



## ESTUDO LOCACIONAL, TÉCNICO E ECONÔMICO PARA IMPLANTAÇÃO DE UMA ETE NO MUNICÍPIO DE SAUDADES - SC

DOI: 10.19177/rgsa.v6e32017244-275

**Murilo Barbosa Flores**<sup>1</sup>  
**Carlos Roberto Bavaresco**<sup>2</sup>  
**Barbara Müller Colasio**<sup>3</sup>

### RESUMO

O saneamento no Brasil encontra-se em uma situação precária, visto que milhares de pessoas, principalmente as de baixa renda, não possuem acesso à água tratada e ao tratamento de esgoto. Os efluentes lançados nos corpos receptores sem o devido tratamento causam degradação ao meio ambiente e transmitem doenças para a população, trazendo problemas para saúde pública. O município de Saudades/SC tem rede coletora de esgoto em um loteamento com apenas 15 ligações. Já a área urbana não possui rede coletora e nem tratamento de esgoto, sendo este lançando no corpo hídrico. Em vista disso, nesse trabalho foi elaborado um estudo de alternativa locacional e de sistema de tratamento tendo como base para escolha que melhor se adaptasse com município, critérios técnicos, econômicos e ambientais. Os resultados encontrados indicam que a melhor alternativa de terreno foi a Alternativa 1 e o melhor sistema de tratamento de esgoto para o município de Saudades foi UASB seguido de Biofiltro Aerado Submerso. As alternativas escolhidas são as mais viáveis economicamente.

**Palavras-chave:** Estudo de alternativas. Tratamento de esgoto sanitário. Município de Saudades/SC.

<sup>1</sup> Engenheiro Sanitarista e Ambiental. Mestrando em Engenharia Química pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. E-mail: murilobarbosaflores@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Civil. Engenheiro Sanitarista da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. Professor Titular dos Cursos de Engenharia Civil e Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul. Coordenador do Curso de Pós-graduação Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul. E-mail: cbavaresco@casan.com.br

<sup>3</sup> Engenheira Sanitarista e Ambiental. Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. E-mail: barbara.colasio@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico tem como objetivo melhorar a qualidade de vida dos seres humanos, diminuir doenças, preservar e manter o equilíbrio no meio ambiente. As atividades que correspondem ao saneamento básico são: coleta e destinação final de resíduos sólidos; tratamento e distribuição de água; controle de águas pluviais; controle de vetores transmissores de doenças; e coleta e tratamento de esgotos. (COSTA, 2012). A Lei Federal 11.445, de 05 de janeiro de 2007, estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e define que todos os municípios brasileiros têm a obrigatoriedade de obter um Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) que aborde as atividades citadas acima. (BRASIL, 2007).

Os esgotos sanitários, ou domésticos, lançados *in natura* nos corpos hídricos ou no solo sem condições adequadas de tratamento, além de degradar o meio ambiente, vem contribuindo para proliferação de várias doenças parasitárias e infectocontagiosas. São inúmeras as doenças relacionadas com o despejo incorreto dos esgotos domésticos, tais como: ancilostomíase, ascaridíase, amebíase, cólera, diarreia infecciosa, disenteria bacilar, esquistossomose, estrogiloidíase, febre tifoide, febre paratifoide, salmonelose, teníase e cisticercose (BRASIL, 2006).

Na questão de saneamento, o nosso país encontra-se num estado deficitário, pois de acordo com a pesquisa feita pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) no ano de 2013, 48,6% da população têm acesso à coleta de esgoto. Essa percentagem indica que países em desenvolvimento como o Brasil, apresenta precária situação do sistema sanitário, ou seja, isso indica que obras de coleta, transporte e tratamentos de esgotos não são construídas.

O estado de Santa Catarina apresenta um elevado índice de municípios com abastecimento de água potável. Porém, isso não ocorre em relação à coleta e tratamento de esgoto. Segundo os dados levantados em 2013, Santa Catarina, em quantidade de redes coletoras, é o pior estado entre as regiões centro-oeste, sudeste e sul do Brasil (SNIS, 2013). O estado catarinense conhecido pelas suas

belezas naturais, na qual atrai o ano todo milhares de turistas do mundo inteiro, vive um paradoxo. Ao mesmo tempo em que foi ranqueado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2010) como a 3ª melhor unidade federativa em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), também já foi considerado em 2008 por uma pesquisa feita pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (Abes) como o 2º pior estado em tratamento de esgoto (DIÁRIO CATARINENSE, 2008).

O município de Saudades na atualidade tem 100% da população urbana sendo atendida com água tratada, porém apresenta apenas 40% das ruas com drenagem superficial e 60% com drenagem subterrânea. Já quando se trata de tratamento de esgoto sanitário, o município tem um índice muito baixo, pois só tem rede coletora no loteamento Boa Vista I, totalizando 15 ligações, e o esgoto coletado é tratado através de tanque séptico com três filtros. O restante da área urbana do município lança o esgoto in natura no rio ou na rede de drenagem (SAUDADES, 2011).

A implantação de uma ETE serve tanto para tratar os esgotos domésticos que uma cidade gera quanto para tratar os efluentes que as indústrias geram nos seus ciclos produtivos. No caso da ETE industrial, os processos de tratamento precisam remover dos efluentes industriais os poluentes de maior concentração, como por exemplo, a matéria orgânica, sólidos em suspensão, nitrogênio e fósforo, compostos tóxicos e os compostos não biodegradáveis. (LEME, 2010). De acordo com Jordão e Pessôa (2014, p. 135), “[...] a escolha da ETE no novo milênio não se restringe às exigências ambientais, de saúde pública, estéticas ou legais. Considera igualmente exigências tecnológicas, exigências da economia, e mesmo os anseios da comunidade”.

Baseado nessas premissas fica evidente o quanto é importante haverem novos estudos na área de saneamento básico, especialmente na área de esgotamento sanitário, os quais irão permitir mais recursos financeiros para melhorar a qualidade de vida da sociedade e a proteção do meio ambiente.

Deste modo, este presente estudo teve como finalidade propor a melhor alternativa de tratamento e locação para implantação de uma ETE no município de

Saudades, mediante comparação técnica-econômica e ambiental. Sendo assim, apoiando futuramente uma possível elaboração de um projeto de sistema de esgotamento sanitário no município.

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 DELIMITAÇÃO DE SUB-BACIAS**

O município estudado não possui levantamento planialtimétrico. Portanto, para definir as sub-bacias de esgotamento sanitário de Saudades, foi realizado levantamento de cotas altimétricas georreferenciadas com auxílio do programa ArcGIS 10.1.

Tendo como base as cotas altimétricas, realizou-se o traçado da rede coletora usando o programa AutoCAD. Com o traçado da rede feito analisou-se criteriosamente as delimitações das sub-bacias, na qual, foi usado o maior aproveitamento possível do fluxo de escoação por gravidade e a maior cobertura de economias possíveis. Logo, nos pontos mais baixos de cada sub-bacia foi locada uma estação elevatória de esgoto.

### **2.2 ESTUDO DE ALTERNATIVA PARA ÁREAS DA ETE**

No município de Saudades foram selecionadas quatro áreas dentro do perímetro urbano para o estudo das alternativas de locação da ETE. A seleção foi feita através de imagens do Google Earth 2015 e *in loco* em dezembro de 2015. Os critérios para selecionar a melhor área é uma adaptação do trabalho proposto por Campos (2011), com alguns acréscimos de critérios. O Quadro 1 a seguir mostra os critérios a serem analisados.

Quadro 1 - Critérios a serem analisados

<b>Critério</b>	<b>Descrição</b>
Área	Refere-se ao espaço físico disponível no terreno para a implantação da ETE, também sobre algum fator que impeça sua construção ou ampliação;
Acesso	Refere-se a avaliação da dificuldade de acesso ao terreno;
Proximidade de rede elétrica	Refere-se a distância que a ETE está de uma rede elétrica mais próxima;
Proximidade de habitações	Refere-se a distância que a ETE está de uma residência;
Proximidade do corpo receptor	Refere-se a distância que a ETE está do corpo receptor e a necessidade de bombeamento do efluente tratado;
Custo de linha de recalque	Refere-se ao custo estimado da extensão total da linha de recalque
Custo do emissário da ETE até ETE	Refere-se ao custo estimado da extensão total do emissário que sai da ETE final até a entrada do canal da ETE
Impacto Ambiental	Refere-se ao grau de impacto no meio ambiente que o planejamento, construção e operação da ETE irão causar no local, bem como análise da área escolhida, se atende a legislação ambiental vigente;
Topografia	Refere-se às características físicas do terreno, no sentido de que a necessidade de modificar as condições preexistentes do terreno, não seja de tal ordem que desaconselhe alguma opção;
Risco de Inundação	Refere-se ao risco de inundações na área indicada para a construção da ETE. A inundabilidade de uma área pode torná-la menos atrativa devido aos custos causados pela enchente, ou então custos para aterro da área..

Fonte: Adaptado de CAMPOS, 2011.

As alternativas de terreno para implantação da ETE foram avaliadas em função dos critérios descritos. A metodologia para essa avaliação é a mesma usada por Campos (2011) no seu trabalho. Conforme o autor, o primeiro passo é dar notas para os terrenos de acordo com o seu desempenho em cada critério descrito no Quadro 1. Em seguida, essas notas serão somadas para conseguir determinar qual das alternativas apresenta as melhores condições para ser implantada a ETE. O Quadro 2, apresenta o sistema de avaliação dos terrenos estudados.

Quadro 2 - Sistema de avaliação dos terrenos

<b>Indicativo</b>	<b>Descrição</b>
Nota 10	É a nota mais baixa, significa que as características do terreno em relação ao critério são incompatíveis
Nota 20	Esta nota é baixa, significa que as características do terreno em relação ao critério avaliado são insatisfatórias
Nota 30	Esta é a nota média, significa que as características do terreno em relação ao critério analisado são aceitáveis
Nota 40	Esta nota é alta, significa que as características do terreno em relação ao critério avaliado são satisfatórias
Nota 50	Esta é a nota mais alta, significa que as características do terreno em relação ao critério analisado são perfeitamente compatíveis

Fonte: Adaptado de CAMPOS, 2011.

### 2.3 ESTUDO DAS ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO

Para o estudo de alternativas de tratamento, será feito um estudo comparativo entre diferentes alternativas. Para alcançar a qualidade do efluente desejado são usados sistemas onde duas ou mais tecnologias são combinadas entre si.

O estudo comparativo vai ser em sistemas convencionais de tratamento, usualmente utilizados para sistemas de médio e grande porte, em sua maioria para tratamento de efluentes de áreas urbanas. Algumas das alternativas que atendem as expectativas das pequenas comunidades, não são necessariamente exclusivas das mesmas, podendo também ser avaliadas para sistemas de maior porte.

Para o estudo comparativo foram selecionados oito conjuntos de alternativas das tecnologias de processo de tratamento, analisados conforme Sperling (2014). Logo abaixo, apresentam-se os sistemas de tratamento selecionados:

- a) UASB;
- b) UASB + Biofiltro Aerado Submerso;
- c) UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga;
- d) UASB + Lodos Ativados;

- e) Lodos Ativados Convencionais;
- f) Lodos Ativados com Aeração Prolongada;
- g) Lagoa Facultativa;
- h) Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa.

Para uma triagem dos sistemas elencados, com o objetivo de determinar a melhor tecnologia para tratamento do esgoto doméstico para o local em estudo, alguns critérios básicos serão avaliados:

- a) demanda de área;
- b) demanda de energia;
- c) volume de lodo a ser tratado;
- d) volume de lodo a ser disposto;
- e) custo de implantação;
- f) custo de operação e manutenção;
- g) conformidade a legislação a vigor.

A Tabela 2, Tabela 3, Tabela 4, Tabela 5, Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8 foram geradas com auxílio do *software* Excel, sendo que foi feita uma comparação lógica entre os valores, agregando valor 100% sempre à alternativa mais vantajosa e valores cada vez maiores de acordo com a desvantagem da alternativa. A população final do ano de 2030 do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) deverá ser atendida pelo sistema de esgotamento sanitário e foi, portanto, utilizada como base de cálculo para avaliação das alternativas de tratamento.

## 2.4 CÁLCULO DE VAZÕES

### 2.4.1 Estimativa de consumo per capita (q)

Foi adotado para o consumo de água per capita do município de Saudades o valor de 194,56 L/hab.dia. Retirou-se esse valor do PMSB do município.

## 2.4.2 Coeficientes de variação de vazão

A NBR 9649/86 recomenda que adote para calcular vazões os seguintes coeficientes:

- a) C = coeficiente de retorno – 0,80;
- b) K<sub>1</sub> = coeficiente de máxima vazão de diária – 1,2;
- c) K<sub>2</sub> = coeficiente de máxima vazão horária – 1,5;
- d) K<sub>3</sub> = coeficiente de mínima vazão horária – 0,5.

## 2.4.3 Taxa de contribuição de infiltração (TI)

Segundo a NBR 9649/86, a taxa de contribuição de infiltrações depende de condições locais, tais como: nível da água do lençol freático, natureza do subsolo, qualidade da execução da rede, material da tubulação e tipo de junta utilizado. O valor adotado deverá estar na faixa de 0,05 a 1,00 L/s.Km.

Para o cálculo das vazões do estudo adotou-se a taxa de contribuição de infiltração em 0,20 L/s.Km, em virtude da utilização de tubulação em PVC como padrão para toda rede coletora, justamente por apresentar uma boa estanqueidade das juntas e baixa absorção. Este valor se justifica pela ocorrência de infiltração nos poços de visita e caixas de inspeção.

## 2.4.4 Vazões de contribuição

Para a determinação das vazões de contribuição, foram utilizadas as Equações 1, 2, 3, e 4, demonstradas a seguir.

$$Q_{\text{mínima}} = \frac{P.C.q}{86400} . K_3 \quad (1)$$

$$Q_{\text{média}} = \frac{P.C.q}{86400} \quad (2)$$

$$Q_{\text{máxima}} = \frac{P.C.q}{86400} . K_1 . K_2 \quad (3)$$

$$Q_i = L . TI \quad (4)$$

Onde:

$Q_{\text{mínima}}$  = Vazão mínima (L/s);

$Q_{\text{média}}$  = Vazão média (L/s);

$Q_{\text{máxima}}$  = Vazão máxima (L/s);

$Q_i$  = Vazão de infiltração (L/s);

$K_1$  = Coeficiente de máxima vazão de diária;

$K_2$  = Coeficiente de máxima vazão horária;

$K_3$  = Coeficiente de mínima vazão horária;

P = População de estudo;

C = Coeficiente de retorno;

q = Consumo per capita;

$T_i$  = Taxa de infiltração;

L = comprimento da rede (Km).

#### 2.4.5 Vazão de referência do corpo receptor ( $Q_{7,10}$ )

Para analisar se o corpo receptor comporta a vazão do efluente gerado no município, foi necessário estimar a vazão do rio. Considerou-se a vazão do rio a  $Q_{7,10}$ , sendo essa a vazão mínima média de sete dias de estiagem, para um período de retorno de dez anos. (SANTA CATARINA, 2006).

De acordo com estudo denominado como “Regionalização das Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina” feito pelo governo do estado em 2006, é possível calcular a vazão do corpo hídrico no ponto de lançamento do efluente da ETE de Saudades pelas Equações 5 e 6.

$$Q_{\text{Min}7} = 4,984 \cdot 10^{-3} \cdot AD^{0,986} \quad (5)$$

$$Q_{7,10} = Q_{\text{Min}7} \cdot K_{7,T} \quad (6)$$

Onde:

$Q_{\text{Min}7}$  = Vazão mínima média de 7 dias consecutivos ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

AD = Área de drenagem da bacia do ponto de lançamento de efluente (Km<sup>2</sup>);

Q<sub>7,10</sub> = Vazão mínima média de sete dias de estiagem, para um período de retorno de dez anos (m<sup>3</sup>/s);

K<sub>7,T</sub> = Relação entre a vazão mínima média de 7 dias consecutivos com período de retorno de T anos e a média das vazões mínimas médias anuais de 7 dias consecutivos.

Quanto ao coeficiente K<sub>7,T</sub>, o ponto de lançamento do efluente da ETE segundo o estudo o tempo de retorno de 10 anos é 0,41.

## 2.5 FERRAMENTAS UTILIZADAS

Basicamente foram utilizados: *softwares* de desenho, programas de geoprocessamento de imagens, imagens por satélite e planilhas eletrônicas.

### 2.5.1 Softwares

Para o estudo comparativo das alternativas de sistema de tratamento, utilizou-se o editor de planilhas eletrônicas Excel, da empresa Microsoft ®.

Já para realizar o levantamento das áreas das alternativas de terreno, o desenho de traçado das ruas do município e da rede de esgoto, o software AutoCAD da empresa Autodesk Inc ® foi o escolhido.

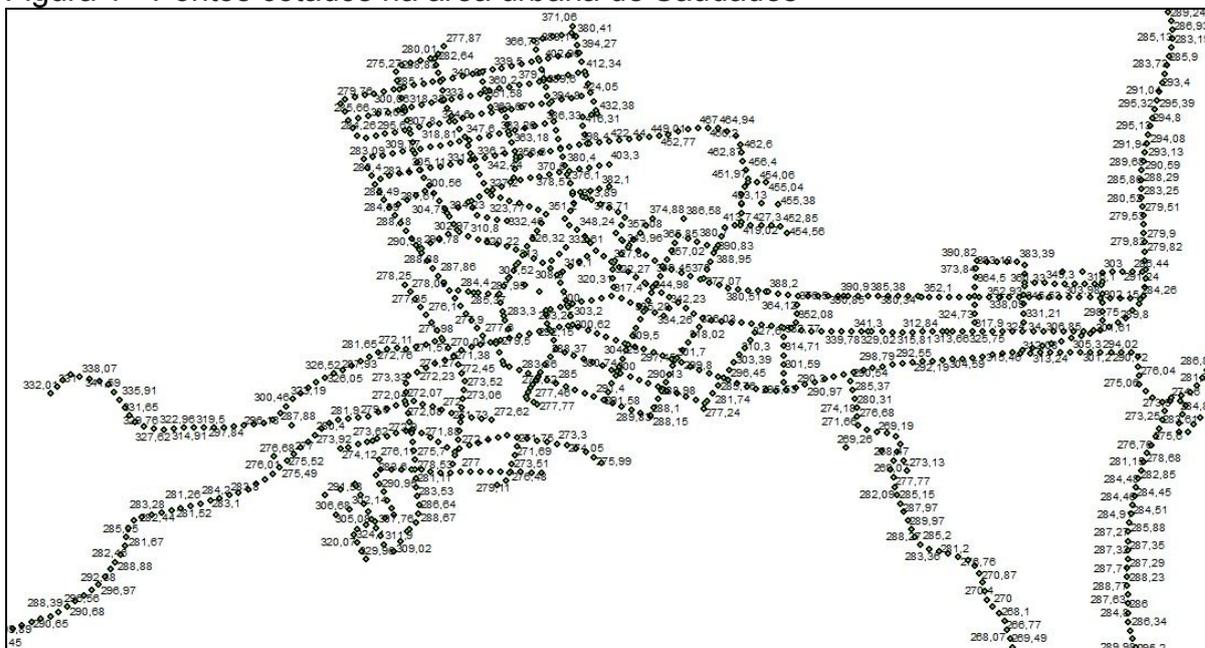
As imagens das áreas para possível instalação de uma estação de tratamento de esgoto foram realizadas pelo programa *Google Earth*™ da Google Inc ®. E para georreferenciar as imagens, conseguir pontos cotados da área de estudo e determinar a área de drenagem do ponto de lançamento do efluente tratado foi usado o programa ArcGIS 10.1 da empresa Esri ®.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 DELIMITAÇÕES DE SUB-BACIAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Com o auxílio do programa ArcGIS, foi possível obter pontos cotados no município de Saudades. Através desses pontos, usando o programa AutoCAD, realizou-se o fluxo e o traçado da rede coletora de esgoto, buscando sempre o aproveitamento gravitacional para o transporte do efluente. Conseqüentemente, as estações elevatórias de esgotos (EEE) foram locadas no ponto com menor cota altimétrica de cada sub-bacia. Os pontos com as cotas altimétricas, obtidas com auxílio de *software*, pode ser visto na Figura 1.

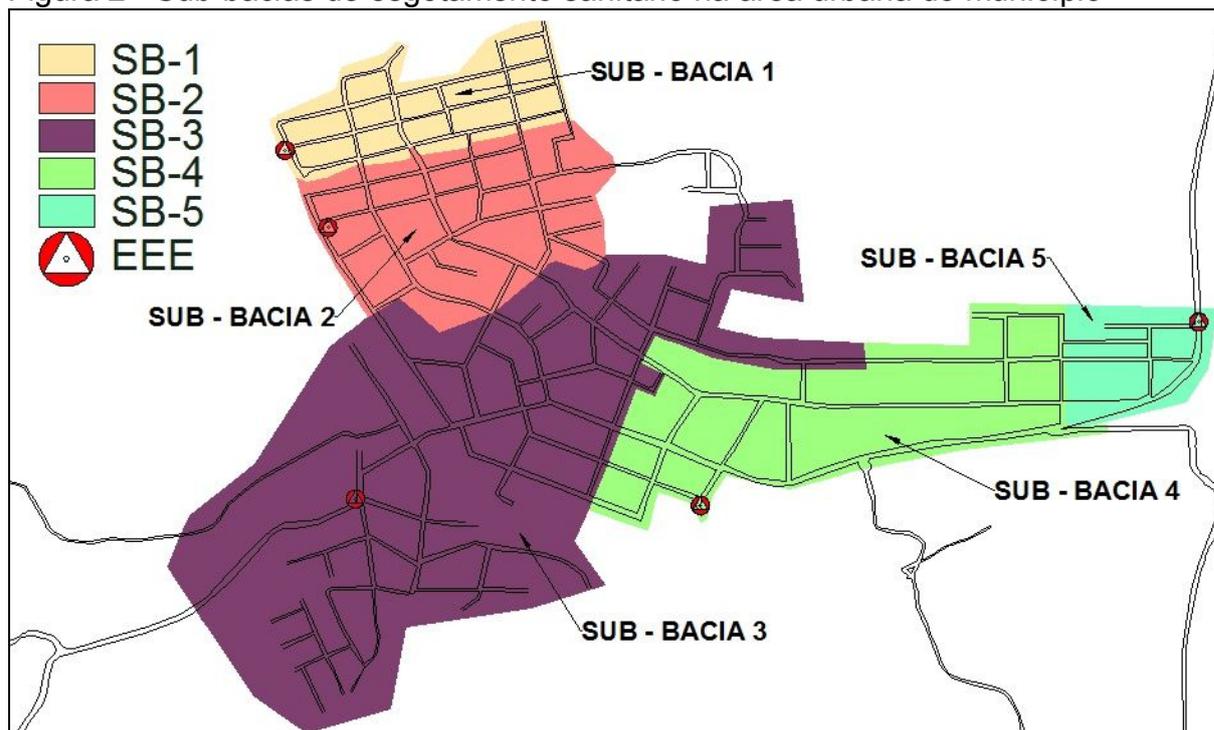
Figura 1 - Pontos cotados na área urbana de Saudades



Fonte: Dos autores, 2016.

A delimitação de cada sub-bacia de esgotamento sanitário foi feita com ajuda do traçado da rede de esgoto. A área de estudo abrangeu somente a área urbana do município de Saudades, sendo dividido por cinco sub-bacias, conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Sub-bacias de esgotamento sanitário na área urbana do município



Fonte: Dos autores, 2016.

A definição do fluxo entre as sub-bacias ocorreu conforme a alternativa de terreno para implantação da ETE. Para cada alternativa de terreno foi feito um cenário, totalizando quatro cenários: cenário 1, cenário 2, cenário 3 e cenário 4.

No cenário 1, o esgoto da SB-1 passará para a SB-2 através de uma linha de recalque de 253 metros. Na SB-2 os esgotos serão bombeados para a SB-3 numa linha de recalque de 287 metros. Os esgotos da SB-3 e SB-5 serão direcionados para a SB-4 através de linhas de recalque independentes de 813 e 536 metros, respectivamente. Então, todo o efluente chegará na ETE da SB-4 e, em seguida, será bombeado por um emissário de esgoto bruto de 900 metros até o canal de entrada da ETE, localizada na alternativa de terreno 1.

No cenário 2, o fluxo de esgoto entre as sub-bacias é praticamente o mesmo do cenário 1. A diferença entre os cenários é que no cenário 2 a ETE está locada na alternativa de terreno 2, sendo assim o comprimento do emissário de esgoto bruto é de 1045 metros.

O fluxo de esgoto entre as sub-bacias do cenário 3 é um pouco diferente dos cenários anteriormente apresentados. O esgoto gerado na SB-1 passará para

SB-2, este conseqüentemente verterá seu esgoto para SB-3. Os esgotos da SB-5 serão direcionados para a SB-4 através de linhas de recalque de 536 metros e, posteriormente, com uma linha de recalque de 286 metros a SB-4 bombeará o esgoto gerado para a SB-3. O bombeamento do esgoto bruto até o canal de entrada da ETE, localizada na alternativa de terreno 3, se dará por um emissário de 474 metros que sai da EEE da SB-3.

O esgoto bruto do cenário 4 passará da SB-1 para SB-2, depois irá para SB-3, que verterá para SB-4 e, por fim, chegará na SB-5. O total de rede de linha de recalque desse cenário é de 2432 metros. Destes 2432 metros, 253 metros são da passagem da SB-1 para SB-2, 287 metros são da passagem da SB-2 para SB-3, 813 metros são da passagem da SB-3 para SB-4 e 1079 metros são da passagem da SB-4 para SB-5. Esse cenário apresenta a maior metragem de emissário de efluente bruto, pois da EEE locada na sub-bacia 5 até o canal de entrada da ETE, são 2524 metros de rede.

Para esse estudo não será feito o dimensionamento da rede coletora de esgoto, porém com objetivo de auxiliar a escolha da melhor alternativa de terreno, adotou-se que a rede de linha de recalque e emissário de efluente bruto terão 150 milímetros de diâmetro e serão de PVC. Sendo adotados esses parâmetros, calculou-se o custo de cada cenário usando o preço de insumos da tabela SINAPI, referente ao estado de Santa Catarina do mês de março de 2016. O insumo com código 9818 da tabela SINAPI, cuja descrição é "TUBO PVC EB-644 P/ REDE COLET ESG JE DN 150MM" tem o preço de R\$ 22,06 por metro. O custo estimado para cada cenário está representado na Tabela 1.

Tabela 1 - Custo estimado de cada cenário

Cenário	Rede de PVC com diâmetro de 150 mm				
	Linha de recalque total (m)	Custo Estimado (R\$)	Emissário de efluente bruto (m)	Custo estimado (R\$)	Custo total estimado (R\$)
1	1889	41671,34	900	19854	61525,34
2	1889	41671,34	1045	23052,7	64724,04
3	1362	30045,72	474	10456,44	40502,16
4	2432	53649,92	2524	55679,44	109329,36

Fonte: Dos autores, 2016.

Conforme a Tabela 1, as sub-bacias 1 e 2 apresentam o mesmo custo estimado para a linha de recalque. A diferença entre os cenários é o custo estimado da extensão da rede que vai da EEE até o canal de entrada da ETE. Nesse caso, o cenário 1 apresenta um custo menor que o cenário 2. O cenário 3, apresentou-se como o mais viável economicamente, pois foi o que obteve o menor custo total entre todos os cenários propostos. Já o cenário 4, é o menos viável economicamente entre todos os cenários vistos, pois apresenta o maior custo total.

### 3.2 ALTERNATIVA DE TERRENO PARA ETE

No município de Saudades foram levantadas 4 alternativas de terreno para localização da estação de tratamento de esgoto. Os possíveis terrenos para implantação de uma ETE no município de Saudades podem ser visualizados na Figura 3.

Figura 3 - Alternativas de terrenos em Saudades



Fonte: Adaptado de *Google Earth*, 2016.

### **3.2.1 Alternativa 1**

A Alternativa 1, localiza-se na Rua São Francisco, situada em uma área da cidade sem bairro definido pela prefeitura, dentro da área urbana, apresentando uma superfície com certa declividade. Está localizado a uma latitude 26°55'48.33" S e uma longitude 52°59'41.58" O, possuindo uma área total de aproximadamente 3162,64 m<sup>2</sup>, com uma cota altimétrica em média de 308 metros.

O lançamento final do esgoto tratado será no rio Saudades, visto que o terreno dessa alternativa encontra-se perto do rio, a uma distância de 200 metros. Sendo assim, o emissário final terá uma extensão pequena. Nessa alternativa, o efluente tratado chegará ao rio por gravidade, não havendo a necessidade de uma estação de recalque.

Em relação à proximidade de residências, o terreno da Alternativa 1 está a uma distância de 460 metros da área residencial. Uma das vantagens desse terreno é que, de acordo com estudo feito no PMSB, essa área não é uma zona de alagamento e possui rede elétrica próxima.

### **3.2.2 Alternativa 2**

O terreno referente à Alternativa 2 para implantação da estação de tratamento de esgoto está próximo ao terreno da Alternativa 1, ou seja, sua localização está na Rua São Francisco, em uma área da cidade sem bairro definido pela prefeitura. Esse terreno apresenta uma cota altimétrica em média de 289 metros, e suas coordenadas geográficas são: latitude 26°55'47.61" S e longitude 52°59'49.00" O.

O terreno proposto está locado as margens do Rio Saudades, que passa aproximadamente a 100 metros do mesmo. Como o corpo receptor está próximo ao terreno dessa alternativa, não há necessidade de grandes obras para o emissário final. O esgoto tratado chegará até o rio por gravidade, não necessitando então de bombeamento.

A área total do terreno é de aproximadamente 5446,56 m<sup>2</sup>. O núcleo populacional mais próximo ao terreno encontra-se a uma distância de 270 metros,

minimizando as reclamações de ruídos, odores e vetores. Como apresenta uma cota altimétrica elevada em relação ao corpo receptor, este terreno não está suscetível a inundações e, também, de acordo com o PMSB essa área proposta não é uma zona de alagamento.

A vegetação do terreno é rasa com florestamento ao seu redor, minimizando o impacto visual. O local de estudo apresenta uma declividade, podendo haver necessidade de aterramento em algumas partes do terreno para construção das unidades da estação de tratamento de esgoto. Com relação à rede elétrica, tem a vantagem de a mesma passar em frente ao terreno.

### **3.2.3 Alternativa 3**

O local definido como Alternativa 3 situa-se na Rua Anita Garibaldi (Rodovia SC – 469), no bairro Palmeiras, na qual apresenta uma área aberta, plana e pastagem baixa com algumas árvores, necessitando de supressão de partes da vegetação local. A Alternativa 3 tem como coordenadas latitude 26°55'47.79" S e longitude 53°0'49.34" O, apresentando uma cota altimétrica média de 276 metros. O total da área desse terreno é de aproximadamente 5670,09 m<sup>2</sup>.

Dentre as alternativas, esse terreno apresenta algumas desvantagens, que são: distanciamento do corpo receptor, necessidade de bombeamento do emissário final e residências próximas ao local da implantação da ETE. O corpo receptor dessa alternativa também é o Rio Saudades, que fica aproximadamente 773 metros distante do mesmo. Já em relação à área residencial, as residências mais próximas ficam a 30 metros do terreno.

As vantagens desse terreno são que a rede elétrica está próxima e o terreno não tem histórico de alagamento. Outro fator importante dessa alternativa é o comprimento do interceptor, entre todas as alternativas, essa é a que apresenta a menor distância entre a estação elevatória de esgoto (EEE) final e a ETE.

### 3.2.4 Alternativa 4

A área que se refere à Alternativa 4 está localizada na Linha Santo Afonso, interior de Saudades, fora da região urbana. O acesso ao terreno é feito através de uma estrada com parte pavimentada e outra sem pavimentação, sendo que a distância da ETE até a Rodovia SC-469 é de aproximadamente 1914 metros. O terreno localiza-se nas coordenadas de latitude 26°56'24,91" S e longitude 52°59'19,25" O e apresenta uma cota altimétrica média 279 metros.

O lançamento do efluente tratado dessa alternativa será também o Rio Saudades, que está a uma distância de 200 metros. O efluente não irá precisar de bombeamento para chegar até o corpo receptor, havendo assim uma economia em energia elétrica. Essa alternativa é a que apresenta a maior área total de terreno, com aproximadamente 6706,82 m<sup>2</sup>.

Dentre todas as alternativas, essa é a que apresenta a maior distância de área residencial, pois está localizada em uma área rural. Também tem como vantagens, iguais as outras alternativas: ter rede elétrica próxima e a área não ter perigo de alagamento, conforme mostra o estudo do PMSB. Porém essa alternativa apresenta uma grande desvantagem em relação às outras, que é o distanciamento do interceptor, pois o mesmo tem uma extensão de 2524 metros.

### 3.2.5 Avaliação do terreno para implantação da ETE

A avaliação de todas as alternativas de terrenos para implantação de uma ETE no município de Saudades pode ser vista no Quadro 3. Lembrando que a avaliação seguiu a metodologia do item 2.2.

Quadro 3 - Avaliação final dos terrenos para implantação da ETE

<b>Critério</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>	<b>Alternativa 4</b>
Área (m <sup>2</sup> )	3162,64	5446,56	5670,09	6706,82
Nota:	30	40	40	50
Acesso	Tem acesso pela R. São Francisco e Estrada Linha	Tem acesso pela R. São Francisco e Estrada Linha	Tem acesso pela principal rua do município e é	Está 1914 m da rua principal, uma parte pavimenta

	Solteiro, ambas sem pavimentação	Solteiro, ambas sem pavimentação	pavimentada	outra não.
Nota:	40	40	50	30
Proximidade de rede elétrica	Rede elétrica passa em frente ao terreno	Rede elétrica passa em frente ao terreno	Rede elétrica passa em frente ao terreno	Rede elétrica passa em frente ao terreno
Nota:	50	50	50	50
Proximidade de habitações	Está na área urbana, há uma distância de 460 m de área residencial	Está na área urbana, há uma distância de 270 m de área residencial	Está na área urbana, há uma distância de 30 m de área residencial	Está na área rural, longe de área residencial
Nota:	40	30	20	50
Proximidade do corpo receptor	Está locado a 200 m do rio e o emissário final será por gravidade	Está locado a 100 m do rio e o emissário final será por gravidade	Está locado a 773 m do rio e o emissário final será por bombeamento	Está locado a 200 m do rio e o emissário final será por gravidade
Nota:	40	50	20	40
Custo de linha de recalque	Custo estimado em R\$ 41671,34	Custo estimado em R\$ 41671,34	Custo estimado em R\$ 30045,72	Custo estimado em R\$ 53649,92
Nota:	40	40	50	30

<b>Crítério</b>	<b>Alternativa 1</b>	<b>Alternativa 2</b>	<b>Alternativa 3</b>	<b>Alternativa 4</b>
Custo do emissário da EEE até ETE	Custo estimado em R\$ 19854,00	Custo estimado em R\$ 23052,70	Custo estimado em R\$ 10456,44	Custo estimado em R\$ 55679,44
Nota:	40	30	50	20
Impacto Ambiental	O terreno de pastagem e fora de área de APP	O terreno de pastagem e fora de área de APP	O terreno de pastagem e fora de área de APP porém poderá ter algumas supressão de árvores	O terreno de pastagem e fora de área de APP
Nota:	50	50	40	50
Topografia	Necessidade baixa de aterramento	Necessidade média de aterramento	Terreno plano	Terreno plano
Nota:	40	30	50	50
Risco de Inundação	Sem risco de inundação	Sem risco de inundação	Sem risco de inundação	Sem risco de inundação
Nota:	50	50	50	50
Nota Total:	420	410	420	420

Fonte: Autores, 2016.

Ao analisar a avaliação das alternativas de terreno do Quadro 3, nota-se que o resultado mostrou que três alternativas apresentaram as mesmas notas. O

terreno com a menor nota obteve 410 pontos enquanto que os outros ficaram com 420 pontos.

O terreno da Alternativa 1 obteve nota máxima em três critérios: proximidade de rede elétrica, impacto ambiental e risco de inundação. A sua menor nota ficou por conta da área disponível, sendo ela a menor entre todas as alternativas.

Com a menor nota de todas as alternativas, o terreno 2 obteve nota máxima em quatro critérios: proximidade de rede elétrica, proximidade do corpo receptor, impacto ambiental e risco de inundação. Porém, nos critérios de proximidade de habitações, custo estimado do emissário da EEE até a ETE e a necessidade de terraplanagem, suas notas foram razoáveis, fazendo com que este terreno seja descartado para implantação da ETE.

O terreno 3 apresentou nota máxima em seis critérios: acesso, proximidade de rede elétrica, custo da linha de recalque, custo estimado do emissário da EEE até a ETE, topografia e risco de inundação. Suas notas baixas foram em dois critérios: proximidade do corpo receptor e proximidade de residências. Uma vez que estes critérios apresentam bastante peso na hora da escolha de um terreno para implantação.

A Alternativa 4 também conseguiu notas máximas nos seguintes critérios: área, rede elétrica, proximidade de habitações, impacto ambiental, topografia e risco de inundação. Foi a alternativa que apresentou os maiores custos e, também, a alternativa que teve a menor nota no critério acesso.

Apesar de ter três terrenos com as mesmas notas, a Alternativa 1 foi escolhida como a melhor opção para implantação da ETE, pois essa alternativa, comparando com a Alternativa 3, apresenta melhor resultado nos quesitos: proximidade de residências e proximidade do corpo receptor. Lembrando que a Alternativa 1 não precisará de bombeamento no emissário final, enquanto que na Alternativa 3 o efluente tratado irá precisar de estação de recalque, ou seja, irá ter gastos com energia elétrica. Já se comparar a Alternativa 1 com a Alternativa 4 é possível observar que a primeira é mais viável economicamente.

### 3.3 COMPARAÇÃO TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL DAS ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

O melhor tratamento de esgoto do município de Saudades foi escolhido pelos critérios mencionados no item 2.3. Os resultados desses critérios estão demonstrados nos itens a seguir.

#### 3.3.1 Demanda de área

O resultado da demanda de área para implantação da ETE das oito alternativas de tratamento está demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Estudo da demanda de área das alternativas de tratamento de esgoto

Demanda de Área					
Sistema	Demanda de área em m <sup>2</sup> /hab			Demanda de área para implantação (m <sup>2</sup> )	Comparação em %
	Mínimo*	Máximo*	Adotado (média)		
Reator UASB	0,03	0,10	0,07	909	100%
UASB + Biofiltro Aerado Submerso	0,05	0,15	0,10	1.398	154%
UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga	0,10	0,20	0,15	2.097	231%

Demanda de Área					
Sistema	Demanda de área em m <sup>2</sup> /hab			Demanda de área para implantação (m <sup>2</sup> )	Comparação em %
	Mínimo*	Máximo*	Adotado (média)		
UASB + Lodos Ativados	0,08	0,20	0,14	1.957	215%
Lodos Ativados Convencional	0,12	0,25	0,19	2.586	285%
Lodos Ativados com Aeração Prolongada	0,12	0,25	0,19	2.586	285%
Lagoa Facultativa	2,00	4,00	3,00	41.940	4615%
Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa	1,50	3,00	2,25	31.455	3462%

\* SPERLING p. 358 (2014)

Fonte: Autores, 2016.

Através dos resultados demonstrados na Tabela 2, observa-se que o reator UASB é o sistema de tratamento que necessita da menor área para implantação, aproximadamente 909 m<sup>2</sup>. Os sistemas com lagoas, tanto a lagoa facultativa como o sistema australiano mostraram que demandam as maiores áreas,

acima de 30000m<sup>2</sup>. A alternativa de terreno escolhida para implantação da ETE em Saudades apresenta uma área de 3162 m<sup>2</sup>, ou seja, os sistemas de lagoas não são combatíveis e por isso serão descartados das próximas avaliações. É importante destacar que apesar dos sistemas compostos por UASB apresentaram as menores demandas de área para implantação de uma ETE, esse reator necessita de uma complementação. Com isso, as áreas que terão UASB deverão ser maiores.

### 3.3.2 Consumo de energia

Na Tabela 3, observam-se os resultados referentes ao consumo de energia anual de alguns sistemas de tratamento. Outras alternativas de tratamento não mostraram dados referentes ao consumo de energia, pois esse critério é referente ao consumo de energia de sistema de aeração. Como o reator UASB e UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga não possuem sistema de aeração, não foram analisados nesse critério.

Tabela 3 - Consumo de energia anual das alternativas de tratamento de esgoto

Potência Instalada e Demanda de Energia Elétrica					
Sistema	Potência per capita consumida em kWh/hab.ano			Consumo de energia total em kWh ao ano	Comparação em %
	Mínimo*	Máximo*	Adotado (média)		
Reator UASB	0	0	0	0	-
UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga	0	0	0	0	-
Lodos Ativados Convencional	18,00	26,00	22,00	307.560	129%
UASB + Biofiltro Aerado Submerso	14,00	20,00	17,00	237.660	100%
UASB + Lodos Ativados	14,00	20,00	17,00	237.660	100%
Lodos Ativados com Aeração Prolongada	20,00	30,00	25,00	349.500	147%

\* SPERLING p. 358 (2014)

Fonte: Autores, 2016.

Ao analisar os resultados da Tabela 3, conclui-se que o consumo de energia total por ano do sistema UASB com BAS e UASB com lodos ativados apresentam os mesmos valores, consomem cerca de 237660 kWh/ano. Já o sistema

de lodos ativados com aeração prolongada apresenta maior consumo de energia, equivalente a 349500 kWh/ano.

### 3.3.3 Volume de lodo a ser tratado

Os valores referentes à produção anual de lodo líquido a serem tratados nas alternativas de tratamento estudadas podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 4 - Volume de lodo líquido a ser tratado pelas diferentes alternativas de tratamento

Sistema	Lodo líquido a ser tratado			Total em m <sup>3</sup> /ano	Comparação em %
	Per capita em L/hab.ano				
	Mínimo*	Máximo*	Adotado (média)		
Reator UASB	70,00	220,00	145,00	2.027	100%
UASB + Biofiltro Aerado Submerso	180,00	400,00	290,00	4.054	200%
UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga	180,00	400,00	290,00	4.054	200%
UASB + Lodos Ativados	180,00	400,00	290,00	4.054	200%
Lodos Ativados Convencional	1100,00	3000,00	2050,00	28.659	1414%
Lodos Ativados com Aeração Prolongada	1200,00	2000,00	1600,00	22.368	1103%

\* SPERLING p. 358 (2014)

Fonte: Autores, 2016.

Conforme são mostrados na Tabela 4, os reatores UASB seguidos por outras tecnologias mostraram os mesmos resultados, ou seja, os sistemas geram 4054 m<sup>3</sup>/ano de lodo líquido a ser tratado. A tecnologia de lodos ativados convencional é a que apresenta a maior geração anual de lodo, aproximadamente 28700 m<sup>3</sup>. Já o reator UASB foi o que apresentou a menor geração de lodo a ser tratado.

### 3.3.4 Volume de lodo a ser disposto

A seguir, na Tabela 5, podem ser observados para cada alternativa de tratamento os valores pertinentes aos volumes anuais de lodo desidratado a ser disposto.

Tabela 5 - Volume de lodo desidratado a serem dispostos em cada alternativa estudada

Lodo desidratado a ser disposto					
Sistema	Per capita em L/hab.ano			Total em m <sup>3</sup> /ano	Comparação em %
	Mínimo*	Máximo*	Adotado (média)		
Reator UASB	10,00	35,00	22,50	315	100%
UASB + Biofiltro Aerado Submerso	15,00	55,00	35,00	489	156%
UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga	15,00	55,00	35,00	489	156%
UASB + Lodos Ativados	15,00	60,00	37,50	524	167%
Lodos Ativados Convencional	35,00	90,00	62,50	874	278%
Lodos Ativados com Aeração Prolongada	40,00	105,00	72,50	1.014	322%

\* SPERLING p. 358 (2014)

Fonte: Autores, 2016.

De acordo com a Tabela 5, o reator UASB demonstra o menor volume de lodo desidratado a ser disposto, em torno de 315 m<sup>3</sup>/ano. Os sistemas de lodos ativados convencional e lodos ativados com aeração prolongada foram os que apresentaram o maior volume de lodo desidratado a ser disposto, gerando 874 e 1074 m<sup>3</sup>/ano, respectivamente.

### 3.3.5 Custo de implantação

O custo de implantação dos diferentes sistemas de tratamento de esgoto pode ser analisado na Tabela 6.

Tabela 6 - Custo de implantação das alternativas de tratamento analisadas

Custos de implantação per capita					
Sistema	Custo de Implantação per capita em R\$			Custo Total de Implantação em R\$	Comparação em %
	Mínimo*	Máximo*	Adotado (média)		
Reator UASB	40,00	120,00	80,00	1.118.400,00	100%
UASB + Biofiltro Aerado Submerso	120,00	250,00	185,00	2.586.300,00	231%
UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga	150,00	250,00	200,00	2.796.000,00	250%
UASB + Lodos Ativados	120,00	250,00	185,00	2.586.300,00	231%
Lodos Ativados Convencional	240,00	300,00	270,00	3.774.600,00	338%
Lodos Ativados com Aeração Prolongada	200,00	270,00	235,00	3.285.300,00	294%

\* SPERLING p. 358 (2014)

Fonte: Autores, 2016.

Segundo consta na Tabela 6, o UASB + Biofiltro Aerado Submerso e UASB + Lodos Ativados apresentam os mesmos custos para implantação, em torno de R\$ 2.586.300,00. O reator UASB foi à alternativa com menor custo de implantação, cerca de R\$ 1.118.400,00. Já o sistema de lodos ativados convencional apresentou o maior valor de custo para implantação.

### 3.3.6 Custo de operação e manutenção

Na Tabela 7 estão mostrados os resultados dos custos anuais de operação e manutenção dos diversos sistemas de tratamento de esgoto.

Tabela 7 - Custos anuais de operação e manutenção das alternativas analisadas

Custos Anuais de Operação e Manutenção					
Sistema	Custo de operação/manutenção anuais per capita em R\$			Custo de operação e manutenção em R\$	Comparação em %
	Mínimo*	Máximo*	Adotado (média)		
Reator UASB	6,00	10,00	8,00	111.840	100%
UASB + Biofiltro Aerado Submerso	15,00	30,00	22,50	314.550	281%
UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga	12,00	18,00	15,00	209.700	188%
UASB + Lodos Ativados	15,00	30,00	22,50	314.550	281%
Lodos Ativados Convencional	20,00	40,00	30,00	419.400	375%
Lodos Ativados com Aeração Prolongada	20,00	40,00	30,00	419.400	375%

\* SPERLING p. 358 (2014)

Fonte: Autores, 2016.

É possível observar na Tabela 7 que o reator UASB, como no critério anterior, é o sistema que apresenta o menor custo anual de operação e manutenção. O custo baixo desse sistema é explicado pela simplicidade da tecnologia, pois não há muita manutenção e a construção também é simples. Tanto o sistema de lodos ativados convencional quanto o sistema de lodos ativados com aeração prolongada, necessitam de operação sofisticadas e também apresentam alto índice de mecanização. Esses motivos são uma das causas para esses dois sistemas apresentarem o maior custo anual de operação e manutenção dentre todas as tecnologias analisadas, cada um tem um custo em torno de R\$ 4.194,00.

### 3.3.7 Eficiências típicas de tratamento

A eficiência média dos sistemas de tratamento estudados na remoção de alguns parâmetros importantes na qualidade do tratamento de efluentes pode ser visualizada na Tabela 8.

Tabela 8 - Eficiência média dos sistemas de tratamento de remoção de alguns poluentes

Eficiência Média de Remoção dos Sistemas de Tratamento						
Sistema	DBO <sub>5</sub> (%)	DQO (%)	SS (%)	Amônia-N (%)	N Total (%)	P Total (%)
Reator UASB	60 a 75	55 a 70	65 a 80	>50	<60	<35
UASB + Biofiltro Aerado Submerso	83 a 93	75 a 88	87 a 93	50 a 85	<60	<35
UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga	80 a 93	73 a 88	87 a 93	>50	<60	<35
UASB + Lodos Ativados	83 a 93	75 a 88	87 a 93	50 a 85	<60	<35
Lodos Ativados Convencional	85 a 93	80 a 90	87 a 93	>80	<60	<35
Lodos Ativados com Aeração Prolongada	90 a 97	83 a 93	87 a 93	>80	<60	<35

Fonte: SPERLING p. 35, (2014).

Observa-se na Tabela 8 que o sistema de lodos ativados com aeração prolongada, dentre todos os seis sistemas de tratamento analisados, é o que apresenta a melhor eficiência na remoção de DBO<sub>5</sub> e DQO. Nos outros parâmetros, esse sistema é mais eficiente em alguns ou apresenta a mesma percentagem de remoção em outros. Os reatores UASB combinado com outros sistemas também mostraram boa remoção dos parâmetros. Porém, o reator UASB, apesar de demonstrar os melhores resultados, comparando com os demais sistemas propostos nos critérios anteriores, apresenta uma eficiência média de remoção de DBO<sub>5</sub> menor do que a exigida pelo código estadual do meio ambiente. Portanto, esse sistema foi descartado para ser implantado no município de Saudades.

### 3.3.8 Sistema de tratamento adotado

Após realizar as análises nos critérios de demanda de área, consumo de energia, volume de lodo a ser tratado, volume de lodo a ser disposto, custo de implantação, custo de operação e manutenção e eficiência de remoção de

poluentes, obtém-se a conclusão que dos oito sistemas de tratamento propostos, dois foram descartados por apresentarem área maior que o terreno escolhido, e um foi descartado por não atender o código estadual do meio ambiente de Santa Catarina. Assim, a alternativa de tratamento que apresentou os resultados mais propícios para ser implantado no município de Saudades é o tratamento combinado entre UASB e Biofiltro Aerado Submerso. Esse sistema foi o segundo com menor demanda de área, facilitando na obtenção do terreno que não é público.

Junto com o sistema combinado entre UASB e lodos ativados, o sistema escolhido é o que menos consome energia. Em vista disso, além de ter um menor consumo de energia elétrica para seu funcionamento, este sistema de tratamento também apresenta um aspecto ambiental, quando considerada a economia de recursos naturais para a geração desta energia, comparando o gasto energético desta alternativa com as demais.

Nos critérios de disposição e tratamento de lodo, apresentou-se como uma das melhores alternativas de tratamento. Considerando que esses dois critérios têm grande importância na questão econômica do sistema, devido a inclusão de custos com transporte para disposição final do lodo gerado, produtos e equipamentos para o seu tratamento e estabilização.

Em relação aos custos de implantação, operação e manutenção, o sistema mostrou-se ser a opção mais econômica junto com sistema combinado UASB e lodos ativados. É importante lembrar que essa alternativa atende às legislações pertinentes no quesito eficiência na remoção de parâmetros que poluem os esgotos domésticos e que o reator UASB apresenta dificuldade de operação se houver variações no efluente.

### 3.4 VAZÕES

Para o cálculo da vazão de infiltração consideram-se 25,277 quilômetros de rede. Usando a Equação 11, a vazão de infiltração resultou em 5,0554 L/s. Após o cálculo da vazão de infiltração, calculou-se as vazões mínima, média e máxima com infiltração, somando o valor da vazão de infiltração com os valores das demais

vazões sem infiltração. Os resultados das vazões sem e com infiltração no período do horizonte de projeto do Plano Municipal de Saneamento Básico estão expressos na Tabela 9.

Tabela 9 - Vazões de contribuição sem e com infiltração no município de Saudades

Ano	População (PMSB)	Vazão (L/s)					
		Sem Infiltração			Com infiltração		
		Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima
2009	4400	3,96	7,93	14,27	9,02	12,98	19,33
2010	4515	4,07	8,13	14,64	9,12	13,19	19,70
2011	4553	4,10	8,20	14,77	9,16	13,26	19,82
2012	4592	4,14	8,27	14,89	9,19	13,33	19,95
2013	4630	4,17	8,34	15,02	9,23	13,40	20,07
2014	4670	4,21	8,41	15,15	9,26	13,47	20,20
2015	4709	4,24	8,48	15,27	9,30	13,54	20,33
2016	4749	4,28	8,56	15,40	9,33	13,61	20,46
2017	4789	4,31	8,63	15,53	9,37	13,68	20,59
2018	4829	4,35	8,70	15,66	9,41	13,76	20,72
2019	4870	4,39	8,77	15,79	9,44	13,83	20,85
2020	4911	4,42	8,85	15,93	9,48	13,90	20,98
2021	4953	4,46	8,92	16,06	9,52	13,98	21,12
2022	4995	4,50	9,00	16,20	9,56	14,06	21,26
2023	5037	4,54	9,08	16,34	9,59	14,13	21,39
2024	5080	4,58	9,15	16,48	9,63	14,21	21,53
2025	5122	4,61	9,23	16,61	9,67	14,28	21,67
2026	5166	4,65	9,31	16,75	9,71	14,36	21,81
2027	5209	4,69	9,39	16,89	9,75	14,44	21,95
2028	5253	4,73	9,46	17,04	9,79	14,52	22,09
2029	5298	4,77	9,55	17,18	9,83	14,60	22,24
2030	5343	4,81	9,63	17,33	9,87	14,68	22,38

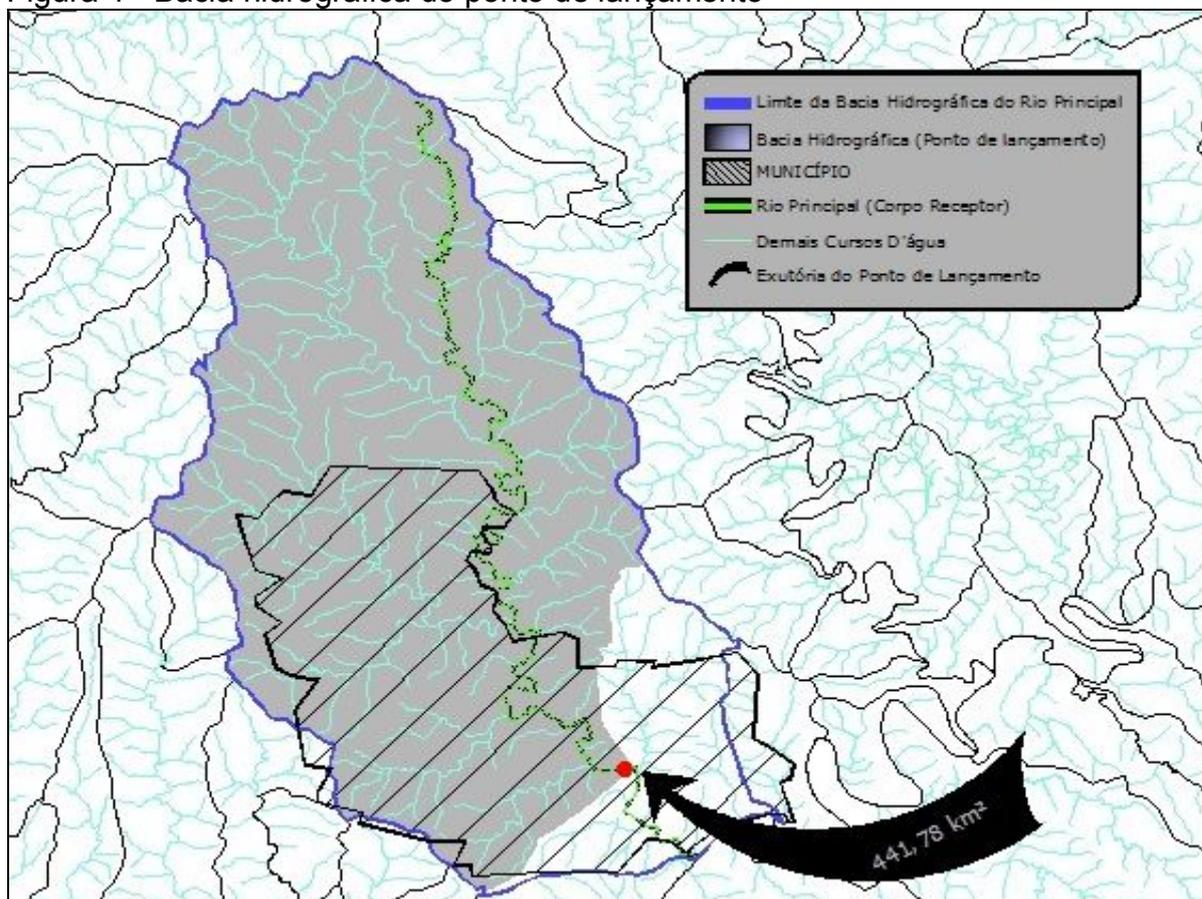
Fonte: Autores, 2016.

De acordo com os resultados expressos na Tabela 9, no ano de 2030, fim de plano, a vazão média com infiltração será de 14,68L/s e a vazão máxima irá ser de 22,38 L/s.

Conforme preconiza o inciso VII do Art. 177 do código estadual do meio ambiente do estado de Santa Catarina, as avaliações devem ser feitas para as condições mais desfavoráveis ao meio ambiente a fim de assegurar os padrões de qualidade previstos para o corpo de água. A vista disso, além de calcular as vazões geradas pelo município, calculou-se a vazão do rio, com intuito de assegurar o equilíbrio no sistema do corpo hídrico.

Portanto, para calcular a vazão  $Q_{7,10}$  do rio foi traçado a bacia hidrográfica do ponto de lançamento do efluente da ETE de Saudades com auxílio do *software* indicado no item 2.5.1. A área de drenagem dessa bacia corresponde ao equivalente 441,78 Km<sup>2</sup> e está ilustrada na Figura 4.

Figura 4 - Bacia hidrográfica do ponto de lançamento



Fonte: Autores, 2016.

Levantando a área da bacia hidrográfica a montante do ponto de lançamento, usando a Equação 12, calculou-se a  $Q_{MIN7}$ , na qual resultou 2021,86 L/s. Logo, com esse resultado aplicou-se a Equação 13, resultando a  $Q_{7,10}$  em 828,96 L/s. Na Tabela 10, está o resumo dos resultados da vazão com infiltração máxima e média de final de plano e também o resultado da vazão do Rio Saudades no ponto de lançamento do efluente.

Tabela 10 – Vazão do corpo hídrico e vazões que chegarão na ETE de Saudades

Vazão	(L/s)
Rio Saudades (Q <sub>7,10</sub> )	828,96
Máxima que chega na ETE	22,38
Média que chega na ETE	14,68

Fonte: Autores, 2016.

Conclui-se a partir dos dados da Tabela 10 que o Rio Saudades comportaria a vazão do efluente gerado no município, pois a vazão máxima que chegará na ETE é aproximadamente trinta e sete vezes menor que a vazão do corpo d'água.

#### 4 CONCLUSÕES

Neste trabalho realizou-se um estudo locacional, técnico e econômico para implantação de uma ETE no município de Saudades/SC. Optou-se pela realização desse estudo pelo fato do município não dispor de um sistema de esgotamento sanitário, uma vez que o corpo receptor recebe o efluente sem ter o tratamento necessário, expondo os habitantes a uma possível doença relacionada com a falta de saneamento, comprometendo a qualidade de vida e o meio ambiente local.

O município de Saudades não apresenta nenhum cadastro de rede de água e esgoto. Foram obtidos através de um *software* os pontos cotados para área urbana. Com esses pontos foi possível delimitar sub-bacias de esgotamento sanitário. Na área urbana foram delimitadas cinco sub-bacias.

Através de uma análise prévia feita através de imagem do *Google Earth*, foram selecionadas algumas alternativas de terreno. Posteriormente, em uma visita à campo observou-se a caracterização física destes terrenos, com a seleção de quatro alternativas de área para implantação de uma ETE.

Em relação ao tipo de tratamento do efluente gerado no município, no primeiro instante foram selecionadas oito alternativas para ser avaliadas em diferentes critérios. Os sistemas avaliados foram: UASB; UASB + Biofiltro Aerado Submerso; UASB + Filtro Biológico Percolador de Alta Carga; UASB + Lodo

Ativados; Lodos Ativados Convencionais; Lodos Ativados com Aeração Prolongada; Lagoa Facultativa e Lagoa Anaeróbia + Lagoa Facultativa.

As quatro alternativas de terrenos foram avaliadas por critérios técnicos, econômicos e ambientais, resultando empate entre três alternativas. A Alternativa 1 foi escolhida como a mais apropriada, pois em relação as outras duas, essa alternativa mostrou-se mais viável economicamente. Os oito conjuntos de sistema de tratamento também foram avaliados por critérios técnicos, econômicos e ambientais. No primeiro critério avaliado, demanda de área, os sistemas contendo lagoas foram preteridos, pois apresentaram demanda de áreas maiores que a alternativa de terreno escolhida, inviabilizando suas implantações. Os resultados das análises dos critérios para a escolha do melhor tratamento reafirmaram a necessidade de ter pós-tratamento no sistema contendo somente o reator UASB, pois, apesar desse sistema obter bons resultados nos critérios de economia, ele apresenta deficiência na remoção de parâmetros que poluem o esgoto. Então, para o tratamento de esgoto do município de Saudades, foi sugerido o sistema UASB seguido de Biofiltro Aerado Submerso, visto que esse sistema apresentou-se viável economicamente e está de acordo com as legislações pertinentes no quesito eficiência de tratamento. Os resultados demonstraram que não há um sistema de tratamento de esgoto que seja melhor em todos os critérios, e possa ser indicado como melhor para quaisquer condições.

Quanto ao estudo de vazões do efluente gerado no município é possível afirmar que o Rio Saudades, corpo receptor, comportará a vazão do esgoto no ponto de lançamento, já que sua vazão é aproximadamente trinta e sete vezes, maior.

## **STUDY LOCATIONAL, TECHNICAL AND ECONOMIC FOR DEPLOYMENT OF AN WWTP IN CITY OF SAUDADES-SC**

### **ABSTRACT**

Sanitation in Brazil is in a precarious situation since thousands of people, especially low-income people, who don't have access to treated water and (wastewater) sewage treatment. Effluents discharged into receiving water bodies without proper treatment cause degradation to the environment and transmit diseases to the population, bringing problems to public health. The city of Saudades/SC has a wastewater disposal system in a subdivision with only 15 property connections.

273

Meanwhile the urban area has no sewerage reticulation and no sewage treatment, and this sewage is released in the water body. As a result, this work/paper contains a study of location and treatment system alternatives choosing the most suitable alternative to the municipality based on technical, economic and environmental criteria. The results indicate that the best location alternative was Alternative 1 and the best wastewater treatment system for the city of Saudades was UASB followed by Biofilter Submerged Aerated. The chosen alternative is the most economically viable.

**Keywords:** Alternative study. Wastewater treatment. City of Saudades/SC.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648:** Estudo de concepção de sistemas de esgotamento sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 06 nov. 2015.

\_\_\_\_\_. Fundação Nacional de Saúde - Funasa. **Manual de saneamento.** 3. Ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

CAMPOS, Leonardo. **Estudo de alternativas locacionais e processos de tratamento de esgoto no município de Canelinha, SC.** 2011. 78 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2011.

COSTAS, Beatriz Veras. **Sistema de esgotamento sanitário - Estudo de caso de caso: Treviso/SC.** 2012. 98 f. Monografia (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.

DIÁRIO CATARINENSE. **Saneamento Básico de Santa Catarina é o 2º pior do país, diz pesquisa.** Disponível em: <<http://diariocatarinense.clicrbs.com.br/sc/noticia/2008/10/saneamento-basico-de-sc-e-o-2-pior-do-pais-diz-pesquisa-2257016.html>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

JORDÃO, Eduardo Pacheco. PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos.** 7. ed. Rio de Janeiro, 2014.

LEME, Edson José de Arruda. **Manual prático de tratamento de águas residuárias.** São Carlos: EdUFSCar, 2010.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. **Ranking IDHM unidades da federação 2010.** Disponível em:

<<http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-UF-2010.aspx>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

SANTA CATARINA. **Lei nº 14675 de 13 de abril de 2009**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Disponível em: <[http://www.observatorioflorestal.org.br/wp-content/uploads/2013/11/Codigo\\_Estadual\\_Meio\\_Ambiente\\_Santa\\_Catarina.pdf](http://www.observatorioflorestal.org.br/wp-content/uploads/2013/11/Codigo_Estadual_Meio_Ambiente_Santa_Catarina.pdf)>. Acesso em: 08 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. **Regionalização de vazões das bacias hidrográficas estaduais do estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 2006. v.1.

SAUDADES. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Saudades, 2011.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Ministério das Cidades. **Diagnósticos dos serviços de água e esgoto – 2013**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=105>>. Acesso em: 04 abr. 2016.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL – Sinapi. Caixa. **Preços de insumos**. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-sc/SINAPI\\_Preco\\_Ref\\_Insumos\\_SC\\_032015\\_Desonerado.PDF](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2014-sc/SINAPI_Preco_Ref_Insumos_SC_032015_Desonerado.PDF)>. Acesso em: 10 mai. 2016

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. v. 1.