

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ESTAÇÕES COMPACTAS E CONVENCIONAIS PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES NO MUNICÍPIO DE DOIS IRMÃOS, RS

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN
COMPACT AND CONVENTIONAL
SEWAGE TREATMENT STATIONS IN THE
MUNICIPALITY OF DOIS IRMÃOS, RS

Cássio Rodrigo Dias Gomes cass.rodrigo@hotmail.com

Engenheiro Civil pela UniRitter (Porto Alegre/Brasil).
Fiscal de Obras e Posturas (Dois Irmãos/Brasil).

Éverton Hansen evertonhansen@gmail.com

Mestre em Tecnologia de Materiais e Processos Industriais pela Universidade Feevale (Novo Hamburgo/Brasil).

Professor dos cursos de engenharia do Centro Universitário Ritter dos Reis (Porto Alegre/Brasil).

RT&T | a. 10 | n. 2 | p. 121-136 | jul./dez. 2019

Recebido em: 20 de outubro de 2017 | Aprovado em: 20 de março de 2018

Sistema de Avaliação: Double Blind Review | DOI: <https://doi.org/10.25112/rtt.v10i2.1980>

RESUMO

No Brasil, apenas uma pequena parcela do esgoto gerado pelas cidades é devidamente tratado em estações de tratamento de efluentes. O uso de soluções individuais (fossa séptica e sumidouro) é empregado em parte do esgoto gerado e aproximadamente um terço do esgoto doméstico não possui coleta, tampouco tratamento. O presente estudo foi desenvolvido no município de Dois Irmãos, no Rio Grande do Sul. O município avaliado encontra-se em crescimento, com a implantação prevista de novos condomínios residenciais. Desta forma, o uso de estações compactas para o tratamento de efluentes líquidos foi avaliado, verificando sua eficiência e viabilidade econômica, em comparação com a tecnologia de fossa séptica e filtro anaeróbio coletivos, convencionalmente utilizada pelo município (estação de tratamento convencional). O trabalho mostra, de forma comparativa, os custos de implantação, operação e manutenção, além de trazer as informações sobre a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes, quais sejam estação de tratamento compacta e estação de tratamento convencional. A questão mais relevante quando se comparam os dois sistemas é a diferença no custo de implantação, onde o sistema compacto analisado seria até 81,22% mais econômico do que o convencional. Além da questão econômica, a eficiência do sistema compacto mostra-se superior ao sistema convencional. A estação compacta apresentou 97,97% de remoção de demanda bioquímica de oxigênio, enquanto a estação convencional removeu 77,67% do mesmo parâmetro.

Palavras-chave: Estação de Tratamento de Efluente. ETE Compacta. ETE Convencional.

ABSTRACT

In Brazil, only a small portion of the sewage generated by the cities is properly treated in wastewater treatment plants. The use of individual solutions (septic tank and sump) is used in part of the generated sewage, and approximately one-third of the domestic sewage has no collection or treatment. The present study was developed in the city of Dois Irmãos, Rio Grande do Sul. The evaluated municipality is growing, with the expected implementation of new residential condominiums. Thus, the use of compact stations for the treatment of liquid effluents was evaluated, verifying their efficiency and economic viability, in comparison with the technology of collective septic tank and anaerobic filter, conventionally used by the municipality (conventional treatment station). The work compares the implementation, operation and maintenance costs, as well as information on the efficiency of wastewater treatment systems (compact treatment plant and conventional treatment plant). The most relevant issue when comparing the two systems is the difference in deployment cost, where the compact system analyzed would be up to 81.22% more economical than the conventional one. Besides the economic issue, the efficiency of the compact system is superior to the conventional system. The compact station showed 97.97% of biochemical oxygen demand removal, while the conventional station removed 77.67% of the same parameter.

Keywords: Effluent Treatment Station. Compact STE. Conventional STE.

1 INTRODUÇÃO

A coleta e direcionamento do esgoto para tratamento adequado ainda é um objetivo distante a ser atingido pelo Brasil. Segundo dados da Agência Nacional de águas (ANA, 2017), apenas 43% da população dispõe de tratamento por Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) e 12% utilizam-se de fossa séptica e sumidouro (solução individual). Mesmo com uma parcela de 55% de tratamento, ainda temos 18% da população que possui esgoto coletado e não tratado, o que pode ser considerado como um atendimento precário; e 27% não possuem coleta, tampouco tratamento (ANA, 2017).

Apesar de ser um direito assegurado pela Constituição e definido pela Lei n° 11.445/2007, os dados comprovam que o país ainda tem um longo caminho a seguir em direção a saúde pública adequada. A carência de abastecimento de água, tratamento e coleta de esgoto, é um dos fatores que deixam o Brasil em atraso no índice de desenvolvimento humano, onde atualmente se encontra na 79ª posição entre 189 países analisados, conforme divulgado no dia 14 de setembro de 2018 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

Neste cenário, encontra-se o município de Dois Irmãos, no Rio Grande do Sul, onde uma pequena parcela da população (4,64%) é contemplada pelo tratamento coletivo de esgoto, nas sete estações existentes na cidade. A maioria das residências possui sistemas individuais para o tratamento de esgoto sanitário, sejam fossas sépticas e sumidouros, fossa rudimentar, fossa seca, vala a céu aberto, lançamentos na rede de drenagem pluvial ou corpos d'água, restando apenas uma parcela das pessoas sem qualquer tipo de tratamento de esgoto. Apesar de possuir um sistema de esgotamento que atende a grande parte da população, seja individual ou através de ETEs, os parâmetros de emissão nas ETEs e nos tratamentos individuais, não são satisfatórios e por vezes não conseguem atender de forma integral os parâmetros de emissão estipulados por lei.

Amplamente utilizado no município, os sistemas individuais caracterizam-se pela pouca disposição e/ou tratamento "in loco" de esgoto sanitário das economias residenciais, comerciais e públicas. As fossas são divididas em dois tipos, a fossa seca e a fossa séptica, também conhecida como tanque séptico. Nas edificações que não possuem instalações hidráulicas, se utiliza a fossa seca, já as fossas (tanques) sépticas, através de instalações hidráulicas, utilizam a via hídrica para transportar os dejetos.

Mesmo com a abrangência dos sistemas individuais e coletivos no município, atenuando impactos de um lançamento direto de esgoto nos corpos hídricos, esta alternativa possui limitações como a possibilidade de infiltração do esgoto no solo. Segundo a NBR 7229/93, deve-se atentar para periodicidade de 1 a 5 anos, para limpeza do lodo formado pelos tanques sépticos, com base em uma taxa de acumulação de lodo de 0,2 L/hab dia, no entanto o município não dispõe de efetivo para fiscalizar o cumprimento da norma. Quando uma fossa ou tanque está saturado seu conteúdo é removido integralmente, restando

apenas uma mistura de esgoto e lodo, com características às vezes parecidas com o esgoto concentrado e, outras vezes, semelhantes ao lodo das ETEs. Embora sua utilização contribua de forma paliativa, ainda assim os padrões de lançamento exigidos pela legislação ambiental não são atendidos de forma integral.

O sistema compacto de tratamento de efluentes líquidos consiste em uma unidade que necessita de pouca área para implantação. Vários modelos estão presentes no mercado, sendo que a estação avaliada neste trabalho possui um decantador primário, um reator aeróbio, um decantador secundário, um tanque de desinfecção por cloração, um filtro de areia e um adensador de lodo.

Em virtude do exposto, este trabalho tem por objetivo geral realizar um estudo comparativo em termos de custo e eficiência de tratamento, entre o sistema convencional de tratamento de efluentes e uma opção mais moderna, as Estações Compactas (ECs), já conhecidas e amplamente utilizadas em condomínios residenciais. Ao final deste trabalho pretende-se identificar se o Sistema Compacto de Tratamento de Efluentes poderá ser uma opção viável no município de Dois Irmãos, Rio Grande do Sul, visando à implantação das ECs em novos loteamentos residenciais que por ventura vierem a ser executados no município e utilizando-os em loteamentos onde a coleta e o tratamento de esgoto são precários ou não existem.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O esgoto sanitário, segundo definições da norma brasileira NBR 9648 (ABNT, 1986), é o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária. Essa mesma norma define ainda:

- Esgoto doméstico é o “despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas”;
- Esgoto industrial é o “despejo líquido resultante dos processos industriais, respeitados os padrões de lançamento estabelecidos”.

Este trabalho está focado no tratamento de efluentes domésticos, utilizando sistemas convencionais e compactos para o tratamento.

TRATAMENTO DE EFLUENTES LÍQUIDOS

As alternativas para o tratamento de esgoto são variadas e muitos fatores devem ser considerados antes da definição do tipo de tratamento que será empregado em uma cidade. Os sistemas mais tradicionais empregados para o tratamento de esgoto são (SILVA, 2014):

- Sistemas de Lagoas de Estabilização;
- Disposição dos efluentes no solo;
- Sistemas Anaeróbios;
- Sistemas de Lodos Ativados;
- Reatores Aeróbios com Biofilme.

Todo tratamento visa a remoção de impurezas físicas, químicas, biológicas e organismos patogênicos dos efluentes para posterior lançamento nos cursos d'água. Para conseguir um tratamento satisfatório é necessário conhecimento prévio das cargas poluentes e os tipos de contaminantes presentes em cada tipo de efluente. Em função do grau de remoção de poluentes que se deseja atingir, o tratamento pode ser dividido em quatro níveis, quais sejam:

- Tratamento preliminar;
- Tratamento primário;
- Tratamento secundário;
- Tratamento terciário.

Com a necessidade de pouca área para implantação, os sistemas compactos propõem um tratamento eficiente os efluentes. Vários modelos estão presentes no mercado, as empresas buscam aperfeiçoar o tratamento, chegando a oferecer estações de com apenas um módulo, onde todas as etapas se dão dentro do mesmo. O intuito é viabilizar de forma econômica, a construção, operação e manutenção do sistema, focando no manejo dos lodos produzidos (SILVA, 2014).

3 METODOLOGIA

Este trabalho realizou um estudo comparativo entre uma Estação de Tratamento Convencional, localizada no município de Dois Irmãos, RS e uma Estação de Tratamento Compacta, a qual foi orçada junto a uma empresa especializada. Foram analisados os custos de implantação, operação e a eficiência do tratamento do esgoto. Para efeito de comparação, foram utilizados os parâmetros previstos na resolução CONSEMA 355/2017. Todas as informações referentes ao tratamento de esgoto no município de Dois Irmãos foram fornecidas pelo Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura. Foram disponibilizados para consulta, os relatórios das ETs Convencionais existentes na cidade, onde foi possível mensurar o percentual da população atingida pela coleta e tratamento do esgoto.

ETE CONVENCIONAL PICADA 48

E ETE convencional escolhida para avaliação neste trabalho é a ETE Picada 48, que foi projetada para atender 179 lotes, com um total aproximado de 895 pessoas, considerando 5 pessoas por unidade residencial. O sistema é composto por Fossa Séptica coletiva e Filtro Anaeróbico coletivo, e posterior lançamento do efluente tratado no corpo hídrico receptor. A escolha da ETE Picada 48 se deu devido à mesma satisfazer a condição de tratamento de esgoto convencional considerada neste trabalho (fossa séptica e filtro anaeróbio coletivo) e pela disponibilidade da documentação referente às suas características construtivas, bem como laudos técnicos do tratamento sanitário.

Os dados técnicos da ETE Picada 48 foram obtidos junto ao arquivo da prefeitura do município de Dois Irmãos, RS. Com base no memorial descritivo e plantas do projeto da ETE, foi elaborada uma estimativa de custos utilizando as planilhas do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Uma simulação foi realizada para estimar o quanto custaria para construir, atualmente, uma ETE igual à Picada 48. Os valores com operação foram estimados, tendo em vista não existir um custo fixo com operação, uma vez que um funcionário efetivo é quem realiza a manutenção em paralelo com outros serviços da atribuição de seu cargo, conforme informação da prefeitura. O Departamento de Meio Ambiente da Prefeitura de Dois Irmãos também disponibilizou os Laudos de Análises do Efluente Tratado na ETE Picada 48 (DMA, 2018a). Os dados utilizados foram de amostras coletadas em dezembro de 2018. A coleta de amostras para análises físico-químicas, tanto de esgoto bruto quanto de esgoto tratado, teve como objetivo avaliar a eficiência do sistema de tratamento implantado neste loteamento, comparando os resultados obtidos aos Padrões de Emissão determinados pela Resolução CONSEMA n° 355/2017 e aos resultados do tratamento realizado pela ETE Compacta analisada.

ETE COMPACTA

A análise da Estação Compacta foi feita com base em um projeto realizado junto a uma empresa que fabrica esse tipo de estação. Foi solicitada a empresa um projeto que atendesse a mesma demanda de efluente que a ETE Convencional analisada (ETE Picada 48) vinha tratando. Para uma comparação mais precisa, foi fornecido para empresa cópias dos projetos de concepção da ETE Picada 48, para que a ETE Compacta fosse projetada no mesmo lugar, aproveitasse a mesma entrada do efluente e também desaguasse no mesmo ponto, além de receber a mesma demanda de esgoto. A escolha da empresa se deu através pesquisas de mercado e por orientação do Departamento de Meio Ambiente do município de Dois Irmãos, que já havia visitado uma ETE Compacta da empresa escolhida. De posse do orçamento com o respectivo memorial descritivo, foi possível comparar o custo de implantação de uma ETE Compacta no lugar da ETE Convencional. Devido este trabalho tratar de uma ETE Compacta orçada e projetada

para uma situação específica, mas ainda não instalada, foi necessário para verificação da eficiência do tratamento, solicitar junto à empresa especializada Laudos Técnicos de ETEs Compactas em operação em outros municípios. A empresa forneceu dois relatórios de análise de efluente tratado, dos quais foi selecionado um que mais se aproximou do tipo de efluente tratado na ETE Convencional analisada e com a vazão de entrada semelhante. Os resultados das análises laboratoriais das amostras utilizados são de dezembro de 2018.

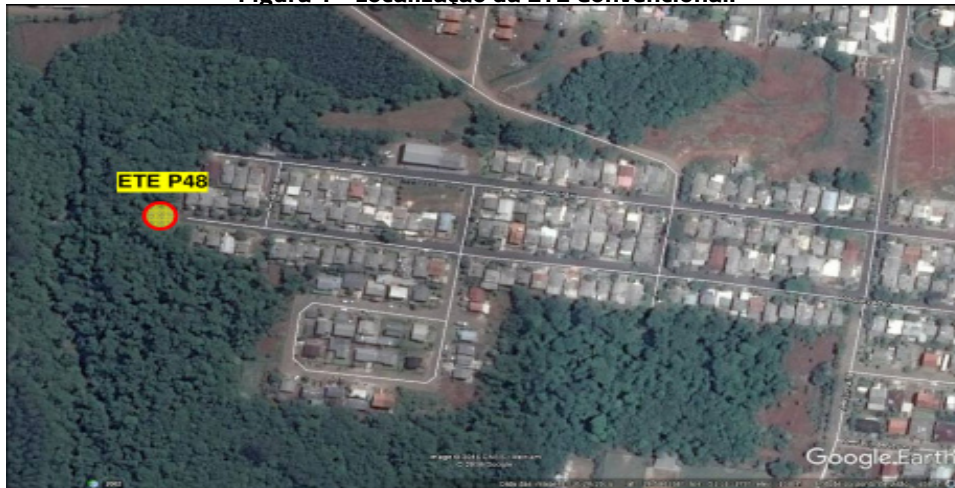
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Dois Irmãos (PMSA), o município possui sete Estações de Tratamento de Esgoto distribuídas em sete bairros, essas ETEs Convencionais são responsáveis pelo tratamento de efluente de 4,64% da população. Nos bairros que não são contemplados pelas ETEs, a alternativa para o tratamento se dá de forma individual, seja por fossa séptica e sumidouro, fossa séptica, filtro e sumidouro ou fossa séptica e filtro, dependendo do local. Esses sistemas individuais são responsáveis por 93,80% do tratamento de efluentes líquidos, restando 1,56 % das residências sem qualquer tipo de tratamento, lançando o esgoto diretamente na rede de drenagem pluvial ou em corpos d'água.

DESCRIÇÃO DA ETE PICADA 48

A ETE Picada 48 foi projetada para atender 179 lotes, um total aproximado de 895 pessoas, composta por Fossa Séptica coletiva e Filtro Anaeróbico coletivo, e posterior lançamento do efluente tratado no corpo hídrico receptor. A ETE foi projetada visando o atendimento da legislação vigente a época (Resolução do CONAMA nº 20 de 18 de junho de 1986), atingindo um padrão Classe 2, ou seja, reflete as características da maior parte dos rios brasileiros e melhor se adéqua às exigências do tratamento convencional, além de ampliar a utilização do recurso hídrico para outros fins nobres, haja vista que o lançamento é feito no Arroio 48, curso de água afluente do Rio Feitoria, integrante da Bacia do Rio Guaíba. A Figura 1 apresenta uma imagem de satélite da localização da ETE Picada 48, cujas coordenadas geográficas são as seguintes: 29° 34' 50,23"S; 51° 06' 41,51"O.

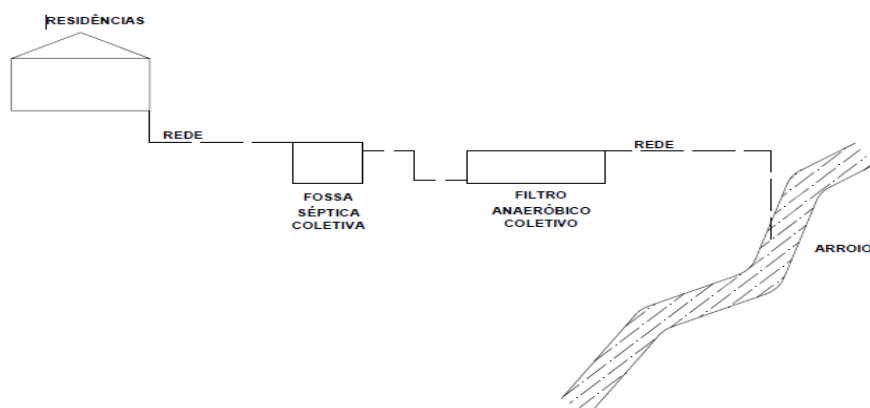
Figura 1 - Localização da ETE Convencional.



Fonte: Google Earth, 2018.

A ETE possui 4 tanques sépticos conectados após a saída de uma caixa de distribuição, possuindo volume de 26 m^3 cada, são prismáticos retangulares de câmara única, com altura útil de 1,80 m, largura útil de 2,40 m e comprimento útil igual a 6 m, seguido por 4 filtros anaeróbicos com volume de $17,86 \text{ m}^3$ com formato quadrado de 3,15 m interno e altura útil de 1,80 m. Cabe salientar que os tanques sépticos e os filtros anaeróbicos foram dimensionados e construídos conforme a NBR 7229/1993. A Figura 2 demonstra o esquema de tratamento de esgoto da ETE Picada 48.

Figura 2 - Esquema de Tratamento do Esgoto Convencional.



Fonte: Autores, 2019.

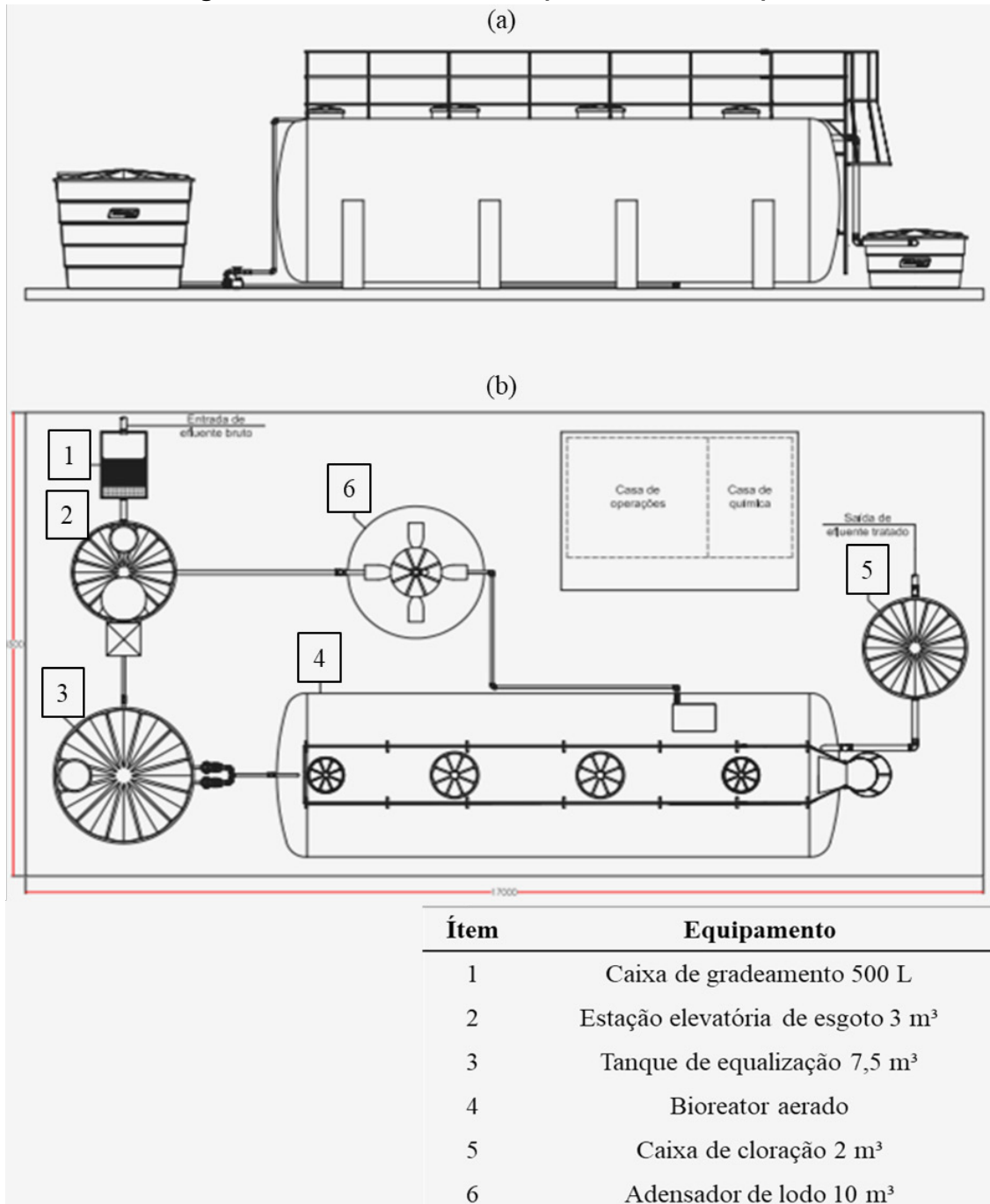
DESCRIÇÃO DA ETE COMPACTA

O Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário proposto foi elaborado por uma empresa especializada no projeto de Estações Compactas. Foi apresentada pela empresa uma proposta de estação com sistema de tratamento biológico de funcionamento contínuo pela tecnologia de lodos ativados, sua composição se daria primeiramente por um decantador primário, com função de decantar partículas sólidas, reduzindo assim a carga a ser tratada no sistema biológico. Logo após, teria uma fase aeróbia baseada em tecnologia de lodos ativados, decantador secundário tipo Dortmund e desinfecção. A remoção do lodo realizada na etapa de decantação seria feita regularmente em intervalos pré-definidos. Abaixo segue descrição de cada item que compõe o sistema:

- Decantador primário: do tipo Dortmund de fundo cônico com 60° de inclinação. O decantador tem como principal função sedimentar os sólidos inorgânicos provenientes do esgoto bruto, como terra, pedregulhos, entre outros.
- Reator aeróbio: consiste em reator aerado onde ocorrem as reações bioquímicas de remoção da matéria orgânica e, em determinadas condições, de nitrogênio e de fósforo, através de microrganismos presentes no esgoto e da inserção de oxigênio. A concentração de oxigênio dentro do reator deve manter-se entre 1 e 2 mg/L.
- Decantador secundário: do tipo Dortmund de fundo cônico com 60° de inclinação, o decantador tem como principal função sedimentar os sólidos suspensos provenientes do reator aeróbio, melhorando a qualidade final do efluente para este parâmetro.
- Tanque de desinfecção por cloração: a desinfecção por cloração faz parte de uma série de alternativas para desinfecção do esgoto. Entre as alternativas existentes para cloração a opção foi o método de cloração por gotejamento de hipoclorito de sódio, por ser um método economicamente vantajoso, e com maior segurança em comparação ao cloro gasoso.
- Filtro de areia: é a unidade de tratamento responsável pelo polimento do efluente tratado, podendo adequá-lo ao reuso na lavagem de áreas externas e jardinagem.
- Adensador de lodo: por definição há necessidade de recirculação dos sólidos para manter a concentração de microrganismos dentro do reator. A recirculação é realizada através de bomba de recirculação. O lodo concentrado em seu interior seria removido por caminhão fossa para disposição final.

Os equipamentos são fabricados em fibra de vidro, através dos processos de *Filament Winding*, o qual confere excelentes propriedades mecânicas aos mesmos. O sistema contém também quadro de comando para acionamento das bombas de aeração, recirculação e dosagem. A Figura 3 demonstra através de um esquema a coleta e deságue do efluente oriundo das residências.

Figura 3 – Vista lateral (a) e vista superior (b) da ETE Compacta.



Fonte: Adaptado de Fibratec Engenharia, 2019.

CUSTOS DA ETE PICADA 48

Um levantamento de preços foi elaborado com base nas tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) de março de 2019, para execução de um sistema de tratamento de esgoto similar ao convencional. Os custos são relativos a um tanque séptico circular, em concreto pré-moldado, com diâmetro interno de 1,10 m, altura interna de 2,50 m e volume útil de 2.138,2 litros e um filtro anaeróbico retangular moldado em tijolos cerâmicos maciços, possuindo dimensões internas de 1,00 m de largura, 2,00 m de comprimento e 1,40 m de altura. Os valores são demonstrados pela Tabela 1.

Tabela 1- Composição de Custos da ETE Convencional.

Equipamento	Código SINAPI	Nº de indivíduos	Valor unitário (R\$)	População prevista	Nº de equipamentos	Valor total (R\$)
Tanque séptico	98066	5	3.608,98	895	179	646.007,42
Filtro anaeróbico	98072	5	2.998,91	895	179	536.804,89

Fonte: Autores, 2019.

Esta estimativa de custos para construção usou como base a planilha sintética de preços desonerados do SINAPI, a qual já trouxe os valores finais de mão de obra e materiais, demonstrando o custo atual, caso fosse construída uma nova estação aos moldes da ETE Picada 48. O custo total de implantação da ETE convencional consiste na soma do custo com o tanque séptico e filtro anaeróbico para a população de 895 indivíduos e resulta em R\$ 1.182.812,31. Com relação aos custos de operação, no último ano foi gasto R\$ 12.350 para limpeza do sistema, devido à geração de 100 m³ de lodo nas fossas e 30 m³ de lodo nos filtros ao custo de R\$ 95,00 o m³ do lodo retirado, já a conservação do sistema é realizada por funcionários da própria Prefeitura, os quais não são contratados especificamente para realização desse serviço, possuem outras atividades, sendo assim, não geram custos de manutenção (DMA, 2018b).

CUSTOS DA ETE COMPACTA

A Tabela 2 apresenta a relação dos itens que integram o sistema e o custo total para implantação da ETE Compacta, levando em conta a mão de obra e o frete.

Tabela 2 - Tabela de Valores Para Aquisição da ETE Compacta.

Item	Valor (R\$)
Materiais para a implantação do sistema, projeto, start-up e treinamento operacional	188.576,00
Mão de Obra e Materiais para Interligação	22.300,00
Frete para Dois Irmãos/RS	11.200,00
Valor Total do Sistema	222.076,00

Fonte: Adaptado de Fibratex Engenharia, 2019.

Para a vazão estimada de 1,14 L/s, os custos com operação são demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Custos Estimados de Operação da ETE Compacta.

Ítem	Valor
Insumos	R\$ 518,50
EPIs	R\$ 69,35
Energia Elétrica	R\$ 1.836,11
Caminhão Limpa Fossa	R\$ 270,00
Total	R\$ 2.693,96

Fonte: Adaptado de Fibratex Engenharia, 2019.

O custo de manutenção anual estimado é R\$ 2.466,98, o qual inclui manutenções periódicas como troca de rolamento e selo mecânico, rebobinagem de motor, troca de bombas dosadoras. Os custos de energia elétrica foram estimados com base no valor de R\$ 0,50/kWh, e corresponde ao custo médio atual da energia elétrica.

Com relação aos custos apresentados para a ETE Convencional e Compacta, verifica-se ainda que os custos totais para instalação de uma ETE podem ser absorvidos pela construção do loteamento, modelo no qual o loteador seria o responsável pela aquisição do sistema e caberia ao município a responsabilidade pelo controle do tratamento dos efluentes, bem como pelas manutenções periódicas, custos estes que seriam diluídos pela cobrança de uma taxa de saneamento por residência atendida. Cabe salientar que é permitida a construção e ou implantação de Estações de Tratamento de Esgoto nas áreas de proteção ambiental, conforme artigos 3º e 8º da Lei 12651/2012 – Código Florestal, não sendo necessária a aquisição de um lote específico para isso.

Através de pesquisa com fornecedores de sistemas individuais de tratamento de esgoto no mercado local, quais sejam: fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro, o custo para aquisição e implantação desse modelo de tratamento vai de R\$ 3.000,00 a R\$ 4.000,00 por lote, levando em conta a mão de obra e intervenções de máquinas para escavação e aterramento dos elementos do sistema. Os valores estimados para ETE Compacta totalizam R\$ 222.076,00, os quais foram estimados para um tratamento que atendesse 179 lotes o que daria um custo de R\$ 1.240,65 por residência, ou seja, uma economia de até 68,98 % em relação ao sistema individual.

Para melhor demonstrar a diferença entre os sistemas, a Tabela 4 mostra um comparativo de custos entre os dois modelos de tratamento de esgoto.

Tabela 4– Comparativo de Custos

Tipo de ETE	Implantação	Operação	Manutenção
ETE Convencional	R\$ 1.182.812,31	R\$ 12.350,00	Não Possui*
ETE Compacta	R\$ 222.076,00	R\$ 2.693,96**	R\$ 2.466,98*

*** Os custos de manutenção são anuais** O custo de operação é mensal**

Fonte: Autores, 2019.

EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO

Para avaliar a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes comparados, foram utilizados os padrões de emissão da Resolução CONSEMA 355/2017, que devem ser atendidos para o lançamento dos efluentes tratados em corpos hídricos superficiais (Tabela 5).

Tabela 5 - Parâmetros e Padrões de Emissão - Resolução CONSEMA 355/2017.

Parâmetro	Padrão de lançamento
pH	6,0-9,0
Temperatura	< 40°C
Sólidos Sedimentáveis	<1,0mL/L
DBO ₅ a 20°	<120mg/L
DQO	<330mg/L
Sólidos Suspensos	<140mg/L
Óleos e Graxas	<30mg/L

Fonte: Consema, 2017.

Devido a ETE Compacta analisada não existir fisicamente, foram utilizados os resultados de monitoramento dos efluentes de um condomínio residencial localizado no estado de Santa Catarina, onde existe instalado um sistema que atende a uma vazão de 1,54 L/s.

Os resultados das análises do efluente tratado pela ETE Convencional foram obtidos através dos relatórios fornecidos pelo Departamento de Meio Ambiente do município, onde alguns parâmetros não foram analisados neste laudo, devido a problemas técnicos e de contrato com a empresa responsável pela coleta e análise do efluente, nos demais meses subsequentes, as análises foram completas, conforme relatou o Departamento de Meio Ambiente. Para efeito comparativo foi utilizado os valores obtidos para o mesmo mês e ano que os dados da ETE Compacta. A Tabela 6 mostra os valores obtidos no período para cada estação de tratamento.

Tabela 6 - Resultados das Análises de Efluente Tratado.

Parâmetro	Unidade	ETE Convencional				ETE Compacta			
		Entrada	Saída	Eficiência (%)	Padrão CONSEMA 355/2017	Entrada	Saída	Eficiência (%)	Padrão CONSEMA 355/2017
DBO ₅	mg/L	850	190	77,67	Não Atende	2.260	46	97,96	Atende
DQO	mg/L	NA	NA	NA	Não Atende	5.030	270	94,63	Atende
Óleos e Graxas	mg/L	NA	NA	NA	Não Atende	467	9	98,07	Atende
pH	-	8,37	7,40	-	Atende	6,57	7,37	-	Atende
Sólidos Sedi-mentáveis	mL/L	ND	0,2	NA	Atende	60	0,2	99,67	Atende
Temperatura da Amostra	°C	23,3	24,4	-	Atende	22,8	22,6	-	Atende

ND: Não detectado

NA: Não analisado

Fonte: Autores, 2019.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 6 verifica-se que a ETE Convencional não conseguiu atender os padrões de emissão de efluente exigidos pela legislação para o parâmetro DBO₅. O comparativo

mostrou maior eficiência no tratamento realizado pela ETE Compacta em comparação à ETE Convencional, possivelmente relacionado ao fato do sistema compacto possuir tecnologias que monitoram os níveis de oxigênio e de lodo, além de um sistema de desinfecção com dosagem de hipoclorito de sódio ao final do tratamento, promovendo maior remoção da carga orgânica do efluente. Os parâmetros DBO, Óleos e Graxas e Sólidos sedimentáveis não foram analisados na ETE Convencional. Essas informações não estavam disponíveis junto ao Departamento de Meio Ambiente do município.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi possível comparar em termos econômicos e de eficiência as ETES Convencional e Compacta. Os valores comparativos obtidos através do trabalho de pesquisa se mostraram favoráveis para a implantação do sistema compacto de tratamento de efluentes, tanto em termos de custos de implantação, operação e manutenção, quanto em termos de eficiência do tratamento.

Com relação ao custo, a ETE Compacta mostrou-se 81,22% mais barata que o sistema convencional. Quanto ao custo individual por lote o valor para a ETE Convencional fica em R\$ 6.607,89, já para ETE Compacta o custo fica em R\$ 1.240,65 por lote.

Com relação à eficiência, a ETE Convencional não conseguiu atender alguns parâmetros exigidos pela Resolução Consema 355/2017 e alguns itens não foram analisados, o que prejudicou o comparativo entre os dois. Já a ETE compacta avaliada atendeu a todos os parâmetros para emissão do efluente e conseguiu uma eficiência no tratamento superior a 95%.

Desta forma, a instalação de ETES compactas em novos loteamentos ou em bairros já existentes pode melhorar a situação levantada no diagnóstico do município de Dois Irmãos, elevando o percentual de tratamento atual (43%) e melhorando a qualidade dos serviços de saneamento do município.

REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **Atlas esgotos**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias/atlas-esgotos-revela-mais-de-110-mil-km-de-rios-com-comprometimento-da-qualidade-da-agua-por-carga-organica>>. acesso em: 25 set. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229–Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. ABNT Catálogo, 01 nov. 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648 - Estudos de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. ABNT Catálogo, 30 nov. 1986.

CAMARA DOS DEPUTADOS. **Lei n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-norma-actualizada-pl.html>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **CONSEMA 355 de 19 de julho de 2017**. Diário Oficial do Estado, 19 jul. 2017. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/resolucoes>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **CONAMA 20 de 18 de junho de 1986**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

DMA – Departamento de Meio Ambiente, Prefeitura de Dois Irmãos. **Relatório de Monitoramento das ETEs**. [S. l.], dez. 2018a.

DMA – Departamento de Meio Ambiente, Prefeitura de Dois Irmãos. **Relatório de Manutenção das ETEs**. [S. l.], dez. 2018b.

FIBRATEC Engenharia. **Projeto Técnico de uma Estação Compacta de Tratamento de Efluentes Líquidos**. Chapecó, 2019.

PNUD – Programa das nações unidas para o desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - 2003**. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/tabelas/index.php>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.html>. Acesso em: 25 nov. 2018.

SINAPI – Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil. **Cadernos Técnicos**. Março, 2019.

SILVA, L. A. **Desenvolvimento e avaliação de um protótipo de estação compacta para tratamento de esgotos em unidades residenciais unifamiliares**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Tecnologia ambiental e Recursos Hídricos da Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.