

## II-049 – ESTUDO DE CONCEPÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE ILHOTA/SC

**Mayra Miranda<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade do Vale do Itajaí (2017).

**Tânia Denise Pedrelli<sup>(2)</sup>**

Graduada em Engenharia Química, Especialista em Gerenciamento de Águas e Efluentes, MBA em Perícia e Auditoria Ambiental e Mestre em Engenharia Ambiental pela UFSC. Docente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UNIVALI e concursada como Fiscal de Saúde Pública no município de Balneário Camboriú. E-mail: taniapedrelli@yahoo.com.br.

**Carolina Schmanech Mussi<sup>(3)</sup>**

Graduada em Oceanografia (2005) pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, com mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental (2011) pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI e doutorado no Programa de Pós-Graduação em Geografia na Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC (2017). Possui experiência nas áreas de Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Planejamento Urbano e Gestão Ambiental.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua João Domingos Pereira, 2436 - Missões - Ilhota - SC - CEP: 88.320-000 - Brasil - Tel: +55 (47) 98456-4831 - e-mail: mayramiranda@gmail.com

### RESUMO

No Brasil, assim como em Santa Catarina, o saneamento básico é uma área carente em função do número reduzido de municípios que possuem coleta e/ou tratamento de esgotos domésticos; fato que corrobora com a necessidade de implantação de sistemas de esgotos sanitários. Por este motivo, o presente trabalho realizou um estudo de concepção do sistema para o município de Ilhota/SC a partir da avaliação das condições sanitárias municipais utilizando os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como ferramenta de suporte. A partir da análise da imagem ortorretificada do aerolevante do ano de 2010 foi identificado o número de ligações por distrito sanitário. Com base nas análises geoespaciais foi definida a localização da estação de tratamento de esgotos, o traçado da rede e direção do fluxo, identificando nove distritos sanitários (para uma população inicial de 6.930 habitantes), sendo que destes, apenas um flui por gravidade até a ETE, sendo os outros compostos por uma estação elevatória. Além disso, foram sugeridas e dimensionadas três modalidades de tratamento: sistema australiano; reator UASB e lodo ativado convencional. Foi realizada ainda a avaliação das vantagens e desvantagens de cada modalidade de tratamento de esgoto a ser proposta. Em concomitante, indicou-se o dimensionamento de sistemas de tratamento individual, do tipo tanque séptico seguido de filtro anaeróbio e tanque séptico seguido de sumidouro, para as áreas não contempladas pelo sistema coletivo. Desta forma, esta pesquisa gerou subsídios para os gestores municipais na escolha do sistema de esgotamento sanitário para o município de Ilhota/SC.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento Básico, Esgotamento Sanitário, Qualidade Ambiental, Distritos Sanitários.

### INTRODUÇÃO

Segundo a Lei Federal nº 11.445/2.007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, as áreas temáticas referentes ao saneamento básico compreendem o abastecimento de água potável, esgotamento e tratamento de esgoto sanitário, drenagem pluvial e manejo dos resíduos sólidos urbanos.

A implantação e respectiva gestão eficiente destes setores tornam-se necessárias para a prevenção de inúmeras enfermidades de veiculação hídrica. Além disso, a falta de tratamento do esgoto sanitário pode propiciar à população o uso de água contaminada, através da captação por meio de poços artesianos ou mananciais superficiais (RECESA, 2.008).

No Brasil, a situação é caracterizada pelos baixos índices de coleta e tratamento de esgoto doméstico, sendo que muitas vezes, estes são lançados nos corpos receptores, sem qualquer tratamento prévio; encarecendo os

processos de tratamento da água para abastecimento público e podendo gerar quadros de escassez de água de qualidade até mesmo em regiões, com superávit hídrico. A falta de saneamento básico é um dos maiores problemas socioambientais encontrados no país (IBGE, 2010).

Em Ilhota, município situado no Vale do Itajaí, com estimativa populacional para o ano de 2016 de 13.676 habitantes (IBGE, 2016), a realidade sanitária é bastante parecida à nacional, que segundo dados do Plano Municipal de Saneamento Básico, elaborado em 2012, o município não possui sistema de coleta e tratamento de esgoto e nunca recebeu investimentos para realização de tais serviços. Enquanto o sistema coletivo não é implantado, a Vigilância Sanitária exige dos municípios, tratamento individual do esgoto, através de sistema constituído de caixa de gordura, tanque séptico, filtro anaeróbio ou sumidouro como disposição final dos efluentes no solo (ILHOTA, 2012).

O Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Ilhota, consolidado através da lei municipal nº 1.720/2.012, em seu Artigo 7º, salienta como instrumentos básicos para gestão do saneamento básico no município, programas e projetos específicos da área de saneamento básico (considerado nesta lei, como abastecimento de água e tratamento de esgoto sanitário), cuja meta é a universalização dos serviços de saneamento e completo controle dos efeitos ambientais. Para tanto, instituiu-se como meta, obter até o ano de 2016, 20% da cobertura pela rede esgoto finalizada, com aumento progressivo anual, chegando ao percentual de cobertura de 73% no fim do projeto planejado, no ano de 2042. Porém, segundo informações da Câmara de Vereadores, até o momento as obras de implantação do sistema de esgotamento sanitário não tiveram início.

## **OBJETIVO GERAL**

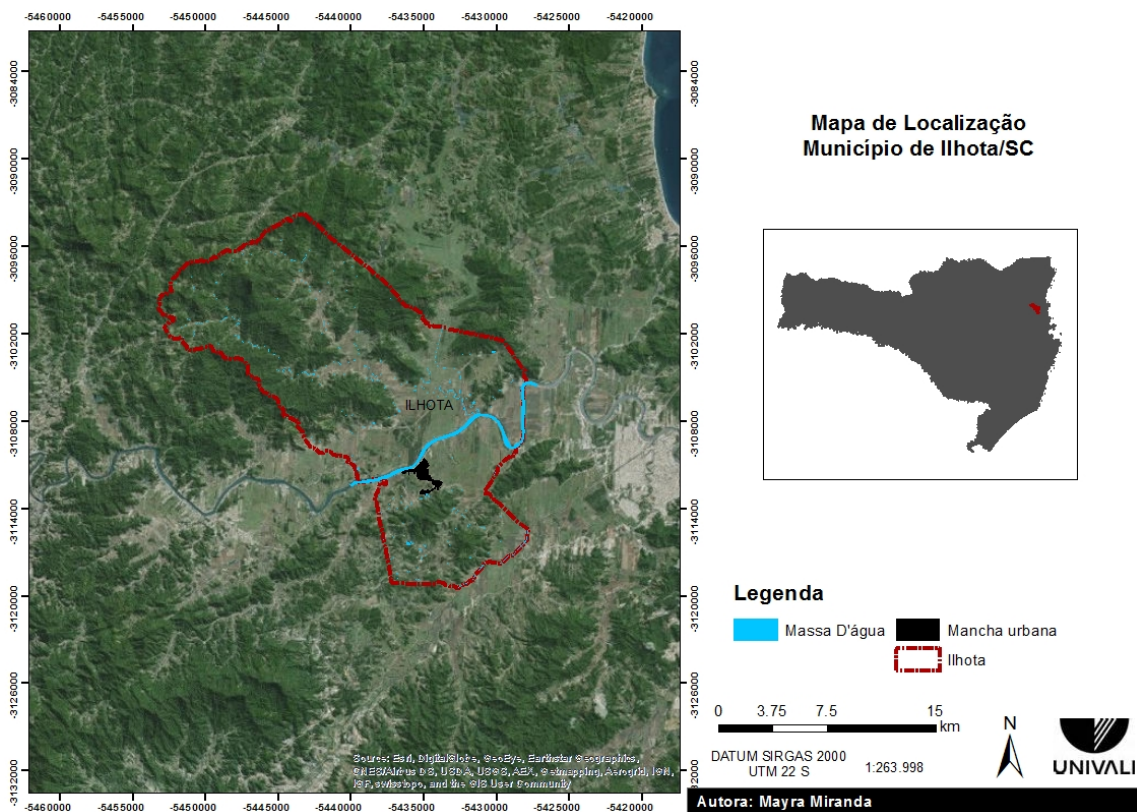
Realizar o estudo de concepção do Sistema de Esgotamento Sanitário no município de Ilhota/SC, contemplando a indicação de uma modalidade de Estação de Tratamento de Efluentes.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Delimitar os distritos sanitários e identificar o número de ligações de esgoto;
- Caracterizar e definir as áreas susceptíveis para a implantação da ETE;
- Definir a melhor localização da ETE;
- Dimensionar três alternativas de ETE compatíveis com a realidade municipal;
- Avaliar as vantagens e desvantagens das alternativas de tratamento propostas;
- Dimensionar sistemas individuais de tratamento de esgotos para as regiões não contempladas pelo sistema.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A área de estudo é o município de Ilhota, localizado no Baixo Vale do Itajaí sob as coordenadas geográficas: longitude: 26°53'59" e latitude: 48°49'38", há uma distância de 111 quilômetros da capital estadual, Florianópolis. Segundo o IBGE (2016), possui 252,884 km<sup>2</sup> de área territorial, com população estimada para 2016 de 13.676 habitantes e densidade demográfica igual a 48,86 hab/ km<sup>2</sup>. Apresentou um crescimento populacional de 1,68% ao ano no período de 2000 a 2010, valor próximo ao do estado de Santa Catarina, que registrou aumento de 1,66% ao ano. Quanto à distribuição espacial da população, no ano de 2010, 63,9% se concentravam na área urbana e os 36,1% restantes, na rural (SEBRAE, 2013). Quanto às características climatológicas, não há dados específicos de Ilhota; por isso, serão utilizados dados do município vizinho de Itajaí, que apresenta temperatura média anual de 21,8°C e temperatura média do mês mais frio (julho) de 17,3°C (GAPLAN, 1986). A Figura 1 apresenta a localização do município.



**Figura 1 – Localização do município de Ilhota/SC.**

Este trabalho foi realizado a partir de pesquisa bibliográfica, embasado em estudos já realizados e pesquisa documental, pois houve análise de ofícios elaborados pelas entidades contatadas, bem como de tabelas estatísticas (IBGE), entre outros. Corresponde ainda a um estudo de caso, cujo objeto de estudo é esgotamento sanitário do município de Ilhota/SC.

A coleta de dados se deu na Prefeitura Municipal de Ilhota, Defesa Civil, Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável – SDS SC e Serviço Geológico do Brasil – CPRM. As bases cartográficas utilizadas foram: o modelo digital de terreno (MDT) e ortofotomosaico de imagens da SDS/SC; as cartas de susceptibilidade à inundação do CPRM (Serviço Geológico do Brasil) e arquivos vetoriais do censo de 2010 do IBGE.

Para caracterização e definição das áreas susceptíveis à implantação da ETE foi considerada a NBR nº 9.648/1986 (Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário) e a NBR nº 12.209/2011 (Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos). Para análise geoespacial dos temas requisitados pelas normativas, foram realizados mapeamentos temáticos indicando as seguintes variáveis:

- A área deve ser à jusante do ponto de captação de água bruta da concessionária local (considerando distância mínima segura para garantir a inexistência de interferência do efluente lançado no corpo receptor);
- Respeitar os limites das áreas de preservação permanente (APP);
- Proximidade do corpo receptor, reduzindo assim a extensão do emissário;
- Usos do zoneamento municipal (plano diretor);
- De preferência mais distante das áreas de alta densidade populacional (para redução dos impactos de vizinhança, como odor);
- Mapeamento de áreas de inundações com respectivas cotas de enchente (a ETE deve ficar em área não alagável ou acima da cota de enchente, para que continue em funcionamento mesmo em caso de emergência) e terreno com área para implantação da ETE, na qual está com a capacidade de tratamento (vazão).

O cruzamento das variáveis foi realizado no SIG através do software Arcgis 10.2, a partir da sobreposição das camadas (overlay) e seleção de atributos (query) por análise de lógica.

A partir da definição da localização da ETE, foi definido o traçado da rede que se deu através da vetorização dos arquivos, segmentação por vértices (feature vértices to point); extração dos valores do modelo digital de elevação (MDE) para os referidos vértices (extract value to point), de onde foi analisada a declividade das vias, que resultou na direção do fluxo. Enquanto a delimitação dos distritos sanitários foi realizada a partir da análise da topografia e definição dos fluxos de escoamento utilizando o software ArcGIS 10.2, onde as cartas temáticas destes temas auxiliaram o cálculo manual dos distritos.

A partir da revisão de literatura, para o sistema coletivo, foram propostas três modalidades de tratamento de esgoto sanitário. Vale ressaltar que neste estudo não foram consideradas questões econômicas na escolha das melhores alternativas, sendo analisadas apenas as características inerentes ao sistema, como requisito de área, custo energético, custo de implantação e aquisição de equipamentos, custo de operação e manutenção, dificuldade dos aspectos operacionais, eficiência na remoção de DBO e problemas de odores.

Adotou-se modalidades baseados nos processos biológicos anaeróbios e aeróbios, por serem as mais usuais em tratamento de esgotos sanitários, sendo representadas pelo sistema de lagoas de estabilização (sistema australiano), reator UASB e lodo ativado convencional.

A área requerida para cada alternativa de tratamento é o somatório das áreas necessárias para a implementação das unidades referentes ao tratamento a nível preliminar, primário e terciário (na qual será a mesma para todas as alternativas), acrescida das áreas obtidas no dimensionamento do tratamento secundário. Para tanto, foram dimensionadas as seguintes unidades: último trecho do tubo, grades (grossa e média), caixa de areia, medidor Parshall, decantador primário e secundário, lagoa anaeróbia, lagoa facultativa, lagoa de maturação, reator UASB, lodo ativado convencional e tanque de contato (cloração).

Para estimativa da população atendida, foi quantificado o número de edificações na área de abrangência da ETE e considerados 3,28 moradores por residência (IBGE, 2016) obtendo-se assim o número de habitantes da área, atualmente. Porém, para o dimensionamento do projeto foi utilizada a projeção da população para vinte e cinco anos, através da projeção geométrica.

Para o cálculo do consumo per capita municipal (L/hab\*dia), foram utilizados os dados concedidos pela concessionária municipal (CASAN) através do documento do Resumo do Faturamento – Líquido, de vazão de água tratada (L/dia) e número total de economias atendidas, onde serão considerados 3,28 moradores por residência atendida (IBGE, 2016), obtendo-se assim a população atendida atualmente.

Após a definição das técnicas de tratamento, aprofundou-se o estudo bibliográfico a fim de apresentar as vantagens e desvantagens de cada técnica. Este estudo poderá servir de subsídio para a entidade que no futuro vier a implantar o sistema de esgotamento sanitário no município, para a definição da técnica mais apropriada.

Para facilitar a apresentação da avaliação feita, foi elaborado um quadro elencando os diversos itens avaliados e atribuindo notas a cada uma das modalidades sugeridas. Atribuiu-se nota 5 para ótimo; 4 para bom; 3 para satisfatório; 2 para regular e, 1 para ruim. Os itens avaliados foram: requisito de área, custo energético, custo de implantação, aquisição de equipamentos, custo de operação e manutenção, dificuldade dos aspectos operacionais, eficiência na remoção de DBO e problemas de odores.

Para o dimensionamento dos sistemas individuais, foram considerados diferentes cenários, tendo 4, 5, 6 e 7 pessoas na residência e variando os padrões de residência em baixo, médio e alto. Os cálculos relacionados ao tanque séptico seguiram as recomendações da NBR 7.229/93, que trata especificamente desta técnica; enquanto o dimensionamento da unidade complementar/disposição final (filtro anaeróbio e sumidouro) seguiram as orientações da NBR 13.969/97, destinada a estas unidades. No caso do sumidouro, foram ainda considerados três taxas de aplicação superficial diferentes (20 L/m<sup>2</sup>.dia, 50 L/m<sup>2</sup>.dia e 90 L/m<sup>2</sup>.dia), a fim de contemplar os diferentes tipos de solo que podem ser encontrados, variando de arenoso à argiloso.

Todas as unidades de tratamento supracitadas foram dimensionadas para formato prismático e cilíndrico, a fim de possibilitar a escolha do usuário que por ventura venha utilizar o presente trabalho como base para construção do seu sistema de tratamento individual.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A definição da área de abrangência do sistema coletivo foi baseada na densidade populacional do município, abrangendo em 2.113 edificações, cuja densidade se deu entre 300 – 5.894 hab/km<sup>2</sup>, em função do custo-benefício do projeto, a fim de elevar a viabilidade de implantação do projeto. Regiões com até 299 hab/km<sup>2</sup> não foram contempladas em função do espaçamento entre as residências, já que a extensão da rede seria elevada enquanto o número de edificações contribuintes reduzida, aumentando expressivamente os custos do projeto.

Além disso, o projeto só contemplou a margem direita do rio Itajaí Açu, pois a construção de uma única estação de tratamento de esgoto (ETE) para atendimento de todo o município resultaria na necessidade de construção de um interceptor para transporte dos efluentes gerados de uma margem a outra, o que elevaria significativamente os custos do projeto. Outra possibilidade seria a construção de duas estações de tratamento de esgotos (uma em cada margem) dispensando assim a necessidade de emissários; porém, a margem esquerda possui densidade populacional predominante de 8 a 20 hab/km<sup>2</sup>, o que inviabiliza economicamente a construção de uma estação de tratamento de esgotos exclusiva para o seu atendimento.

A definição da localização da ETE baseou-se no requisito mínimo de área de cada alternativa de tratamento sugerida, aliada às áreas que estão aptas a receber a estação de tratamento de esgotos (ETE), discutida na metodologia, como é exposto na Figura 1.

A concepção foi inserir toda a ETE dentro da macrozona industrial e serviços, conforme o plano diretor municipal, e aproveitar o máximo possível as áreas caracterizadas pelo CPRM como de chances moderadas de inundação.

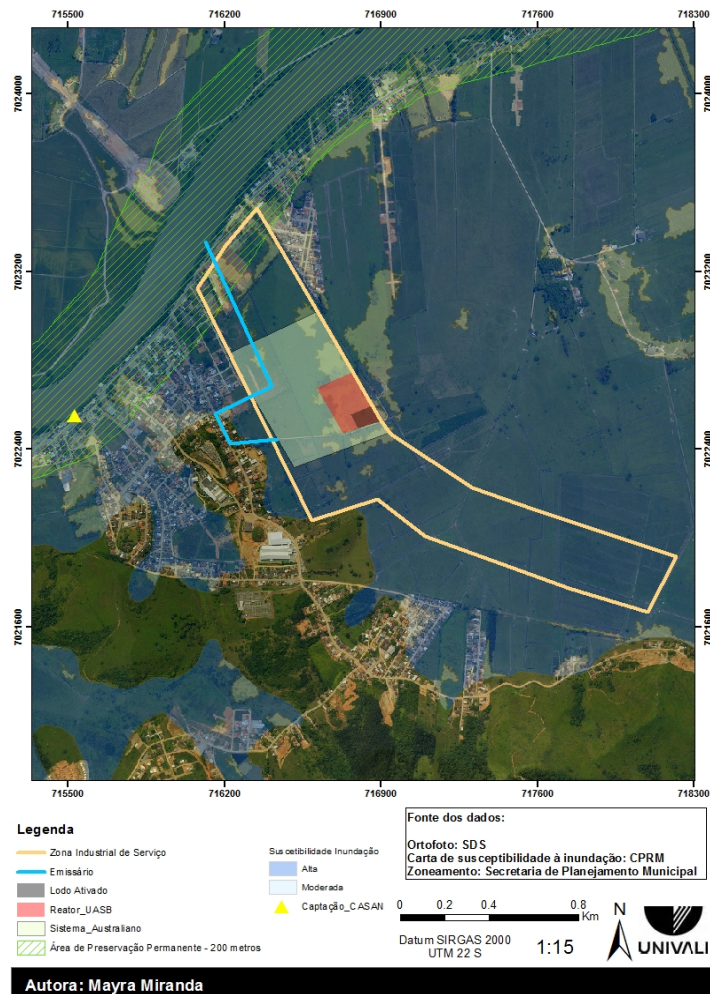
Outro requisito avaliado na definição da localização da ETE foi a existência prévia de vias de acesso que facilitam o tráfego de caminhões e veículos pesados durante o processo de implantação e reduzem os custos com indenização de terras. O traçado da rede do emissário que irá transportar o efluente tratado até o ponto de lançamento no corpo receptor foi projetado utilizando as vias de acesso já disponíveis.

Como pode ser observado na Figura 2, a área requerida para o sistema australiano (polígono verde claro) é expressivamente maior que as demais alternativas necessitam, impossibilitando a alocação integral em áreas de chances moderadas de inundação, compreendendo assim áreas de suscetibilidade alta e moderada de inundação, sendo que a primeira é a predominante no local.

Para a alternativa de tratamento que compreende o sistema de reator UASB, o requerimento de área apresentou valor médio dentre as três alternativas sugeridas. Porém, ainda assim não foi possível alocar toda a ETE em área de suscetibilidade moderada de inundação, incluindo também áreas de suscetibilidade alta de inundação, apesar de estar em proporções relativamente menores.

Por fim, a modalidade de tratamento de lodo ativado convencional resultou na menor área necessária para implantação, possibilitando assim a alocação integral em áreas de suscetibilidade moderada de inundação.

O traçado da rede do emissário que irá transportar o efluente tratado até o ponto de lançamento no corpo receptor foi projetado utilizando as vias de acesso já disponíveis. A parte mais próxima ao corpo receptor onde não há ruas consolidadas faz parte da área de propriedade da prefeitura, onde fica localizada a ponte inaugurada no segundo semestre de 2016, sendo este o motivo da mesma não estar representada no mapa (imagem do aerolevante de 2010). Sendo assim, não haverá necessidade de desapropriação de terras além da área necessária para a implantação da ETE propriamente dita.



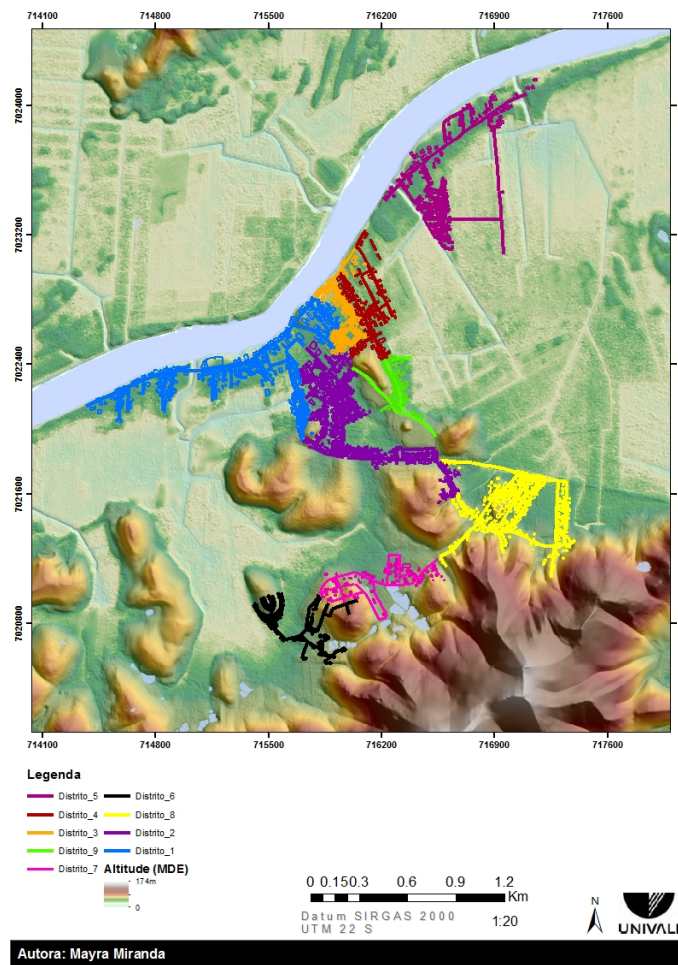
**Figura 2 - Representação da área escolhida para localização da ETE e traçado do emissário até o corpo receptor.**

Foram delimitados na área de abrangência do sistema de esgotamento sanitário coletivo nove distritos sanitários, sendo que destes, apenas um flui totalmente por gravidade, sendo, necessária nos outros oito distritos a implantação de estações elevatórias de esgoto para bombeamento do mesmo.

A definição do traçado da rede foi dificultada pelo fato do município apresentar crescimento desordenado e pela topografia do terreno, tendo necessidade de posicionar a rede em fundo de lote ou até em terrenos particulares, em alguns casos. Além disso, alguns trechos apresentaram tubulação profunda, em função da topografia local e da impossibilidade de traçar um trajeto alternativo nessas áreas para que o esgoto pudesse fluir por gravidade.

Não foram contemplados neste estudo os lotes vazios presentes na área em função da inexistência de informação a esse respeito. Foram delimitados na área de abrangência do sistema de esgotamento sanitário coletivo nove distritos sanitários (Figura 3), sendo que destes, apenas um flui totalmente por gravidade (distrito sanitário 9, em verde claro), sendo, necessária nos outros oito distritos a implantação de estações elevatórias de esgoto para bombeamento do mesmo.

Na região central do município (Rodovia Jorge Lacerda) onde está localizado o centro comercial, representando a maior fonte de renda do município, não foi possível utilizar trajeto alternativo da rede em função da presença de inúmeras residências, que necessitam ser contempladas pelo sistema de esgotamento sanitário. Por este motivo, em caso de implantação da rede coletora, será necessário um complexo gerenciamento da obra para minimização dos transtornos. Sugere-se, então, a implantação nesta área em períodos de baixa temporada, além do auxílio da imprensa para divulgação da informação à população e aos turistas. Bem como sinalização da ocorrência da obra no local.



**Figura 3 - Divisão dos distritos sanitários.**

A Tabela 1 apresenta resumidamente as características dos distritos sanitários identificados, incluindo o somatório de poços de visita e terminais de limpeza. Na coluna “Nº trechos” está incluída a linha de recalque das estações elevatórias; porém a extensão desta rede não foi contemplada na coluna “Extensão da rede (km)”, sendo apresentada no apêndice de cada distrito.

**Tabela 1 – Resumo de informações de todos os distritos sanitários.**

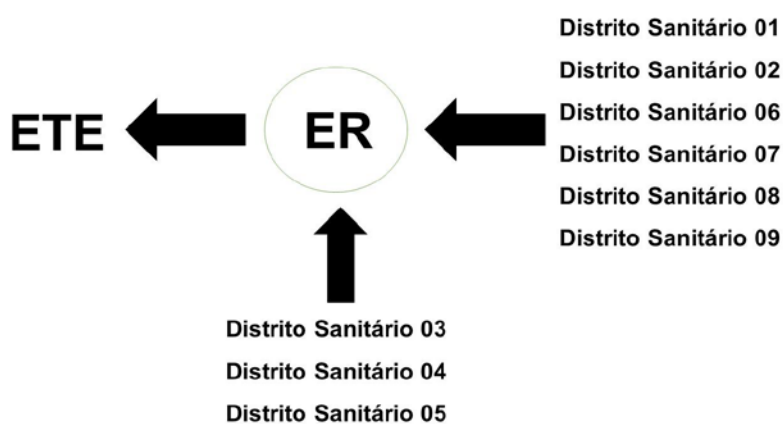
Distrito Sanitário	Nº trechos	Extensão da rede (km)	Nº edificações	Habitantes	Nº PV	Nº TL
1	83	5.21	383	1256.24	64	19
2	85	5.13	589	1931.92	58	28
3	22	1.30	125	410.00	15	7
4	31	1.93	148	485.44	24	7
5	84	4.93	217	711.76	67	17
6	44	2.51	126	413.28	29	15
7	41	2.68	93	305.04	29	12
8	75	4.66	348	1141.44	61	15
9	17	1.19	84	275.52	15	2

Como pode-se observar na tabela acima, o distrito sanitário 01 e o distrito sanitário 09 apresentam a maior e menor extensão de rede, 5.21 km e 1.19 km, respectivamente. O último distrito sanitário é responsável pelo atendimento do menor número de residências (84 unidades), enquanto o distrito sanitário 02 atende o maior

número de residências (589 unidades), o que já era esperado por estar localizado na área de maior concentração da população de baixa renda, incluindo áreas de invasão.

Sabe-se que quanto maior o número de distritos sanitários, maior a exigência de estações elevatórias e, conseqüentemente maior o custo de implantação, operação e manutenção do sistema de esgotamento sanitário. Mas, no caso desta área de estudo, como já mencionado, os aglomerados populacionais não seguiram um padrão de loteamento, e aliado à topografia local, resultou nesta quantidade de distritos.

Para concluir, a Figura 4 apresenta o esquema de entrada e saída da estação de recalque (ER) que antecede a estação de tratamento de esgotos (ETE). Conforme demonstrado na referida Figura, a ER possui duas tubulações de entrada, por onde recebe todo o esgoto coletado nos nove distritos determinados na área de abrangência e uma saída, onde todo esse esgoto é bombeado até a entrada da estação de tratamento de esgoto, onde será tratado e posteriormente lançado no corpo receptor.



**Figura 4 - Esquema do fluxo de entrada e saída de esgotos na Estação de Recalque (ER) que antecede a estação de tratamento de esgotos (ETE).**

A sugestão das três alternativas de tratamento de esgotos foi baseada em pesquisa bibliográfica no que tange às vantagens e desvantagens de cada técnica, a fim de abordar três cenários com níveis tecnológicos diferentes, com investimentos financeiros de projeto, implantação, operação e manutenção do sistema.

Para tanto, foram estudadas técnicas aeróbias e anaeróbias de tratamento, sendo elas: sistema australiano, reator UASB e lodo ativado convencional. No presente estudo, não foram abordadas técnicas de tratamento para a fase sólida do esgoto (lodo), contemplando, assim, apenas a fase líquida.

Von Sperling (2005) em uma análise comparativa entre as modalidades de tratamento mais comuns apresenta as principais vantagens e desvantagens de cada modalidade.

Para o sistema australiano, destaca como vantagens: satisfatória eficiência na remoção de DBO e patogênicos; construção, operação e manutenção simples, reduzidos custos de implantação e operação, ausência de equipamentos mecânicos, requisitos energéticos mínimos, considerável resistência a variações de carga; remoção de lodo necessário apenas após períodos superiores à vinte anos; requisitos de área inferiores aos das lagoas facultativas únicas.

Com relação às desvantagens, têm-se: elevados requisitos de área, dificuldade em satisfazer padrões de lançamento restritivos, existe a possibilidade de descaso com a manutenção (crescimento de vegetação) em função da simplicidade operacional, possível necessidade de remoção de algas do efluente em casos de padrões de qualidade rigorosos; performance variável em função da variação climática (temperatura e insolação), possibilidade de crescimento de insetos e mau cheiro na lagoa anaeróbia; eventual necessidade de elevatórias de recirculação do efluente, para controle de maus odores e, necessidade de afastamento razoável de residências circunvizinhas.



Para o sistema de lodo ativado convencional existem as vantagens: elevada eficiência de remoção de DBO; nitrificação usualmente obtida; possibilidade de remoção biológica de nitrogênio e fósforo; baixos requisitos de área; processo confiável, porém necessitando de supervisão; reduzidas chances de geração de odor, insetos e vermes; flexibilidade operacional.

Enquanto as desvantagens são: elevados custos de implantação e operação; alto consumo energético e índice de mecanização; necessidade de operação sofisticada e completo controle de laboratório; relativa sensibilidade a descargas tóxicas; necessidade de tratamento completo do lodo e disposição final; possíveis problemas ambientais com ruídos e aerossóis (VON SPERLING, 2005; JORDÃO & PESSÔA, 2014).

O reator manta de lodo (UASB) apresenta como vantagens: satisfatória eficiência na remoção de DBO; baixos requisitos de área, custos de implantação e operação, consumo de energia elétrica; não precisa de meio suporte; construção, operação e manutenção simples; reduzida produção de lodo; estabilização do lodo no próprio reator; boa desidratabilidade do lodo; necessidade apenas de secagem e disposição final do lodo; rápido reinício após período de paralisação (VON SPERLING, 2005).

Como desvantagens têm-se: dificuldade em satisfazer padrões de lançamento bem restritivos; possibilidade de efluente com aspecto desagradável e mau cheiro; remoção de nitrogênio e fósforo insatisfatória; partida do processo geralmente lenta; processo relativamente sensível a variações de carga; usualmente necessita de pós-tratamento (VON SPERLING, 2005).

A Tabela 2 apresenta de forma reduzida a comparação entre as três modalidades de tratamento sugeridas no presente trabalho, com base na literatura e nas características do município de Ilhota/SC, sob enfoque da autora do trabalho.

**Tabela 2 - Comparação das três modalidades de tratamento de esgoto sugeridas.**

<b>Item</b>	<b>Sistema australiano</b>	<b>Reator UASB</b>	<b>Lodo ativado convencional</b>
Requisitos de área	3	4	5
Custo energético	5	4	2
Custo de implantação (equipamentos)	4	3	2
Custo de operação e manutenção	5	4	2
Dificuldade aspectos operacionais	5	3	2
Eficiência remoção de DBO	3	4	5
Problemas de odores	1	3	5
Média	3,71	3,57	3,29

Apesar da expressiva discrepância entre os requisitos de área necessária para implantação do sistema australiano em comparação com as demais modalidades sugeridas, foi pontuado como regular em função da disponibilidade de área na região para implantação, o que acaba não restringindo seu uso. Porém, deve-se considerar que quanto maior for a área da ETE, maior será a necessidade de manutenção do entorno (implantação de cerca, proteção e segurança do local).

Com relação ao custo de implantação do sistema, considerou-se tanto os procedimentos operacionais quanto a necessidade de aquisição de equipamentos, resultando na pontuação apresentada no quadro acima. A eficiência de remoção de DBO e geração de odores de cada alternativa foi supracitada na caracterização das vantagens e desvantagens de cada alternativa. Porém, vale ressaltar que o parâmetro DBO foi utilizado em função de ser um indicador de remoção de matéria orgânica e estar contemplada nas legislações de referência.

Como pode ser visualizado na Tabela 2 as médias da avaliação das três técnicas ficaram relativamente próximas, o que indica a necessidade de aprofundamento no estudo e principalmente o levantamento dos custos de cada modalidade, visto que este requisito não foi avaliado no presente trabalho.

Para as áreas que não foram contempladas pelo sistema coletivo projetou-se o sistema individual, composto por tanque séptico e filtro anaeróbio com disposição final através da drenagem pluvial ou, tanque séptico, filtro anaeróbio e sumidouro, indicado para locais com lençol freático profundo.

A tabela 3 apresenta os volumes úteis calculados para o tanque séptico e filtro anaeróbio. Conforme esperado, os volumes dos tanques sépticos e filtros anaeróbios são crescentes conforme a elevação do padrão de consumo e do número de residentes.

Com relação ao tanque séptico, o menor volume obtido foi para o padrão baixo e 04 (quatro) pessoas residentes, com 1.660 litros e o máximo para padrão alto e 07 (sete) pessoas residentes, cujo valor corresponde é de 2.575 litros. Percebe-se, portanto, uma variação máxima para os volumes calculados de 915 litros.

Segundo a NBR 13.696 (1997) o volume útil mínimo do leito filtrante para filtro anaeróbio é de 1.000 litros; por este motivo, para aqueles que obtiveram volumes inferiores, adotou-se 1.000 litros. Em contrapartida, o maior volume obtido foi para o padrão alto de consumo e 07 pessoas residentes, com 1.792 litros, com variação de 792 litros entre os volumes calculados.

**Tabela 3 - Volume útil do tanque séptico e filtro anaeróbio em função dos padrões de consumo e número de pessoas residentes.**

Volume	Tanque séptico				Filtro anaeróbio			
	4	5	6	7	4	5	6	7
<b>Padrão baixo</b>	1660	1825	1990	2155	1000	1000	1000	1120
<b>Padrão médio</b>	1780	1975	2170	2365	1000	1040	1248	1456
<b>Padrão alto</b>	1900	2125	2350	2575	1024	1280	1536	1792

Para atendimento de diversas situações passíveis de serem encontradas no município, foram consideradas variações de taxas de infiltração do solo (20, 50 e 90 L/m<sup>2</sup>.d); número de pessoas residentes (4; 5; 6 e 7 pessoas) e padrões de consumo de água (baixo, médio e alto).

Com o presente estudo, concluiu-se que conforme o aumento da taxa de infiltração do solo, menores são as dimensões necessárias para a unidade de infiltração do efluente, sendo a condição contrária para os padrões de consumo. Sendo assim, as menores dimensões obtidas foram para taxa de infiltração de 90 L/m<sup>2</sup>.d e padrão de consumo baixo, enquanto as maiores dimensões foram para taxa de infiltração de 20 L/m<sup>2</sup>.d e padrão de consumo alto.

## CONCLUSÕES

Como já conhecido, a falta de saneamento básico nos municípios brasileiros tem causado prejuízos expressivos a grande parte da população, principalmente no que se refere à saúde pública, com maior enfoque para as comunidades que residem nas áreas mais precárias.

No município de Ilhota/SC, a situação não é diferente. A ausência de um sistema de esgotamento sanitário coletivo associado à falta de fiscalização e cobrança da manutenção dos sistemas de tratamento individuais, têm causado danos ao meio ambiente e a população do município, principalmente aqueles que moram nas áreas mais baixas e de menor infraestrutura, que sofrem constantemente com inundações.

Neste sentido, o presente trabalho procurou estruturar o estudo de concepção do sistema de esgotamento sanitário para o município de Ilhota/SC a fim de subsidiar futuras tomadas de decisão da gestão pública e impulsionar o processo de estudo e elaboração do projeto.

Vale ressaltar que o estudo da concepção é uma etapa prévia do projeto, onde são estudadas as características específicas da área (topografia, vias de acesso, cadastro de serviços existentes – água, esgoto e energia) e levantamento de dados da área para subsidiar os próximos estudos.

Frente às características geográficas do município e a divisão de sua respectiva área em duas partes em função da localização no Rio Itajaí Açu, associada à densidade populacional das mesmas, optou-se pela implantação de uma estação de tratamento de esgotos na margem direita para atendimento das áreas mais povoadas.

Esta unidade não receberá o esgoto coletado na margem esquerda em virtude do alto custo associado à construção de interceptor para transporte do efluente até a ETE, fato que inviabilizaria financeiramente o projeto.

Por outro lado, não foi sugerida a implantação de outra unidade na margem esquerda exclusivamente para atendimento da população residente, em função da baixa densidade populacional e espaçamento entre as residências, onde os trechos coletores receberiam reduzida contribuição residencial, onerando o projeto e, possivelmente inviabilizando economicamente o mesmo.

Para definição da área de abrangência do sistema coletivo (na margem direita) e traçado da rede, primeiramente analisou-se as áreas que estavam aptas a receber a estação de tratamento de esgoto.

Para tanto, diversas variáveis foram consideradas, como o macrozoneamento do plano diretor; localização a jusante do ponto de captação de água bruta da CASAN, susceptibilidade a inundação, entre outras.

Associando estas variáveis foi encontrada a região que poderia ser utilizada, enquanto para definição da localização exata da ETE, considerou-se a pré-existência de vias de acesso, reduzindo a necessidade de indenização de terras e conseqüentemente os custos do projeto; área em que todo o terreno necessário para a implantação da ETE está inserido na macrozona industrial e de serviços, além de privilegiar as áreas em que a maior porção quanto possível será de susceptibilidade moderada a inundação, isso porque não há nesta região área de susceptibilidade baixa de inundação, e na ocorrência de cheias não acarretaria na paralisação dos serviços.

Tendo a localização da ETE definida, iniciou-se o processo de análise das áreas para delimitação da área de abrangência do sistema de esgotamento sanitário coletivo, para tanto, procurou-se contemplar as áreas em que há maior densidade populacional a fim de não onerar o projeto.

Sendo assim, a área de abrangência do sistema é equivalente à mancha urbana no município, sendo as demais áreas contempladas pelo sistema individual, que também foi objeto deste estudo.

Em seguida, fez-se a análise topográfica das áreas, procurando o máximo possível proporcionar o escoamento do esgoto coletado por gravidade, reduzindo os custos de implantação e operação do sistema.

Em virtude da topografia irregular e ocupação desordenada no município (fator dificultante para definição do traçado da rede), houve a necessidade de alocação de oito estações elevatórias ao longo do traçado, para transporte do esgoto coletado até a ETE.

Considerando o conceito de distrito sanitário como área em que todo o esgoto flui por gravidade até determinado ponto, foram identificados na área de abrangência do sistema coletivo, nove distritos sanitários, sendo que destes apenas um flui por gravidade até a ETE. Ainda assim, alguns trechos apresentaram tubulação profunda, em virtude da impossibilidade de alocação de uma estação elevatória para atendimento tão reduzido de residências, e outros que passaram por propriedades particulares, visto que, caso contrário, a tubulação ficaria demasiadamente profunda. Além disso, algumas linhas de recalque passaram por propriedades particulares e até áreas de invasão, em função da topografia local.

Foram sugeridas três modalidades de tratamento para a ETE, em função das características locais e vantagens das mesmas. Neste caso, procurou-se abranger três cenários distintos, no que se refere à tecnologia e eficiência de tratamento (remoção de DBO), que como esperado, estão aliados a elevação dos custos de implantação e operação; a fim de proporcionar à gestão pública embasamento técnico para definição da melhor técnica de tratamento em função das suas prioridades.

Sendo assim, estudou-se o sistema australiano; reator UASB e sistema de lodo ativado convencional, sendo o primeiro o responsável pelo maior requerimento de área e menor eficiência na remoção da DBO, e o último

pelo menor requerimento de área e maior eficiência na remoção de DBO, aliado a maior complexidade operacional e custo de implantação (equipamentos) e operação (operador com maior nível de escolaridade e entendimento, além do elevado consumo energético).

Já o reator UASB é o cenário intermediário. Por fim, as três técnicas de tratamento foram dimensionadas em função do requerimento de área e realizada a avaliação de vantagens e desvantagens de cada uma, a fim de subsidiar futuras tomadas de decisão.

Para as áreas não contempladas pelo sistema de esgotamento sanitário coletivo, sugeriu-se duas possibilidades de sistema de tratamento individual, que devem ser exigidas pela gestão pública e aplicadas pela população. Sendo assim, adotou-se o sistema composto por tanque séptico seguido de filtro anaeróbio, sendo o efluente encaminhado à rede de drenagem pluvial e tanque séptico seguido de filtro anaeróbio, com unidade de disposição final sendo o sumidouro, indicado apenas para as áreas que possuem lençol freático profundo. Estas técnicas foram dimensionadas a fim de proporcionar ao usuário a escolha da unidade prismática ou cilíndrica, tendo em ambos os casos o projeto disponível para execução, possibilitando assim a redução de custos e padronização do sistema individual no município.

No dimensionamento foram considerados diferentes números de residentes (4, 5, 6 e 7); padrões de consumo (baixo, médio e alto) e no caso do sumidouro, considerando-se ainda, três diferentes taxas de infiltração do solo (20, 50 e 90 L/m<sup>2</sup>.d).

A maior dificuldade encontrada na realização do presente estudo foi a ausência de informações (cadastro de água e esgoto, vias de acesso, entre outros), como o caso da localização dos lotes da prefeitura, quando a ideia era aproveitá-los para alocação da ETE e estações elevatórias, para redução dos custos de implantação do sistema. No entanto, em função da falta de dados esta condicionante foi desconsiderada.

Neste sentido, o uso do sistema de informações geográficas (SIG) foi uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento deste trabalho, auxiliando na coleta de dados e visualização das temáticas analisadas durante o estudo.

Sugere-se para estudos futuros, o dimensionamento da rede coletora, o levantamento dos custos de implantação e operação da ETE, a avaliação do tempo de retorno do investimento e a viabilidade econômica do projeto; a fim de impulsionar ainda mais o processo de conscientização da gestão pública em busca da implantação do presente projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário: Procedimento. Rio de Janeiro, 1.986a.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12209**: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários. Rio de Janeiro, 2011.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques Sépticos: Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
5. BRASIL. Lei nº 11445, de 05 de janeiro de 2007. **Lei Nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007**. Brasília.
6. GAPLAN, Gabinete de planejamento de Santa Catarina. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruziero, 1986. 173 p.
7. IBGE – Instituto Brasileiro de Geográfica e Estatística. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: 2010.
8. IBGE – **Instituto Brasileiro de Geográfica e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 18 de maio de 2016.
9. ILHOTA (Município). Lei nº 1720, de 05 de janeiro de 2012. **Plano Municipal de Saneamento Básico**.
10. JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Abes, 2014. 1050 p.

11. RECESA. **Esgotamento Sanitário:** Projetos e construção de sistemas de esgotamento sanitário. Salvador, 2008. 183 p.
12. SEBRAE. **Ilhota em Números.** Florianópolis, 2013. 131 p.
13. VON SPERLING, Marcos. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias:** Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Ufmg, 2005. Cap. 2. 1 v.