



INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO TRATAMENTO DE ESGOTO DE ILHABELA: BIM E GIS PARA OBTENÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Luiz Alberto Neves Alario

Engenheiro Civil, com Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. Cursos de atualização em Saneamento. Ex funcionário da SABESP de 1976 à 2012, assumindo vários cargos de Gerência e Coordenadoria em projetos e obras. Participou diretamente na fiscalização das obras de Adutoras, Reservatórios, Estações de Tratamento de Água e Esgotos, e Emissários Submarinos. Atuou como Coordenador no Projeto Tiete e Programa Onda Limpa. É sócio honorário da AESabesp, atualmente presta consultoria para a SONDOTECNICA.

Renato Casado

Engenheiro Civil, com Especialização em Obras Hidráulicas e Saneamento formado pela UFRJ em 1981, Pós-Graduação em Engenharia Oceânica, COPPE-1982. Atua há mais de 40 anos em Empresas de Engenharia Consultiva, especialmente em Saneamento, em projetos e em implantação de obras, como: Programa de Despoluição da Baía de Guanabara, Programa Nova Baixada e internacionalmente em Angola, Gana e República Dominicana.

Stefania Dimitrov

Com mais de 20 anos de experiência em Gerenciamento de Projetos, é Coordenadora BIM e Inovação da empresa Sondotécnica. É autora do Caderno BIM SEHAB. Foi a responsável pela adoção do BIM na Tüv Süd Brasil. conselheira da Comissão de Tecnologia do CAU SP, conselheira Administrativa do BIM Fórum Brasil, membro do Grupo de Tecnologia da Associação Brasileira de Engenharia Consultiva (ABCE), membro da ABNT, integrante do grupo CEE-134 no desenvolvimento de normas BIM para o Brasil.

Heloisa Humphreys Alberge Masuda

Arquiteta e Urbanista com especialização em geoprocessamento com mais de 15 anos de experiência, atua na área de planejamento e projetos urbanos, política urbana e habitacional e infraestrutura pública. Recentemente, atuando na Sondotécnica Engenharia, recebeu o prêmio InovaInfra 2022 na categoria Rodovias com o tema “Aplicação de GIS em Concessões Rodoviárias”.

Endereço Av. Rouxinol 55, cj. 1007, São Paulo, SP, - CEP: 04516-000- Brasil - Tel: +55 (11) 3054-6030 e-mail: luiz.alario@gmail.com

RESUMO

Este artigo apresenta a solução desenvolvida pela Sondotécnica para a demanda da Sabesp em desativar a Estação de Pré Condicionamento (EPC) Itamambuca, no município de Ilhabela, litoral norte paulista, com projeto e implantação de planta de tratamento de esgotos sanitários considerando o viés ecológico e de sustentabilidade inovando com o processo de gaseificação das tortas de lodo associada a cogeração de energia utilizando, como fonte de energia renovável e ambientalmente sustentável, o gás resultante da oxidação térmica das tortas para suprir diretamente motor de combustão interna (MCI). O projeto denominado ETE Central, foi desenvolvido utilizando-se a tecnologia BIM e GIS na sua concepção e gestão.

PALAVRAS-CHAVE: Estação de Tratamento de Esgotos; Sustentabilidade Ambiental; Modelo da Informação da Construção – BIM.

INTRODUÇÃO

O trabalho aqui apresentado faz parte do contrato entre a SABESP e o Consórcio Sanear Litoral Norte para elaboração do Anteprojeto da Estação de Tratamento de Esgotos Central e do redirecionamento dos esgotos sanitários que hoje são encaminhados para a Estação de Pré Condicionamento de Itaquanduba (EPC-Itaquanduba) para uma nova Estação de Tratamento de Esgotos denominada ETE Central, visando a melhoria do sistema de tratamento de esgotos das bacias 29 e 30 do Município de Ilhabela, São Paulo.

A implantação de uma nova estação de tratamento na Região, com eficiência muito superior à Estação de Pré Condicionamento de Itaquanduba deve ser complementada com uma investigação para a eliminação de

lançamento clandestino de esgoto na drenagem pluvial, cujo destino são as praias da região, como também eliminar a entrada de águas pluviais e a infiltração água de lençol freático na rede coletora de esgotos, que aumentam o volume de efluente e a dificuldade no tratamento.

O subsistema de esgotamento sanitário de Itaquanduba, no qual se encontra a ETE Central, faz parte do sistema de esgotamento sanitário do Município de Ilhabela que é formado por mais quatro outros subsistemas:

- Praia do Pinto;
- Praia Grande;
- Portinho/Feiticeira; e
- Siriúba.

OBJETIVO

O projeto apresentado tem como principal objetivo uma proposta para um tratamento que atenda a uma inovação tecnológica e a sustentabilidade ambiental do local, em acordo com a Lei Nº 14206/2020 – Novo Marco Legal do Saneamento em seu Art, 11 altera o Art.54 da lei 12305/2010. Nessa nova área, a planta se integrará a um projeto abrangente de âmbito socioambiental-educativo a ser implantado pela prefeitura.

ANÁLISE E ESTUDOS

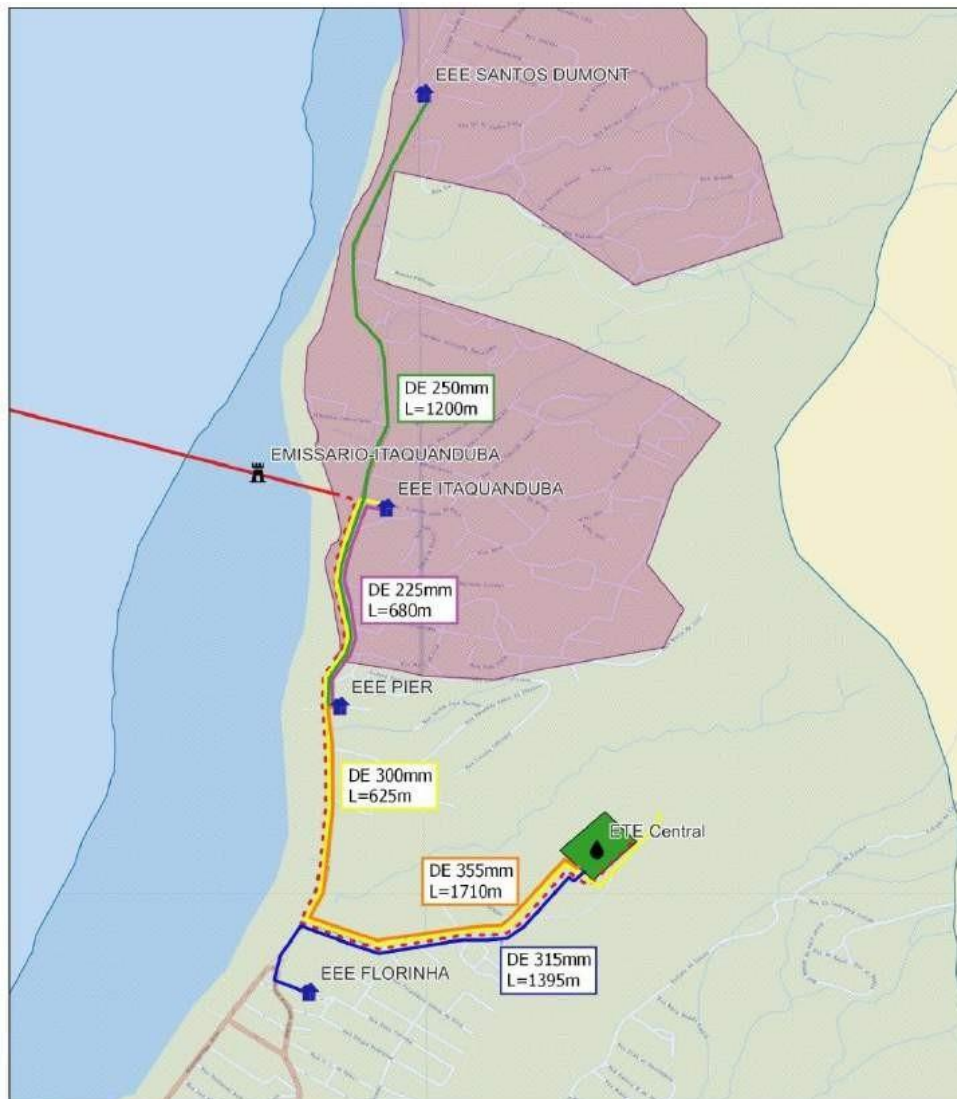
Visando minimizar a produção de efluentes sólidos para seu destino final foi previsto na área da ETE Central um sistema de cogeração de energia visando a secagem do lodo da ETE Central e das demais ETE's de Ilhabela. é importante alertar para o foco de o anteprojeto estar voltado também para gestão do controle de gases odorosos, de gases tóxicos vinculados a complexos orgânicos voláteis (COV) e de gases de efeito estufa (GEE), para proteção da saúde funcional dos operadores da planta, da população presente ao parque e da circunvizinha a ele e da própria atmosfera.

Além da nova Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Central, está prevista a requalificação das seguintes estações elevatórias de esgotos e linhas de recalque:

- EEE Santos Dumont, com aproveitamento da atual linha de recalque em 250 mm e da linha recalque de 300 mm que liga a EEE Pier com a EPC Itaquanduba;
- EEE Itaquanduba e nova linha de recalque até a EEE Pier;
- EEE Pier e nova linha de recalque até a ETE Central;
- EEE Florinha e nova linha de recalque até ETE Central.

Este conjunto de elevatórias e linhas de recalque conduzirá os esgotos, que hoje são direcionados à EPC Itaquanduba, até a ETE Central, permitindo à Sabesp desativar a unidade de pré condicionamento (EPC).

Após o tratamento dos esgotos na ETE Central, o efluente líquido será conduzido por meio de um emissário terrestre, a ser executado, para lançamento no mar pelo emissário submarino Itaquanduba.



Sistema de Transporte e Tratamento de Esgoto de Ilha Bela

- Linha de Recalque
- LR- Final
 - LR-Florinha
 - LR-Itaquanduba
 - LR-Pier
 - LR-Santos Dumont
 - 🏠 Estação Elevatória de Esgoto

- 🏠 Emissário
- 🔹 Estação de Tratamento de Esgoto
- 🟪 Bacia 29
- 🟩 Expansão SES Itaquanduba

Sistema de Projeção: WGS 84
Fonte: Imagem de Satélite GoogleEarth, 2022
Limite Municipal: GeoSeade, 2022
Transporte e Tratamento de Esgoto:
Sondotécnica, 2022



Figura 1: Sistema de Transporte e Tratamento de Esgoto de Ilhabela



RESULTADOS OBTIDOS

Atualmente o sistema de transporte de esgoto das bacias 29 e 30, conforme o Plano de Saneamento Municipal, tem os esgotos conduzidos para EPC Itaquanduba. Com a construção da nova ETE Central na localidade de Fazenda Bananal será necessário um novo arranjo de linhas de recalque fazendo com que as contribuições que são conduzidas à EPC sejam direcionadas para ETE Central.

Além da construção da ETE Central serão realizadas outras obras de intervenção para melhoria do Sistema local.

a. Recuperadas 4 Estações Elevatórias e implantadas novas linhas de recalques cujas intervenções estão apresentadas a seguir:

- EEE Florinha (rua Dona Florinha): 2 (1 + 1 reserva) novos conjuntos moto bombas com velocidade variável para vazão 409 m³/h e potência unitária de 90 hp; novo cesto retentor de sedimentos para partículas de até 12 mm, novo Sistema elétrico / automação, gerador de emergência, tubos de subida para descarga da bomba, novo barrilete com respectivas válvulas e linha de recalque entre a elevatória e a ETE Central com extensão de cerca de 1100 m e diâmetro externo DE 315 mm (PEAD SDR 17, PN 10, PE 100), com acessórios tipo ventosa, descarga e dispositivos antigolpe de ariete.

- EEE Pier (rua Alice Pinto Gouvea): 2 (1 + 1 reserva) novos conjuntos moto bombas com velocidade variável para vazão 497 m³/h e potência unitária de 90 hp; novo cesto retentor de sedimentos para partículas de até 12 mm, novo Sistema elétrico / automação, gerador de emergência, tubos de subida para descarga da bomba, novo barrilete com respectivas válvulas e linha de recalque entre a elevatória e a ETE Central com extensão de cerca de 1410 m e diâmetro externo DE 400 mm (PEAD SDR 17, PN 10, PE 100), com acessórios tipo ventosa, descarga e dispositivos antigolpe de ariete. No trecho da linha de recalque existe um córrego cuja travessia possui cerca de 40 m que deverá ser feita por MND (método não destrutivo).

- EEE Itaquanduba (rua José J. da Silva): 2 (1 + 1 reserva) novos conjuntos moto bombas para vazão 142 m³/h e potência unitária de 20 hp; novo Sistema elétrico / automação, cabo receptor para acoplar gerador de emergência móvel, tubos de subida para descarga da bomba, novo barrilete com respectivas válvulas e linha de recalque entre a elevatória e a EEE Pier com extensão de cerca de 690 m e diâmetro externo DE 225 mm (PEAD SDR 17, PN 10, PE 100), com acessórios tipo ventosa, descarga e dispositivos antigolpe de ariete. No trecho da linha de recalque existe um córrego cuja travessia possui cerca de 25 m que deverá ser feita por MND (método não destrutivo).

- EEE Santos Dumont (av. Santos Dumont): 2 (1 + 1 reserva) novos conjuntos moto bombas para vazão 273 m³/h e potência unitária de 60 hp; novo Sistema elétrico / automação, cabo receptor para acoplar gerador de emergência móvel, tubos de subida para descarga da bomba, novo barrilete com respectivas válvulas e ligação da linha de recalque existente de DN 250 mm com a linha em ferro fundido DN 300 mm que hoje interliga a EEE Pier com a EPC, permitido o lançamento da elevatória na EEE Pier. No trecho de recalque deve ser previsto acessórios tipo ventosa, descarga e dispositivos ante golpe de ariete.

Cabe lembrar que as bombas das Estações Elevatórias de Florinha e Pier devem ser adequadas para operarem com variador velocidade, devido a condicionantes de Processo da ETE Central, cujo aporte de vazão dever ser contínuo para melhor eficiência do sistema de tratamento e seu sistema de gradeamento deve ter o espaçamento de barras de 12 mm.

Todas as 4 elevatórias deverão ser interligadas com ETE Central por meio de cabos de fibra ótica, para transmissão da dados operacionais dos conjuntos motobombas.

b) Emissário Terrestre: Ligar a EEE Tratado localizada na ETE Central ao emissário submarino, sua extensão é cerca de 2205 m e diâmetro externo - DE 450 mm (PEAD SDR 17, PN 10, PE 100). Ao longo de seu caminhamento existem duas travessias de córrego que deverão ser executadas pelo método não destrutivo (MND), cujas extensões são de 40 m e 25 m. A interligação entre o emissário Terrestre e emissário submarino será realizada na faixa de areia da praia, de modo que as tubulações em PEAD dos emissários sejam ligadas sem se apresentarem aparente e sua conexão seja realizada por meio de termofusão e em acordo com a Norma Sabesp NTS 060. No trecho deve ser previsto acessórios tipo ventosa, descarga e dispositivos antigolpe de ariete.



Após o tratamento o efluente líquido será direcionado ao emissário submarino por meio de uma elevatória de efluente tratado que recalcará o efluente para lançamento no Canal São Sebastião à cerca de 1,0 km da costa da Ilha. Para atender a capacidade do emissário, 200 l/s, será necessário o bombeamento através de 1 bombas submersíveis operativa e outra reserva, de mesma capacidade, com motor de velocidade variável.

Esquema de transporte dos esgotos para ETE Central

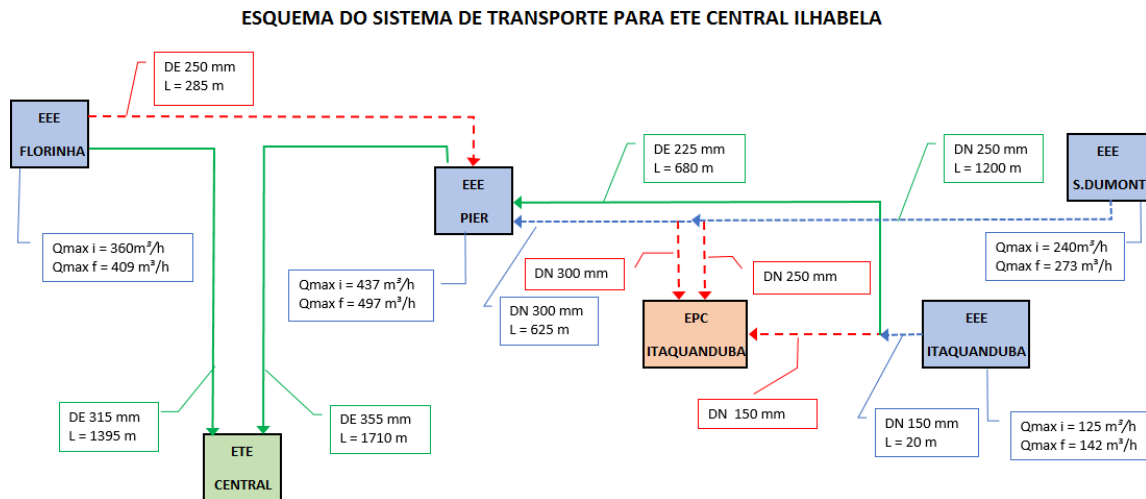


Figura 2: Esquema de transporte dos esgotos para ETE Central.

SISTEMA PROJETADO

O anteprojeto da planta de tratamento de esgotos sanitários de Ilhabela (ETE Central), ora apresentado, foi desenvolvido de acordo com orientações técnicas definidas pela SABESP considerando demandas da prefeitura municipal de Ilhabela para substituição da estação de pré-condicionamento (EPC) Itaquanduba.

Será preservado na área da ETE Central um espaço para instalação de unidades de tratamento físico-químico terciário, funcionalmente concebidas para se inserirem à linha principal do tratamento secundário concebido sem grandes intervenções no que for então existente e estiver operando. Trata-se de simples previsão para atender possíveis demandas de origem na proteção ambiental que possam vir se apresentar no futuro. O processo de tratamento de fases líquida e sólida concebido neste anteprojeto, associado ao efeito favorável da diluição no mar, considerando difusores de 16 orifícios de 0,075 m de diâmetro, instalados a 35 m de profundidade, potencializa a expectativa de resultado excelente a ser alcançado na qualidade da água do mar no campo de mistura.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Ao processo de gaseificação das tortas de lodo estará associada a cogeração de energia, utilizando, como fonte de energia renovável e ambientalmente sustentável, o gás resultante da oxidação térmica das tortas para suprir diretamente motor de combustão interna (MCI) será realizado incorporando e misturando as tortas de lodo recebidas das ETEs Praia Grande, Feiticeira, Siriuba e Praia do Pinto. A solução proposta consiste num sistema de recepção e tratamento de aproximadamente 260kg por hora na média anual dos lodos previamente desaguados com uma umidade de 81% em base úmida e sistema de valorização energética.

Baseada no estado da arte da gaseificação melhorada e otimizada através de um processo inovador que utiliza o CO₂ do próprio processo como fluido térmico, ativo e reativo com o carbono das matérias primas tais como, RSU, RSI, resíduos agrícolas, animais e de refinarias de petróleo bem como todo tipo de lodo de estações de tratamento de esgotos.

Dessa configuração do tratamento de fase sólida, espera-se a produção (temporada turística) de energia até o valor de 80 kWh, valor que corresponderá a 30 % da energia requerida no tratamento biológico aeróbio. O sistema deverá apresentar produção firme (contínua, na base de 365 d/ano) de energia elétrica acima do

patamar de 60 kW.h. A energia elétrica gerada será aproveitada para atender demandas internas da própria ETE Central. O sistema é de fácil condução e extremamente estável na medida que, não são introduzidos no sistema água e nem nitrogênio (proveniente do ar), somente matéria seca e CO₂. O processo não tem contato com o ambiente, os efluentes são as cinzas oriundas dos minerais contidos no lodo e gases de escape do motor-gerador; N₂ e CO₂.

ÁGUA DE REUSO

A água de reuso será produzida na ETE Central de forma contínua (24 h/d) a partir do desvio de uma fração do efluente secundário já desinfetado, tomada exatamente junto à saída do tanque de contato, em câmara dedicada onde serão instaladas 1+1 bombas submersíveis (5,3 L/s e 1,8 kW, por conjunto).

O sistema de Reuso de Água é composto por 6 filtros de areia, pressurizados, fabricados em aço carbono, para instalação a céu aberto, de controle de operação de filtração e lavagem automáticas a partir de painel de comando e controle de campo. Os 6 filtros serão montados em paralelo para operação de filtração sob regime de taxas declinantes variáveis e para operação de lavagem tipo “todos lavam um”. A saída do barrilete de água filtrada será aplicada solução de hipoclorito de sódio para definir um residual de cloro total da ordem de 2,0 mg/L na água de reuso (dosagem aplicada da ordem de 7,0 mg/L). Após isso, através de vertedor, a água de reuso já com tratamento finalizado, será descarregada na câmara útil do reservatório.

Dessa câmara derivará uma linha-tronco de 100 mm, pelo fundo do reservatório, que se desenvolverá para atender as áreas do tratamento preliminar, onde as 2+1 peneiras rotativas se suprirão da partir dela, e um ramal de 100 mm, este direcionado às unidades do tratamento de fase sólida para dispor água para lavagem das máquinas ali instaladas: os 1+1 adensadores e 1+1 desaguadores mecânicos e os respectivos sistemas de dissolução e dosagem de emulsão polimérica.

Deste último ramal derivará ainda um barrilete de 75 mm, dotado de hidrômetro, para abastecer até 20 caminhões-pipa/dia de água de reuso (10 m³/caminhão) para utilização da prefeitura de Ilhabela em ações públicas, como lavagem de ruas, por exemplo.



METODOLOGIA UTILIZADA MODELO BIM

Para vencer a esse desafio, a Sondotecnica apresentou uma solução de representação do projeto utilizando tecnologias e processos BIM (*Building Information Modeling*). O modelo realizado em três dimensões é o que melhor se adequa à visualização do novo sistema.

Os projetos tradicionais em duas dimensões representam a concepção de uma obra, que será construída em três dimensões, de forma seccionada, abstraindo os elementos construtivos em plantas, cortes e elevações. Já o modelo BIM é resultado de uma efetiva construção digital. Os elementos da construção são representados em sólidos em três dimensões, conforme serão posteriormente materializados. Essa simples mudança da forma de representação de um projeto melhora a visualização das informações de projeto, permitindo a compreensão e participação mais ativa dos diversos agentes da construção, inclusive de leigos.

A partir do modelo em 3 dimensões, de mais fácil assimilação do projeto, são emitidas as tradicionais planas e elevações. Além de melhor visualização da proposta, a modelagem BIM contém informações geométricas e não geométricas para, a partir dela, existir maior acurácia nos quantitativos e especificações técnicas para o desenvolvimento de orçamentação e planejamento da intervenção.

Trata-se, portanto, de tecnologias e processos para lidar com a informação da construção. Estas informações geométricas e não geométricas são representadas por meio de uma construção digital, um modelo BIM. A representação do projeto por meio do modelo em três dimensões tem potencial para ser a base para uma comunicação entre os diversos envolvidos (“de modo colaborativo”) e ao longo do tempo (“qualquer etapa do ciclo de vida da construção”).

A representação em três dimensões, associada a um banco de dados relacional, teria maior potencial, em relação aos métodos tradicionais de representação em 2D, para traduzir a complexidade desses sistemas. e melhorar a compreensão e interpretação das propostas de intervenção.

A leitura em três dimensões do ambiente construído, somada à possibilidade de criação de banco de dados relacional e não relacional, podem ser material de grande utilidade para as tomadas de decisão projetual, por meio da utilização de tecnologias e processos BIM.

As tecnologias e procedimentos BIM considera também a adoção de um ambiente comum de dados, denominado pela ISO 19650 de CDE (Common Data Environment). Essa plataforma permite aperfeiçoar a comunicação entre todos os envolvidos, melhorando a qualidade da informação disponível para as tomadas de decisões. O CDE permite controle de acesso e atividades realizadas, garantindo assim melhor gestão dos documentos e segurança das informações. A Sondotecnica possui larga experiência no desenvolvimento de projetos em BIM, oferecendo, a todos os envolvidos, acesso a plataforma de comunicação BIM.

Essa simples mudança da forma de representação de um projeto melhora a visualização das informações de projeto, antecipa situações de incompatibilidades de projeto antes da execução da obra (clash detections), viabiliza planilhas quantitativas mais precisas, gerando orçamentos com maior acurácia, além de permitir a compreensão e participação mais ativa dos diversos agentes da construção, inclusive de leigos. Trata-se, portanto, de tecnologias e processos para lidar com a informação da construção.



Figura 3: Prédio da Administração



Figura 4: Sistema viário e tanques de aeração



Figura 5: Vista dos Tanques de Aeração e Casa dos Sopradores



Figura 6: Arranjo Geral da ETE - vista aérea 1



Figura 7: Arranjo Geral da ETE vista aérea 2

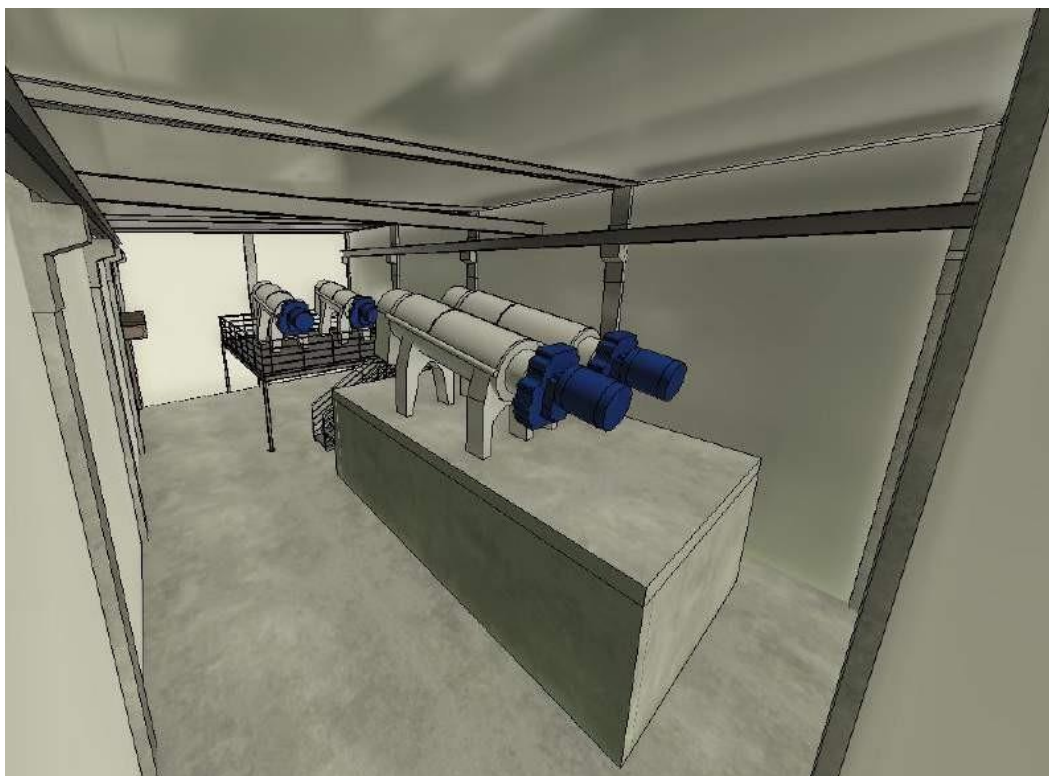


Figura 8: Centrífugas



Figura 9: Interior da Casa dos Sopradores



Figura 10: Interior da Sala da Gerência



BANCO DE DADOS GEORREFERENCIADO - GIS

A fim de compilar as informações espacializadas, a Sondotécnica desenvolveu uma plataforma colaborativa por meio da utilização de software livre com tecnologia GIS. As informações recebidas foram trabalhadas conjuntamente aos dados disponibilizados pelo portal GeoSeade, que permite o download de bases cartográficas em formato shapefile. Foi utilizado também o plugin “HCMGIS”, que permitiu a adição de “Basemap” ao projeto, ou seja, visualizar as informações criadas para o projeto sobre bases compartilhadas como imagens de satélite ou levantamentos dos logradouros disponíveis.

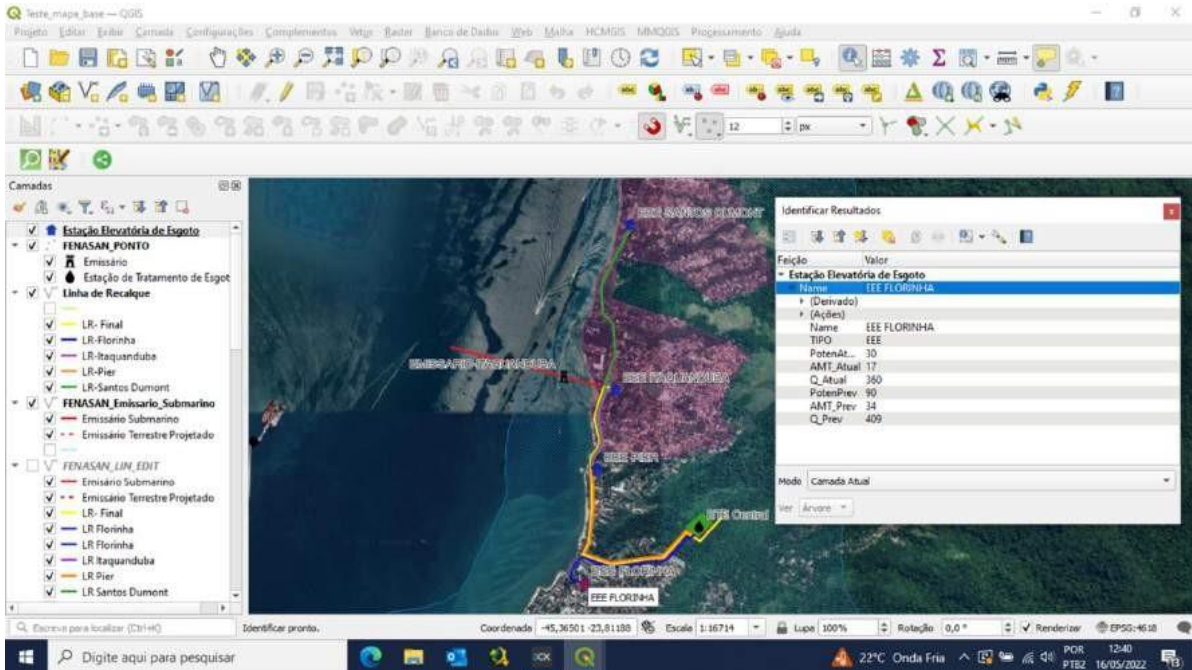


Figura 11: Banco de Dados GIS em software livre, indicando os atributos de Estação Elevatória de Esgoto sobre “Basemap”

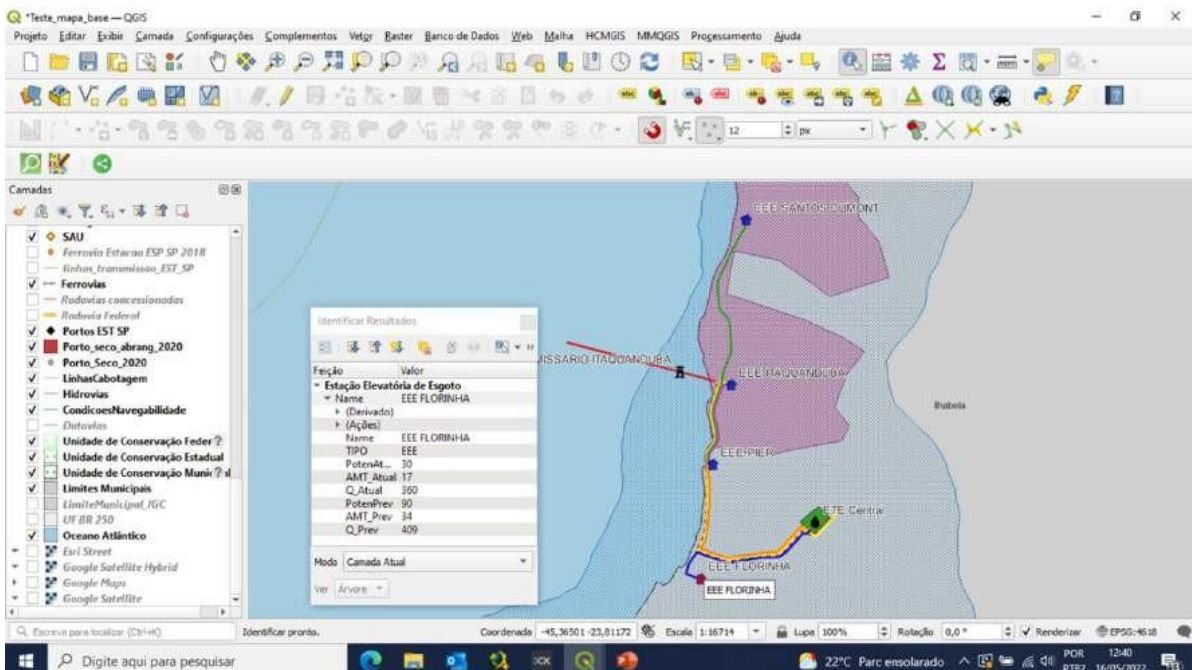


Figura 12: Banco de Dados GIS em software livre, indicando os atributos de Estação Elevatória de Esgoto

O sistema de informação geográfica criado organizou as informações: das linhas de recalque, emissário, estação elevatória de esgoto (EEE) e estação de tratamento de esgoto (ETE). Os dados vetoriais georreferenciados das linhas de recalque receberam informações tabulares de: extensão (L), diâmetro (D) e tipo de material à camada de linha de recalque. À feição das estações elevatórias de esgoto (EEE) foram agregadas informações das características hidráulicas, contendo: Potência (hp), Altura Manométrica total/AMT (mca) e Vazão/Q (m3/h), com dados existentes e projetados.

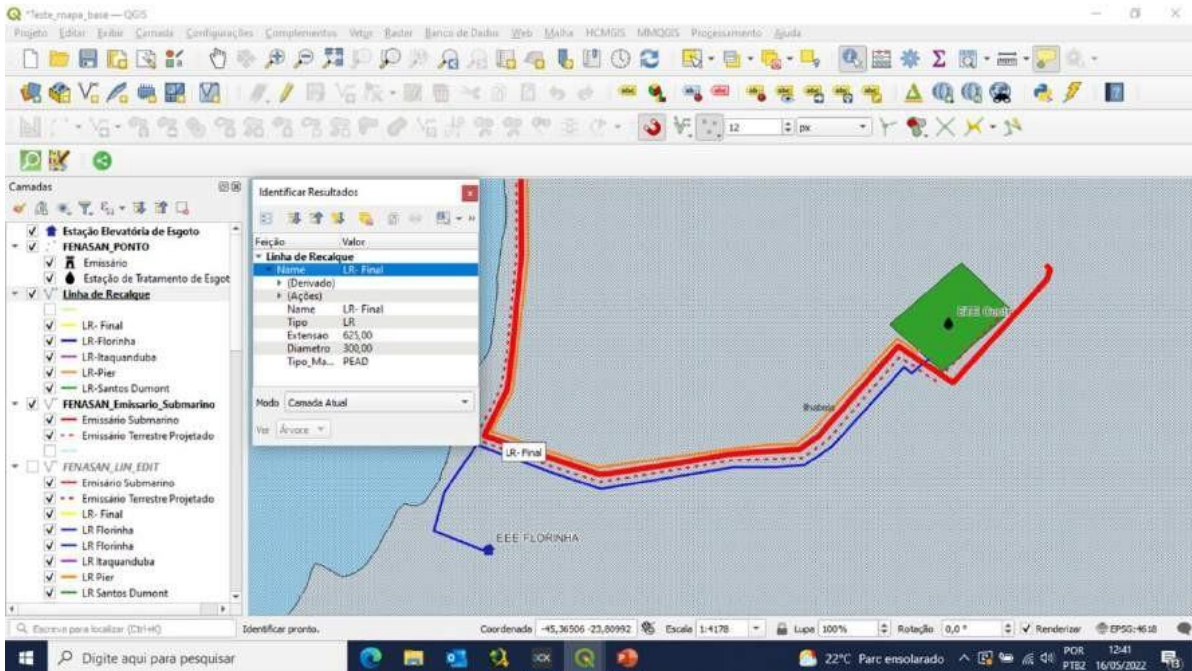


Figura 13: Banco de Dados GIS em software livre, indicando os atributos de Linha de Recalque

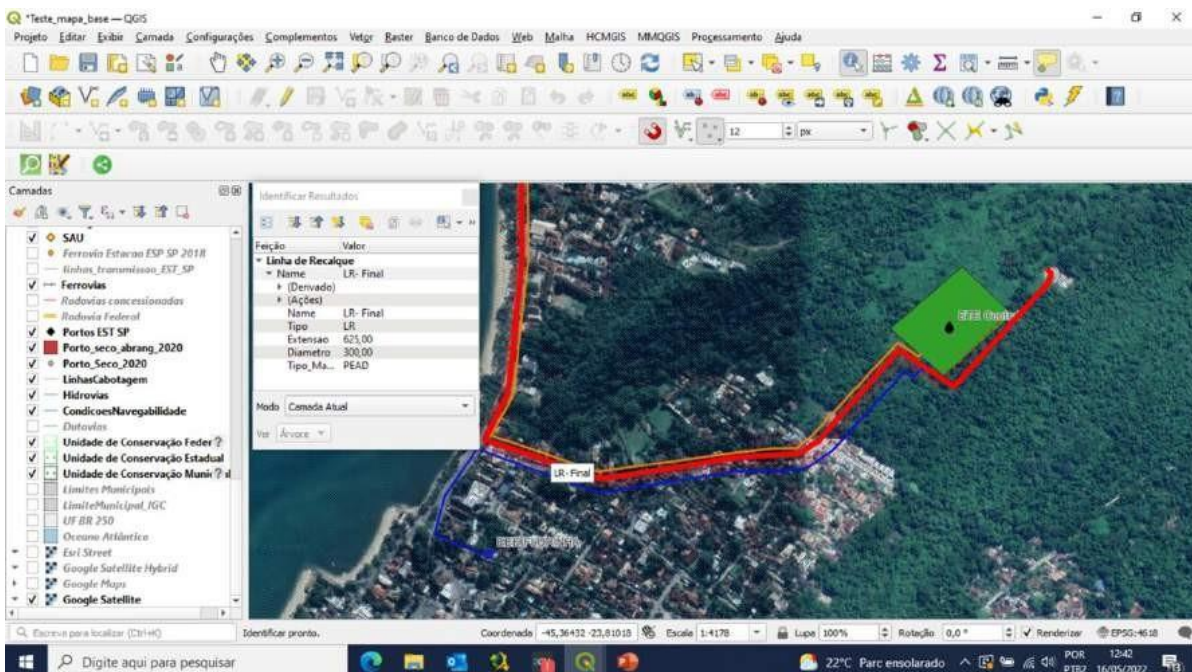


Figura 14: Banco de Dados GIS em software livre, indicando os atributos de Linha de Recalque, sobre “Basemap”

O banco de dados criado permite a visualização geral do sistema de tratamento de esgoto de Ilha Bela ao mesmo tempo que possibilita acesso a informações mais detalhadas de cada uma das feições.



Figura 15: Sistema de Transporte e Tratamento de Esgoto de Ilhabela sobre “Basemap”

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O processo de tratamento de fases líquida e sólida concebido neste anteprojeto, associado ao efeito favorável da diluição no mar, considerando difusores de 16 orifícios de 0,075 m de diâmetro, instalados a 35 m de profundidade, potencializa a expectativa de resultado excelente a ser alcançado na qualidade da água do mar no campo de mistura.

Observam-se resultado relacionado à balneabilidade muito bem qualificado em relação ao limite de 250 Coliformes Fecais/100 mL definido para Qualidade Excelente de Balneabilidade segundo CONAMA N° 274/2000, Artigo 2º, e teores de outros parâmetros de referência classificados na CONAMA N° 357/2005, Artigo 18, Águas Salinas – Classe 1.

Para poder viabilizar toda a potencialidade do uso do BIM em saneamento, é necessário saber contratar projetos em BIM. A Sondotécnica tem equipe técnica especializada para apoiar nas contratações de projetos em BIM, por meio da montagem de Cadernos de Contratação BIM, orientação sobre as etapas de projetos em BIM, a validação de modelos BIM, a realização de Planos Executivos BIM, a especificação para cada elemento da construção das informações geométricas e não geométricas que devem conter no modelo, dentre outras atividades que orientam a gestão do contrato em BIM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lei nº 14.206 de 15 de julho de 2020 –D.O.União Edição 135. Seção1.Novo Marco Legal do Saneamento.
2. Plano Municipal de Saneamento Basico de Ilhabela -atualizado em 2019 pela Universidade Mackenzie.
3. PRONK, M.; VAN DIJK, EDWARD, J.H; VAN LOOSDRECHT, MARK, C.M. AEROBIC GRANULAR SLUDGE. IN: CHEN, GUNGHAO; EKAMA, GEORGE, A.; VAN LOOSDRECHT, MARK, C.M; BRDJANOVIC, DAMIR. VON SPERLING, M. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. 3d. Belo Horizonte, Editora UGMG, 2005, 452 p.
4. ROBERTI, G. *Partida de Um Sistema de Lodo Granular Aeróbio em Escala Plena: Avaliação da Formação de Biomassa e Seu Desempenho no Tratamento biológico de Esgoto Sanitário*. Dissertação (Mestrado), CTC/UERJ, Rio de Janeiro, 2018.
5. SOUZA, S, R, C. *Planta de Tratamento de Efluentes e Meio Ambiente*. In: *Portal Tratamento de Água – Tratamento de Efluentes*. São Paulo, 2020.