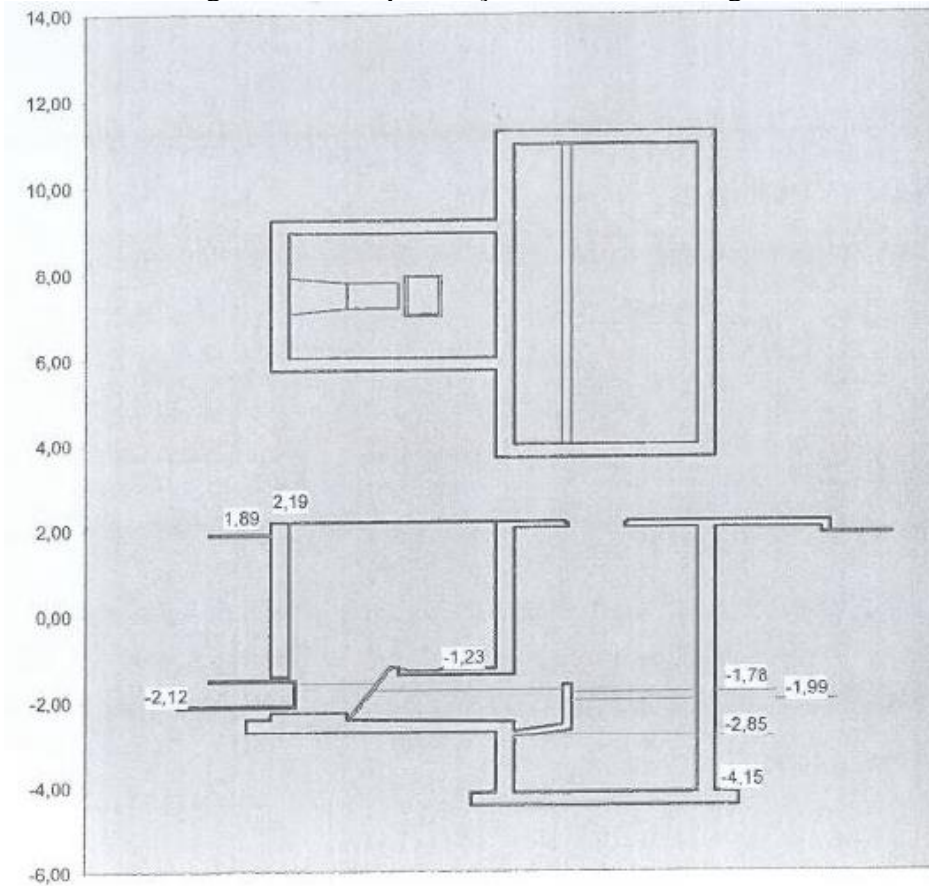
Fonte: ScadaBr – CASAN (2020)

3.2 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO C1 – ARMAZÉM VIEIRA

Esta EEE considerada de poço úmido. Ela recebe contribuição direto da rede e recalca para uma outra estação elevatória à jusante. A estação possui duas bombas centrífugas operando por sonda de nível.

A figura 12 mostra o croqui com as dimensões e entrada e saída da estação elevatória de esgoto C1 – Armazém Vieira.

Figura 12 - Croqui estação elevatória de esgoto - C1



Fonte: Documentos da Estação Elevatória, CASAN (2002)

As bombas utilizadas na EEE – C1 são bombas submersíveis para águas residuais, modelo ABS EJ 20B/ Bx da marca Sulzer, como mostra a figura 13 e sua vazão máxima pode alcançar um valor de 20 L/s.

Figura 13 - Especificações Técnicas da Bomba

SCAVENGER série E	Motor 60 Hz				Cabo Elétrico				Hidráulica				
	Potência (P2)	Rotação nominal	Tensão de operação	Ligação	Corrente máxima (I)	Classe	Quantidade de condutores x seção (mm ²)		Comprimento Padrão	Propulsor tipo	Recalque nominal	Passagem de sólidos	
	cv/kW	rpm	V	A	Modelos padrão B e BV	Modelos com sensores BX e BVX	m	pol/roscas	Ø mm				
EJ 10 B / BX	1,5/1,1	1750	220 / 380 / 440	Direta	5,0 / 3,0 / 2,5	B	4x1,5	7x1,5	7	Semi-Aberto (Contra-Block)	Flange 3" ANSI 125 / DN 75 NBR 7675	65	
EJ 20 B / BX	3,5/2,6				10,0 / 5,8 / 5,0	F	4x1,5	7x1,5					
EJ 30 B / BX	5,0/3,8				15,0 / 8,7 / 7,5	F	4x2,5	7x2,5					
EJ 40 B / BX	5,5/4,1	3450	220 / 380 / 440	Y/D	15,0 / 8,7 / 7,5	F	4x2,5	7x2,5	7	Semi-Aberto (Contra-Block)	Flange 3" ANSI 125 / DN 75 NBR 7675	50	
EJ 50 B / BX	6,5/4,8	1750	220 / 380 / 440		19,0 / 11,0 / 9,5	F	4x4,0	4x4,0 + 3x1,5				65	
EJ 75 B / BX	8,5/6,3	1750	220 / 380 / 440	Direta	19 / 9,5	F	7x2,5	7x2,5 + 4x1,5	7	Semi-Aberto (Contra-Block)	Flange 3" ANSI 125 / DN 75 NBR 7675	65	
					220 / 440		11,0	7x2,5					7x2,5 + 4x1,5
					380		24,0 / 13,9 / 12,0	4x6,0					4x6,0 + 3x1,5
EJ 75 B / BX	8,5/6,3	1750	220 / 440	Y/D	24,0 / 12,0	F	7x2,5	7x2,5 + 4x1,5	7	Semi-Aberto (Contra-Block)	Flange 3" ANSI 125 / DN 75 NBR 7675	65	
					380		13,9	7x2,5					7x2,5 + 4x1,5

Fonte: Manual do Usuário (Sulzer, 2018)

3.2.1 Sistema de Gradeamento

O sistema de gradeamento é do tipo cesto de limpeza manual. O colaborador visita o local diariamente, faz a limpeza do material retido na grade e é depositado em tambores e disposto no container do gradeamento da ETE insular.

3.2.2 Sistema de Partida e Desligamento de Bombas

O sistema de partida e desligamento das bombas é automatizado do emprego de chaves de níveis.

3.3 ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTO A – BEIRA MAR

A Estação Elevatória de Esgoto A, mais conhecida como Beira-Mar fica localizada na Av. Jornalista Rubens de Arruda Ramos conhecida como Av. Beira-Mar Norte no Centro de Florianópolis/SC, a figura 14 traz a foto da fachada da elevatória e também a URA Beira Mar. A EEE – Beira Mar recebe contribuição da rede e das Elevatórias BAa, BAç, A1, SB9 e SB6 e recalca as contribuições de esgoto bruto afluyente até a Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Insular. A figura 15 mostra o croqui da EEE – Beira Mar, a estrutura desta elevatória é do tipo “poço seco” e permite a instalação de quatro conjuntos de bombas de eixo vertical, sendo que atualmente encontra-se instalados três conjuntos. As bombas operam por sonda de nível.

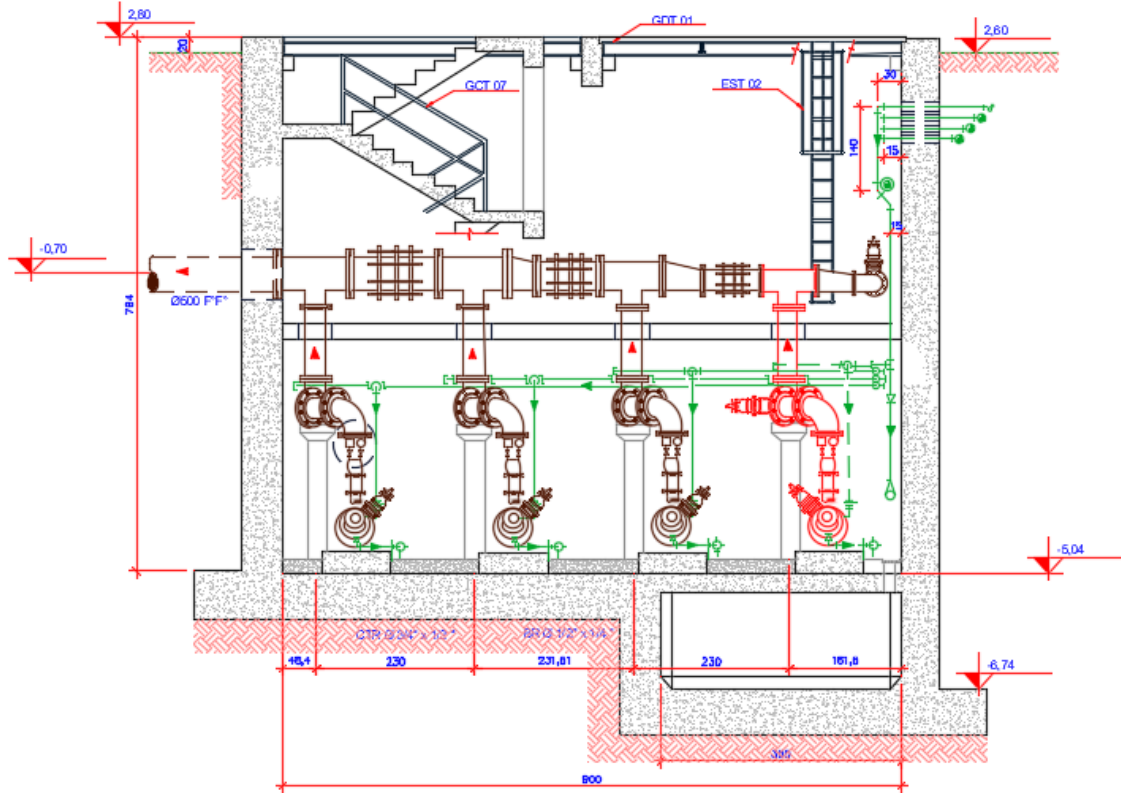
A EEE conta com três bombas submersíveis para esgoto ABS PE 860/4 da marca SULZER, sua vazão pode chegar a 594 m³/h.

Figura 14 - Fachada da EEE A - Beira Mar



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Figura 15 - Croqui EEE - Beira Mar



Fonte: Acervo CASAN (2020)

3.3.1 Sistema de Gradeamento

Na elevatória A existem dois canais de gradeamento dispostos em paralelo, sendo um principal, equipado com uma grade mecanizada e outro, que funciona como by-pass do canal principal, com uma grade de limpeza manual. O bloqueio de cada canal de gradeamento é realizado através de duas comportas em ferro fundido. Hoje a grade mecanizada está fora de operação, pois, está em manutenção.

Grade Mecanizada - a grade mecanizada é do tipo rosca transportadora. Conta com dispositivos de automatização de operação através do nível do canal a jusante.

No sistema de gradeamento são retidos sólidos grosseiros com dimensões capazes de causar obstrução de tubulações, válvulas, canais, bloqueios e entupimentos dos rotores das bombas.

Os materiais removidos pela rosca transportadora são descarregados em tambores, para a seguir serem estocados no container do gradeamento da ETE Insular até a sua disposição final em aterro sanitário.

Grade de Limpeza Manual - esta grade encontra-se instalada com ângulo de aproximadamente 70° com a horizontal e é composta por 29 barras chatas de aço carbono, com

espaçamento livre entre si de 32 mm. A grade manual é limpa diariamente com um rastelo por um operador, os resíduos retirados da grade são descarregados também em tambores levados para ETE Insular.

3.3.2 Poço de Sucção

O poço de sucção é do tipo compartimento, com quatro câmaras interligadas através de comportas quadradas em ferro fundido, com dimensões de 700 mm x 700 mm. As comportas de interligação, em número de três, são acionadas através de pedestais de manobra instalados sobre a laje de cobertura do poço de sucção.

3.3.3 Sala de Máquinas

A sala de máquinas é formada por poço seco, conta com poço de drenagem de piso, no qual encontram-se instalados dois conjuntos moto bomba do tipo submersível, com acionamento automático.

O poço de drenagem citado recebe água proveniente de gotejamento das gaxetas das bombas de esgoto e água de chuvas que incidem diretamente sobre a abertura superior, a qual é protegida por grades de aço laminado.

3.3.4 Sistema Automatizado de Partida e Desligamento de Bombas

A partida e o desligamento dos conjuntos moto bombas é realizado através de chaves de níveis posicionadas no poço de sucção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 SISTEMA SUPERVISÓRIO – INSPEÇÃO REMOTA

O Sistema Supervisório conta com 6 Técnicos em Saneamento com turnos de 12 horas, funcionando em turno ininterrupto, com funcionários em revezamento de turno as 24 horas do dia.

As atividades de inspeção remota são executadas em grande maioria nas unidades operacionais da CASAN, contemplando ETE, EEE, ETA e booster, através do Sistema ScadaBr CASAN, como demonstrado na figura 16.

Figura 16 - Sistema Supervisório adotado para o SES de Florianópolis/SC



Fonte: ScadaBr CASAN (2020)

Neste Sistema são verificados basicamente:

- Sinais de erro no sistema;
- Análise crítica quanto ao sinal emitido;
- Em alguns casos reset remoto na bomba;
- Abertura e encerramento de Ordens de Serviço (OS) para falhas detectadas.

Em caso de falhas ou anomalias, as informações devem ser abertas em Ordens de Serviço, para o adequado controle do histórico de falhas e serviços de manutenção corretiva.

As ordens de serviço são abertas no Sistema Comercial Integrado - SCI por logradouro, neste caso na EEE C1 – Armazém Vieira o logradouro é 822 e na EEE A – Beira Mar o logradouro é 1557, onde, as elevatórias estão localizadas. Existem os códigos de serviço de manutenção, para cada tipo de serviço há um código diferente no sistema comercial integrado (SCI). A tabela destaca os códigos usados para a manutenção e operação das estações elevatórias de esgoto:

Tabela 1 - Código de Serviços de Manutenção relacionados às EEE do SES de Florianópolis/SC.

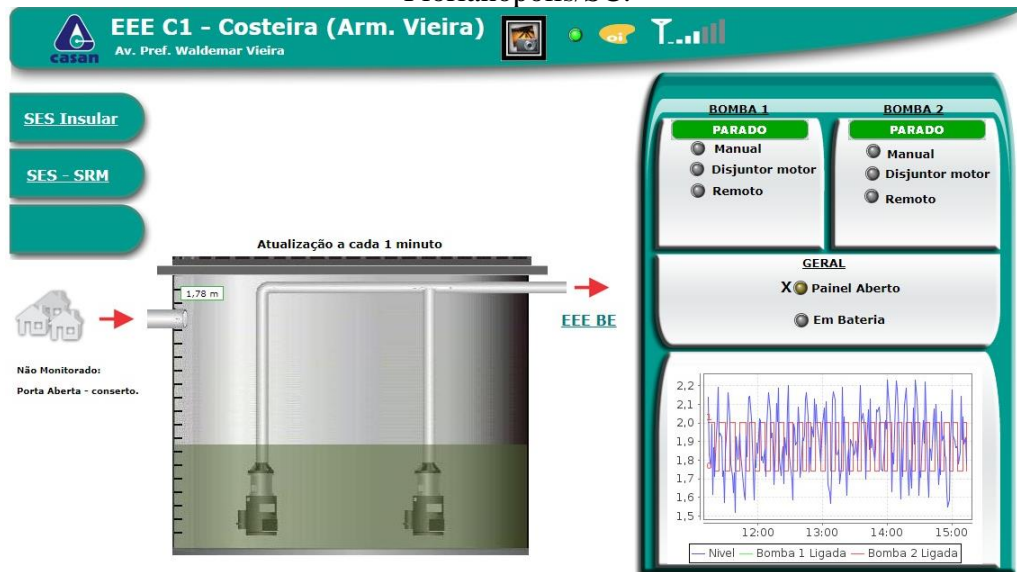
Código	Serviço
7502	ET Manutenção Bomba Esgoto (Elétrico)
7110	ET Manutenção Mecânica
7114	ET Serviços Gerais de Esgoto
7322	ET Manutenção em Sistemas de Telemetria e Supervisório
4960	RE Limpeza de Estação Elevatória

Os serviços de manutenção de estação elevatória de esgoto geralmente chegam através do sistema supervisório, porém, nem sempre o sistema é 100% confiável, chegando serviços provenientes dos operadores que fazem a inspeção e limpeza do gradeamento diariamente.

4.1.1 Inspeção Remota – EEE C1 Armazém Vieira

A Figura 17 ilustra a EEE C1 – Armazém Vieira, à esquerda da imagem está o poço de sucção, com uma representação gráfica do nível atual de efluentes. A indicação da altura preenchida pelos efluentes está localizada no canto superior esquerdo do poço de sucção. O destino do recalque da bomba está localizado no canto superior direito do poço, é a EEE BE (Sacolão).

Figura 17 - Sistema Supervisório Estação Elevatória de Esgoto C1 - Armazém Vieira, Florianópolis/SC.



Fonte: ScadaBr CASAN (2020)

Ao lado direito da figura 17 estão os dados atuais das bombas, um gráfico consolidado com registros dos seus acionamentos e o nível do poço de sucção, que nesta imagem encontra-se com as bombas paradas, pois, o nível de altura da elevatória não atingiu o nível necessário para o acionamento das bombas. Nos campos bomba 1, bomba 2 e geral tem-se:

- Manual: Quando a bomba está operando em manual, é acionada pelo eletrotécnico in loco quando é preciso fazer alguma manutenção ou limpeza na EEE;
- Disjuntor motor: É quando a bomba está parada por algum motivo de falha, o eletrotécnico vai até o local e verifica qual é o problema da bomba;
- Remoto: É quando a bomba está trabalhando em área remota e o sinal de telemetria está adequado, o sinal não estando aceso é encaminhado um eletrotécnico, ele verifica se tem algum problema, caso não tenha é acionado a equipe de telemetria para reestabelecer o sinal.
- Painel Aberto: Quando in loco a o painel está aberto, indica que estão ainda no local fazendo a manutenção ou limpeza da EEE, caso a equipe não tenha sido chamada e este sinal permanecer é encaminhado uma equipe para verificar a situação.

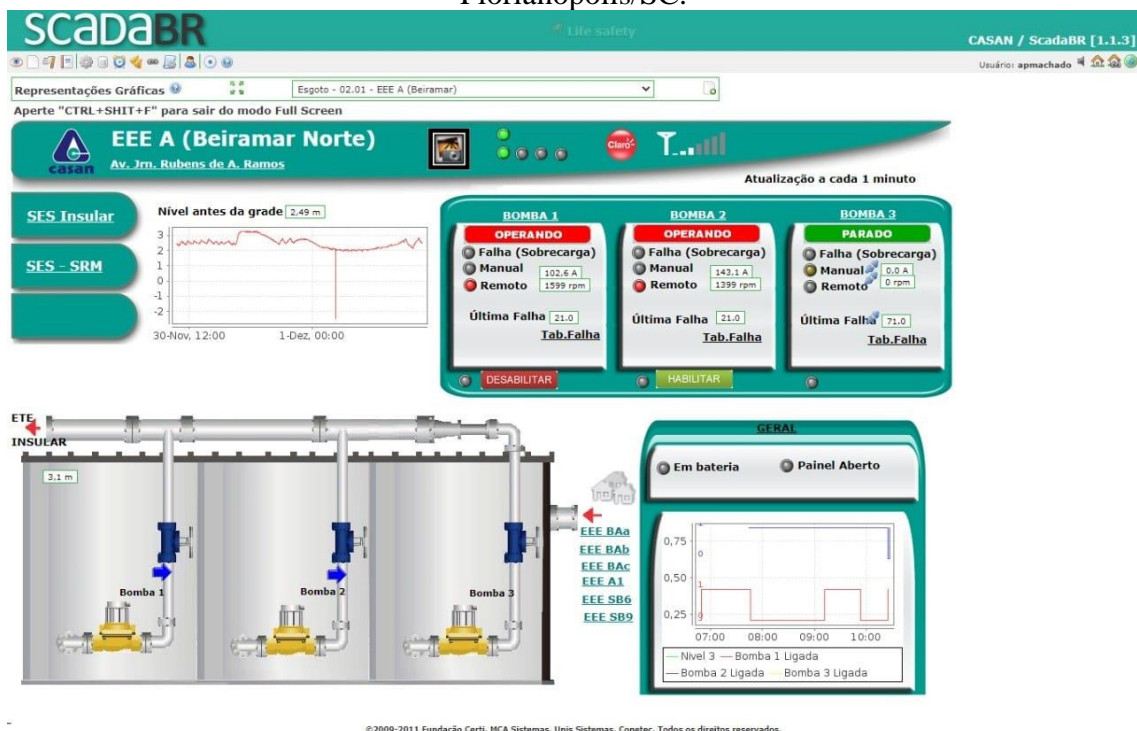
- Em bateria: Este sinal indica a falta de energia no local, é encaminhado uma equipe, ela verifica se realmente é a falta de energia ou queda de tensão, caso for falta de energia é aberto um protocolo com a CELESC e instalado um gerador móvel no local.

Por ser uma elevatória relativamente pequena, uma bomba dá conta da vazão, porém, por ocorrerem muitos problemas de entupimento, as duas bombas intercalam o funcionamento durante a operação. Durante a noite o espaço de tempo entre o funcionamento das duas aumenta e a bomba fica mais tempo desligada.

4.1.2 Inspeção Remota EEE A – Beira Mar

Na figura 18 representa-se a área remota da EEE A - Beira Mar, em Florianópolis/SC.

Figura 18 – Sistema Supervisório Estação Elevatória de Esgoto A - Beira Mar, Florianópolis/SC.



Fonte: ScadaBr CASAN (2020)

No canto superior direito tem-se um quadro com a operação das três bombas, a corrente elétrica, a velocidade, o código com a última falha, também neste mesmo campo, podem-se, caso necessário, habilitar e desabilitar a bomba, geralmente usado para algum tipo de manutenção em rede ou na elevatória. Neste campo temos os seguintes alertas:

- Falha (Sobrecarga): Este alarme indica que há algum tipo de problema na bomba, assim o eletrotécnico é chamado e fazer a verificação in loco;
- Manual: Quando a bomba está operando em manual, é acionada pelo eletrotécnico in loco quando é preciso fazer alguma manutenção ou limpeza na EEE;
- Remota: É quando a bomba está trabalhando em área remota e o sinal de telemetria está adequado, o sinal não estando aceso é encaminhado um eletrotécnico, ele verifica se tem algum problema, caso não tenha é acionado a equipe de telemetria para reestabelecer o sinal.

Já no campo superior esquerdo é ilustrado o nível a montante da grade, através dele consegue-se verificar se a grade está ou não muito suja, de acordo com o nível do tanque.

No canto inferior à esquerda, mostra-se também a operação das bombas e o nível do tanque de sucção. O Campo Geral mostra um gráfico com o liga/ desliga da bomba, também indica se está em bateria, se está com falta de energia e se as bombas estão operando por gerador. Então, a figura 18 demonstra que a EEE A – Beira Mar está com duas bombas ligadas, pois, a altura do nível é alta e há um grande fluxo de vazão de entrada.

Com o tempo é fácil perceber os tipos de erros das bombas. Durante o dia de semana, onde a vazão do efluente é maior, as bombas intercalam o funcionamento, mas ficam operando constantemente. Enquanto uma liga/ desliga de acordo com a vazão e a altura do poço de sucção, a outra opera. À noite, devido à baixa vazão, o funcionamento é de uma bomba de cada vez, não necessitando que as duas operem ao mesmo tempo. O funcionamento das bombas pode mudar caso ocorra algum evento como manutenção, limpeza, ou evento climático.

4.2 MANUTENÇÃO ELETROMECAÂNICA EEE C1 – ARMAZÉM VIEIRA

4.2.1 Limpeza do Cesto

Na EEE Armazém Vieira o colaborador da companhia com o equipamento de proteção individual – EPI, limpa o cesto com a frequência de três vezes por semana, o colaborador também verifica a quantidade de areia e gordura, como mostra na figura 19, caso esteja muito cheio ele solicita a limpeza da EEE com auxílio do caminhão Hidro-jato.

A figura 20 mostra o momento em que o operador ergue com as mãos o cesto até a parte superior do poço, com a ajuda de uma vareta de ferro.

Figura 19 – Poço do Cesto



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Figura 20 – Operador erguendo a bomba



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Com a ajuda de um ancinho e uma pá o operador faz a limpeza do cesto e dos dejetos que ficaram no local, mostrados nas figuras 21 e 22, e os resíduos são depositados em tambores que são levados de carro pelo próprio operador para a caçamba do gradeamento da ETE Insular.

Após o cesto estar limpo e os dejetos serem depositados no tambor, o operador encaixa novamente o cesto no trilho e verifica se ficou encaixado no canal adequadamente. A figura 21 mostra o momento em que o colaborador encaixa o cesto já limpo no trilho.

Figura 21 – Cesto antes da limpeza



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Figura 22 – Limpeza do cesto na superfície



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Figura 23- Colocação do Cesto após a limpeza



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

4.2.2 Verificação Elétrica

É feita através do monitoramento remoto, quando a EEE apresenta algum tipo de erro ou anomalia. Primeiramente, é chamado o técnico em eletrotécnica para fazer os primeiros diagnósticos da operação da elevatória, por meio do quadro de comando in loco, como mostra a figura 24. No quadro tem-se as especificações da bomba com as características de funcionamento.

Figura 24 - Quadro de Comando



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

- Falha 1 – A bomba permanece parada por muito tempo com o nível baixo:

Neste tipo de erro o eletrotécnico verifica no controlador de nível o porquê da bomba não estar ligando. Para isso, é testado o controlador de nível junto com o nível da EEE. Caso o nível da EEE esteja condizendo com o nível do controlador é trocada a sonda de nível. Se o nível não estiver condizendo com o controlador, o problema é no mesmo, sendo assim, troca-se o controlador de nível.

A figura 25 apresenta o quadro de comando da EEE indicando o controlador de nível, referente ao nível do poço de sucção.

Figura 25 - Controlador de Nível



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

- Falha 2 - Bomba não está desligando:

Neste caso, é aberto o poço para verificação da vazão de chegada. Verifica-se se está chegando muita vazão ao ponto de a bomba da EEE não desligar. Se o fluxo da vazão estiver ao ponto de não desligar monitora-se a corrente da bomba com o alicate amperímetro mostrado na figura 26. Verifica-se se a corrente está fora do padrão. A corrente nominal da bomba é de 2 à 2,5 A, então se estiver muito abaixo do que ela trabalha, pode-se dizer que ela está entupida pela parte do rotor onde não está conseguindo “jogar” o efluente. E, se a bomba estiver com a corrente alta, quer dizer que o rotor está trancado, que não dá velocidade suficiente para mandar o efluente para frente. Nestes dois casos é necessário chamar a equipe mecânica para fazer a desobstrução das bombas. Além da desobstrução da bomba verifica-se se tem algum desgaste ou rotor solto.

Figura 26 - Alicate Amperímetro



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

- Falha 3 – Disjuntor motor desarmado (mais comum desta EEE):
Acontece quando a bomba sofre uma sobrecarga com o rotor dela preso por algum resíduo muito grande que consegue passar pelo cesto, ou quando ocorre alguma queda de tensão. O método de identificar o erro é colocando o disjuntor na posição de ligar e colocando o alicate amperímetro para identificar a corrente. Se a bomba estiver com a corrente alta é necessário fazer a verificação mecânica, caso a corrente esteja normal é porque houve uma queda de tensão. Também temos o caso de armar o disjuntor da bomba e ela desarmar rapidamente, normalmente é feito o teste com o megômetro e verifica-se se a bomba está queimada. É instalado o aparelho mostrado na figura 27, que mede a resistência em uma das bobinas elétricas da bomba com a carcaça, caso esteja ocorrendo fuga da bobina para a carcaça é identificado que a bomba está queimada e este teste é feito pelo quadro de comando.

Figura 27 - Megômetro



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

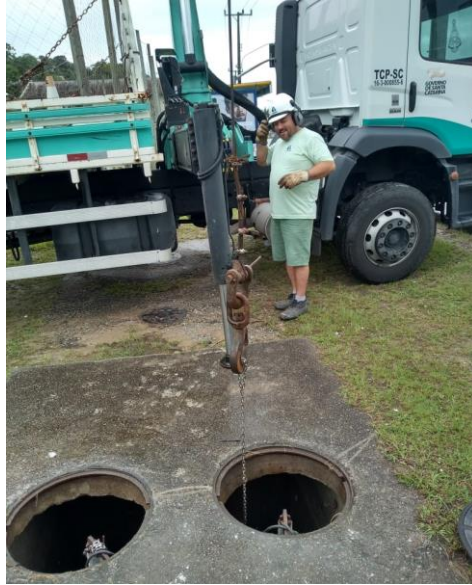
4.2.3 Verificação Mecânica

Após o eletrotécnico constatar o problema da elevatória e verificar a necessidade da equipe mecânica no local, esta, por sua vez, será chamada, e com a ajuda do caminhão Munck irá erguer a bomba e o mecânico fará o diagnóstico e manutenção do problema, como mostrado na figura 28.

Há várias possibilidades de a corrente elétrica da bomba estar alta: trancamento da bomba por uma quantidade de resíduo (bucha de lixo) que é o problema mais comum, ilustrado na figura 29; desgaste na placa de fundo da bomba (quanto mais justa a placa de fundo com o rotor melhor o rendimento da bomba); rotor quebrado por uma partícula maior que passou por seu interior (pedra, pedaço de ferro, etc.), como mostra na figura 30. Quando o problema é o desgaste do rotor e é necessário a troca, faz-se a troca somente do rotor da bomba.

De acordo com o problema, a manutenção acontece no próprio local. Caso seja necessário um reparo maior, leva-se a bomba para a oficina para a execução do reparo. Caso seja uma queima de motor elétrico, substitui-se a bomba e faz-se a troca no local. A bomba queimada é levada para oficina autorizada técnica. Também, pode ocorrer o vazamento no selo mecânico, e faz-se a troca na oficina mecânica de esgoto.

Figura 28 – manutenção Mecânica da Bomba



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Figura 29 – Resíduo retirado da bomba



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Figura 30 – Rotor da Bomba EEE C1



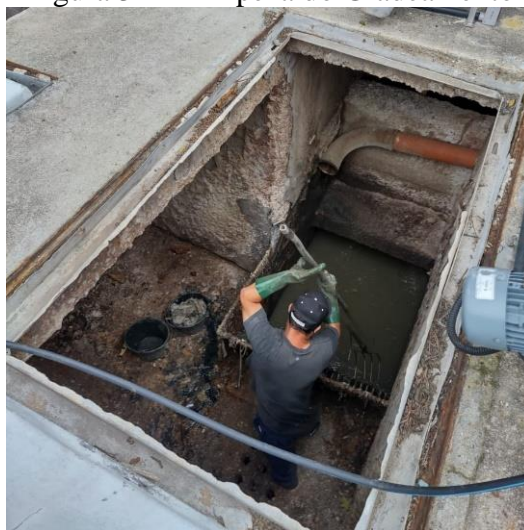
Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

4.3 MANUTENÇÃO ELETROMECÂNICA EEE A – BEIRA MAR

4.3.1 Limpeza do Gradeamento

A limpeza do gradeamento manual é feita pela empreiteira ASA duas vezes ao dia, sete dias por semana, uma no período da manhã e outra no período da tarde. A figura 31 mostra o operador com o auxílio de um rastelo de 2,5m retirando o resíduo e despejando-os em baldes de 18L cada. Em média são retirados de 4 a 6 baldes de resíduos por período, onde são armazenados em tambores, como mostra na figura 32, e levados para o container de gradeamento da ETE Insular.

Figura 31 – Limpeza do Gradeamento



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Figura 32 – Tambores de Armazenamento



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

4.3.2 Verificação Elétrica

A EEE A – Beira Mar é composta por três quadros elétricos, de acordo com a figura 33, um quadro para cada bomba.

As falhas elétricas da EEE Beira Mar são mais fáceis de diagnosticar, pois são apontadas pelo inversor, mostrado na figura 34, que demonstra a corrente elétrica de cada bomba. As bombas devem funcionar a 143A, quando estão abaixo deste valor significa que algo está impedindo o rotor de mandar a água. Por este motivo, a corrente fica mais baixa. Outro problema é a corrente da bomba estar alta, por causa de sobrecarga no motor (falha 72) que é quando a bomba está trancada (por sujeira no rotor), neste caso, levanta-se a bomba e retira-se a sujeira do rotor.

Outra falha que ocorre é quando falta “terra” (falha 74), faz-se a verificação com megômetro, desconectando o cabo do inversor, e liga-se o cabo da bomba ao cabo da sua carcaça (terra), para verificar se tem fuga de corrente elétrica para a carcaça, o que poderia ser uma bomba queimada. Quando isto acontece, a bomba está condenada e é trocada por uma nova. Caso não aconteça, verifica-se por qual motivo está ocorrendo esta fuga de corrente elétrica, levantando a bomba e desobstruindo o rotor.

Figura 33 – Quadro de Comando Elétrico



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Figura 34 – Inversor



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

4.3.3 Verificação Mecânica

Após o eletrotécnico diagnosticar o problema no quadro de comando da EEE e afirmar que é necessário a equipe mecânica no local para a verificação do bombeamento, a mesma é chamada, e assim, começam os trabalhos de manutenção mecânica e averiguação do problema.

Por ser uma elevatória de grande porte e de poço seco, faz-se necessário o auxílio do caminhão munck para erguer a bomba. Necessita-se de cinco colaboradores para este serviço: o eletrotécnico, o operador de munck, um colaborador para auxiliar o guindaste e dois técnicos em mecânica para fazer as manobras nos registros e verificação da bomba.

Podemos ver na figura 35 que mostra o operador de equipamento pesado ajustando o guindaste para a erguer a bomba.

Figura 35 - Caminhão Munck - Operador de Equipamento Pesado



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

No poço, os dois mecânicos fecham os registros de sucção e recalque da bomba como mostra a figura 36. Após os registros estarem bem vedados, abre-se a torneira que fica localizada na voluta para a retirada do efluente restante na tubulação, mostrado na figura 37. Este efluente é direcionado para as bombas de drenagem que ficam localizadas no canto inferior esquerdo, o recalque destas bombas retorna para a elevatória.

Figura 36 – Fechamento dos Registros



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Figura 37 – Abertura da torneira



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Já com o gancho do munck preso à bomba, os mecânicos soltam os parafusos do motor com a voluta, para então verificarem o problema. O mecânico, com um gancho adaptado por ele mesmo, retira a “buchá” (sólidos existentes da bomba) e faz a verificação da bomba dos rotores da voluta como mostra na figura 38. Verifica se o eixo do motor não tem nenhum

desgaste e se está girando livremente e com a folga necessária para trabalhar. Também, verifica se o selo mecânico da bomba está bem vedado, caso precise a troca do selo, a bomba é levada para a oficina e faz-se a troca da mesma.

Assim, como na elevatória anterior, dependendo do tipo de manutenção, também é feita no local, ou caso seja necessária uma manutenção maior, a bomba é levada para oficina para a execução do reparo. Se o eletrotécnico verificar que houve uma queima do motor elétrico essa bomba será substituída e faz-se a troca no local, a bomba queimada é levada para a oficina autorizada técnica.

Figura 38 - Desobstrução da Bomba 2



Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

Após a verificação mecânica, com o auxílio do caminhão munck, coloca-se a bomba no local e são apertados os parafusos. Abrem-se os registros e em seguida coloca-se a bomba em operação, após verificadas as correntes e o funcionamento das mesmas.

Os sólidos retirados da bomba são levados para o container da ETE Insular em bombonas.

4.3.4 Histórico dos Serviços Cadastrados

Os serviços executados nas elevatórias ficam cadastrados no Sistema (SCI) e também em uma tabela Excel de fácil acesso para quando é preciso fazer uma análise mais crítica pela equipe eletromecânica dos pareceres anteriores.

A quantidade de serviços executados pelo código de serviço na EEE C1 – Armazém Vieira, no período do dia 01 de janeiro até 31 de julho do ano de 2020 pelas equipes de eletromecânica, são apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 2 - Quantidade de Serviços Executados EEE C1 – Armazém Vieira

Código	Serviço
7502 (Manutenção Elétrica)	34
7110 (Manutenção Mecânica)	45
7114 (Serviços Gerais de Esgoto)	0
7322 (Sistema de Telemetria)	0
4960 (Limpeza de EEE)	3

Verificou-se que a falha mais recorrente foi o alarme de disjuntor, onde foram feitas as desobstruções das bombas. Também foram feitas manutenções preventivas, como limpeza da caixa de areia e do poço de sucção.

Na EEE A – Beira Mar a quantidade dos serviços executados pelas equipes eletromecânicas no período do dia 01 de janeiro até o dia 31 de julho de 2020, são ilustradas na tabela abaixo.

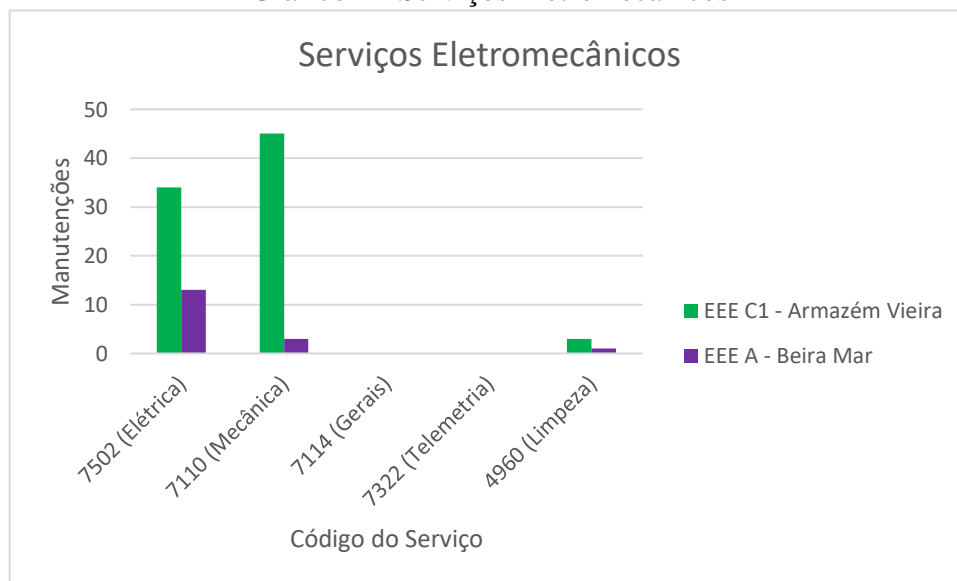
Tabela 3 - Quantidade de Serviço Executado EEE A - Beira Mar

Código	Serviço
7502 (Manutenção Elétrica)	13
7110 (Manutenção Mecânica)	3
7114 (Serviços Gerais de Esgoto)	0
7322 (Sistema de Telemetria)	0
4960 (Limpeza de EEE)	1

Os problemas mais comuns foram as manutenções elétricas, onde foram trocados alguns equipamentos elétricos do quadro de comando. No período analisado foi trocada a bomba 2, por estar queimada. A bomba queimada foi levada ao fabricante para reparo e assim, ficar de reserva caso precise de uma nova troca no futuro.

O gráfico 1 compara a quantidade de serviço por código de manutenção nos meses entre janeiro de julho de 2020. Pode-se notar que na EEE C1 – Armazém Vieira, sendo uma elevatória relativamente de porte pequeno, a quantidade de serviço é muito maior que a EEE A – Beira Mar de porte médio. Esta, por sua vez, pode estar relacionada a periodicidade de vezes que é limpo o cesto e o modo como é limpo. A retirada do cesto até a superfície faz com que a abertura do canal fique totalmente exposta. A falta de fiscalização nos imóveis também é um grande problema, pois, como pôde-se notar em campo a quantidade de gordura presente na elevatória era muito alta.

Gráfico 1 - Serviços Eletromecânicos



Fonte: Dados do SCI (2020)

Na EEE C1 – Armazém Vieira, por ter um histórico de muitas manutenções com obstruções do rotor, os serviços de manutenção elétrica já são encerrados juntos com a equipe de manutenção mecânica, isto dificulta a análise do histórico de serviço, porém, agiliza o trabalho de manutenção das equipes e o funcionamento da elevatória.

A limpeza dos poços das EEEs com o caminhão hidrojetado não é periódica, eles são limpos quando o colaborador da empresa ou a prestadora de serviço terceirizada passam no local e verificam que a limpeza é necessária.

O baixo número de manutenção mecânica da EEE A – Beira Mar, pode ser justificado pela quantidade de vezes que é limpo o gradeamento, pois, é feita a limpeza duas vezes ao dia, todos os dias da semana. A elevatória conta com três bombas com rotores grandes que fazem com que os sólidos ultrapassem mais facilmente.

Observa-se que o colaborador usa um ancinho de no máximo 2,5 metros, faz a limpeza do gradeamento manualmente, sendo que a grade possui mais de 4 metros de profundidade, pois, caso ocorra algum evento extremo, os espaçamentos livres da grade podem ficar sujeitos a obstrução e assim, o efluente passar por cima do gradeamento, levando mais sujeira para o rotor da bomba.

4.4 GASTOS

4.4.1 Gastos com a Energia Elétrica

Os resultados de gastos com a energia elétrica das EEE's são dos meses de janeiro a dezembro do ano de 2020. Nos gastos de energia elétrica da EEE A – Beira Mar inclui também a partir do mês de fevereiro a URA Beira Mar Unidade de Tratamento de cargas residuais de esgoto que percorrem as galerias de drenagem. A URA fica localizada no mesmo quadro de medição.

A tabela 4 apresenta os dados retirados da Comissão Interna de Conservação de Energia – CICE, os gastos de energia dos meses de janeiro a julho de 2019 e mesmo período do ano de 2020.

Tabela 4 – Orçamento de Energia Elétrica

	EEE C1 - Armazém Vieira		EEE A - Beira Mar	
	Ano 2019	Ano 2020	Ano 2019	Ano 2020
01/jan	386,21	413,85	29.170,66	47.591,13
02/fev	374,57	436,68	31.021,73	54.085,84
03/mar	384,11	466,83	26.324,48	51.985,28
04/abr	247,41	375,05	45.225,01	48.829,08
05/mai	312,10	361,93	46.089,91	43.025,59
06/jun	721,73	342,33	53.857,77	45.383,74
07/jul	614,06	443,66	52.797,38	44.332,96
Total	3.040,19	2.840,33	284.486,94	335.233,62

Os custos com a energia elétrica são altíssimos, principalmente quando temos uma elevatória de porte médio como a EEE A – Beira Mar. Como citado anteriormente a URA Beira Mar entrou em operação no mês de fevereiro de 2019, então, os custos com energia aumentaram significativamente em torno de 60%.

4.4.2 Gastos Operacionais

As perdas da empresa estão relacionadas ao risco operacional no sistema de esgotamento sanitário, práticas e controles internos, de não serem capazes de resistir a falha humana, naturais ou de equipamento.

De acordo com as informações trimestrais no site da CASAN os gastos de operacionais de esgoto, peças e manutenções no primeiro semestre do ano de 2020 foi de R\$ 104.111,00. No documento não é especificado quais foram os gastos e são relativos ao município de Florianópolis.

5 CONCLUSÃO

Diante do presente trabalho e do convívio com a equipe operacional e a manutenção eletromecânica da CASAN, junto à equipe da SES Insular, observa-se as dificuldades, os esforços dos colaboradores e a importância do papel de cada um para a empresa e para a sociedade.

A CASAN busca atuar de forma emergencial, preventiva e corretiva, contemplando um sistema capaz de funcionar adequadamente. Uma operação capaz de indicar e tomar as medidas necessárias para seu perfeito funcionamento o mais rápido possível, evitando que haja contaminação no solo e nos corpos hídricos.

O sistema supervisorio busca atender de forma ágil e de qualidade para atingir as demandas que ocorrem durante o dia a dia, pois, além de monitorar e repassar os serviços do Sistema de Esgotamento Sanitário, também é responsável pelos serviços de SAA.

As dificuldades encontradas no Sistema Supervisorio foram a falta de alguns pontos de monitoramento de Estações Elevatórias de Esgoto, também a falta de alarmes, como por exemplo, um reset nas bombas, liga e desliga das bombas, rotações das bombas e outros, que facilitariam o serviço e muitas vezes não precisaria o deslocamento da equipe eletromecânica ao local.

É importante frisar que se os serviços de limpeza de elevatória fossem rotineiros diminuiriam muito as manutenções eletromecânicas. Hoje, a limpeza funciona de acordo com a demanda e o estado que as estações se encontram.

A escolha do gradeamento é muito importante para o bom funcionamento das Estações Elevatórias de Esgoto, pois, de forma correta, diminui os custos operacionais da elevatória, um espaçamento menor necessita da limpeza recorrente, já um espaçamento maior, permite que os sólidos grosseiros passem e prejudiquem o funcionamento dos equipamentos. A EEE A – Beira Mar possui grade manual em barras e é limpa duas vezes ao dia e todos os dias da semana. Possui um somatório de 17 serviços eletromecânicos nos meses analisados. A EEE C1 – Armazém Vieira possui gradeamento tipo cesto e é limpa de três a quatro vezes na semana, um somatório de 82 serviços eletromecânicos, uma vez que, tirado o cesto para limpeza o canal fica aberto e com o espaçamento livre, prejudicando o funcionamento e equipamentos da Estação Elevatória.

Observa-se que se fossem realizadas manutenções preventivas nas bombas das Estações Elevatórias de Esgoto, evitaria que ocorressem falhas ou danos nos equipamentos. A

visita dos colaboradores com mais frequência nas elevatórias evitaria danos que o Sistema Supervisório Remoto não consegue vistoriar, como um barulho na bomba ocasionado por algum desgaste ou até mesmo um vazamento em algumas partes das instalações.

São medidas simples que trariam bons resultados no dia a dia da empresa, onde a prática e a teoria estariam andando juntas para um bom funcionamento do Sistema de Esgotamento Sanitário.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: Abnt, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro: Abnt, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12208**: Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário. Rio de Janeiro: Abnt, 1992.

BAHIA, S. R. Eficiência Energética nos Sistemas de Saneamento. Rio de Janeiro: IBAM, PROCEL/ELETROBRÁS, 1998.

BARBOSA, Márcio. A IMPORTÂNCIA DA ELABORAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DA EXECUÇÃO E OPERAÇÃO DE PROJETOS DE ESTAÇÃO DE ELEVATÓRIA DE ESGOTO. *Assemae*, Jaraguá do Sul, v. 1, n. 1, p. 1-7, maio 2016.

Esgotamento sanitário : **operação e manutenção de estações elevatórias de esgotos: guia do profissional em treinamento: nível 1**/ Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília: Ministério das Cidades, 2008. 48 p.

FABRO, Elton. **Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processos**. Florianópolis, 2003.

FRACASSO, P. T.; Redução de Gastos com Energia Elétrica em Sistemas de Distribuição de Água Utilizando Processos Decisórios de Markov. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2014. 5 p.

GOPS. Gerencia Operacional de Saneamento. **Dados coletados em reuniões e arquivos internos**. Florianópolis. No prelo 2020.

JORDÃO, E. P; PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 7ª ed. Rio de Janeiro, 2014. 1050p.

METCALF, E. **Tratamento de Efluentes e Recuperação de Recursos**; tradução: Ivanildo Hespanhol, José Carlos Mierzwa. 5ª ed – Porto Alegre: AMGH, 2016. 1980p.

MONTEIRO, C.I.; SOUZA, L.R.; ROSSI, P.H.L. **Manutenção Corretiva: manutenção e lubrificação de equipamentos**. Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”. Bauru (SP). 2010.

PILAR, E. J. **Análise de eficiência energética em uma estação elevatória de água semasa lages-sc**. Repositórios de relatórios Engenharia de Produção, n. 1, 2014.

PINTO, Alan Kardec & XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark. Ed. 1999.

PMF (Florianópolis). Prefeitura Municipal de Florianópolis. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico**. 2011. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/19_07_2010_18.10.30.79fc455bbf9b456c1541cbe7b0a42090.pdf>. Acesso em: 22 dezembro 2020.

SCI. SISTEMA COMERCIAL INTEGRADO. **Banco de dados internos da Companhia Catarinense de Água e Saneamento**. Florianópolis. No prelo 2020.

STEFANELLI, R. **CASAN 45 ANOS: uma história cheia de futuro**. Florianópolis, SC: Fabrica de Comunicação, 2016.

TSUTIYA, M. T; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2ª. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. 548p.

VIANA, L. R. Avaliação e proposição de melhorias para as estações elevatórias de esgoto 03 e 04 do município de Porto Nacional - TO. 2017, 69 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO.