

II-541 - ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA HÍBRIDO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Marcia Viana Lisboa Martins⁽¹⁾

Professora da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Engenheira Civil pela Faculdade de Engenharia Civil de Itajubá (FECI). Mestre em Recursos Hídricos pela Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (FECI/UNICAMP). Doutora em Conservação de Energia pela Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá da Universidade Estadual de São Paulo (FEG/UNESP).

Ana Carla Pereira Fernandes

Graduanda em Engenharia Ambiental pela UNIFEI.

Endereço⁽¹⁾: A. BPS, 1303 - Pinheirinho - Itajubá - MG - Caixa Postal 50 CEP: 37500 903 - Brasil - Tel: (35) 3629-1479 - e-mail: marciaviana@unifei.edu.br

RESUMO

De acordo com a Lei do Saneamento, Lei Federal nº 11.445 de 2007, o saneamento deve ser pautado no princípio da universalização, ou seja, na ampliação progressiva do acesso a todos os domicílios. Entretanto, apesar de ocorrido um avanço nos índices de atendimento a população, o saneamento básico no Brasil está longe de atingir a totalidade da população e os índices de esgotamento sanitário são os mais críticos. As zonas rurais, locais com baixa densidade demográfica e distantes dos centros urbanos são os locais mais afetados pela falta de investimento público na prestação de serviços básicos. Para proporcionar o esgotamento sanitário adequado a população é preciso repensar os modelos de gestão do sistema. A incorporação de novas práticas a cidades já estruturadas permite a criação de um sistema híbrido de gerenciamento do esgotamento sanitário, composto de sistemas satélites e descentralizados. Os sistemas satélites são sistemas independentes, porém são conectados ao sistema central de esgotamento sanitário. Já os sistemas descentralizados se mostram como alternativas viáveis para os locais não atendidos pelo sistema convencional de esgotamento sanitário. Ambas alternativas visam o reúso de efluentes. O objetivo deste trabalho é estudar a possibilidade de implantação de um sistema híbrido de esgotamento sanitário em um município de pequeno porte. Como estudo de caso tem-se o município de Itajubá, onde o índice de atendimento de coleta e tratamento de esgoto atinge 92% da população urbana (PMS, 2017). Entretanto, a maioria dos bairros rurais do município é desprovida de esgotamento sanitário e quando existentes são deficitárias. A partir dos mapas confeccionados do município e do sistema de esgotamento sanitário verificaram-se as localidades, tais como condomínios residenciais e edificações públicas, com potencial para implantação de sistemas satélites. Nos bairros rurais é estudada a implantação de sistemas descentralizados de esgotamento sanitário. Ao promover a implantação de um sistema híbrido de esgotamento sanitário, espera-se atingir a população urbana e rural do município com sistemas adequados de esgotamento sanitário e proporcionar melhorias nas condições ambientais do município.

PALAVRAS-CHAVE: Esgotamento sanitário, sistemas híbridos, sistemas descentralizados, sistema satélites e reúso de efluentes.

INTRODUÇÃO

Ainda que ocorrido um avanço na última década nos índices de atendimento de abastecimento de água e esgotamento sanitário, o saneamento básico no Brasil está longe de atingir a totalidade da população. Os índices de esgotamento sanitário são os mais críticos, apenas 51,9% da população é atendida com rede coletora de esgoto (SNIS, 2016). Quanto ao tratamento dos esgotos, o índice médio do país aproxima-se a 44,9% para a estimativa dos esgotos gerados e 74,9% para os esgotos que são coletados (SNIS, 2016). As zonas rurais, locais com baixa densidade demográfica e distantes dos centros urbanos, geralmente, são os locais mais afetados pela falta de investimento público para a prestação de serviços básicos. Para proporcionar o esgotamento sanitário adequado a população é preciso repensar os modelos de gestão do sistema.

Uma alternativa para avançar rumo à universalização é a adoção de um modelo híbrido de esgotamento sanitário, composto por sistemas descentralizados e sistemas satélites. Segundo Larsen *et al.* (2013), o modelo

descentralizado de esgotamento corresponde a coleta, tratamento e descarte ou reutilização dos efluentes próximo ao local de geração. Sistemas descentralizados são sistemas autônomos recomendados para residências, condomínios, pequenas comunidades, bairros e sub-bacias hidrográficas onde é inviável a ligação ao sistema principal de esgotamento sanitário. Já os sistemas satélites também são sistemas independentes, porém são conectados ao sistema central de esgotamento.

A implantação de sistemas descentralizados e satélites propiciam o emprego do reúso de efluentes, vistos que estes sistemas são implantados próximos ao ponto de geração de efluentes e ao centro de consumo, reduzindo os custos de coleta e distribuição de água não potável. Por meio do reúso diminui-se o consumo de água potável em usos que toleram água de qualidade inferior e o teor de carga orgânica lançada nos corpos receptores; dois pontos primordiais ao se tratar de escassez hídrica para o abastecimento da população.

Com o modelo híbrido, que associa sistemas descentralizados e sistemas satélites, as soluções para o tratamento de efluentes são mais adequadas a variação de vazão de efluentes, características do local atendido, reúso pretendido dos efluentes tratados e subprodutos, fazendo com que haja diversas possibilidades de arranjos que atendam a viabilidade econômica necessária, ou seja, não ultrapasse os custos para se integrar ao modelo centralizado de esgotamento sanitário (WANG *et al.*, 2008).

O objetivo deste trabalho é estudar a possibilidade de implantação de um sistema híbrido de esgotamento sanitário em um município de pequeno porte, tendo como estudo de caso o município de Itajubá.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os sistemas centralizados, ou convencionais, constituem o conjunto de equipamentos subdivididos em unidades de sistema destinadas a coletar, transportar, reunir, tratar e dispor, no ambiente, os efluentes (NUVOLARI *et al.*, 2003).

Tradicionalmente, este tipo de sistema dispõe de uma extensa rede coletora, que recebe contribuições divididas por sub-bacias, convergindo a pontos de altitudes baixas e promovendo o afastamento do esgoto das áreas que o produzem. A partir dos pontos de reunião, utilizam-se as estações elevatórias para bombear o esgoto às estações de tratamento com grande capacidade, a fim de permitir ganhos operacionais ao agregar uma maior quantidade de usuários na rede (SANTOS *et al.*, 2015).

Assim, devido as suas características, os sistemas centralizados necessitam de altos investimentos na construção da rede e do tratamento, na operação e na manutenção (MASSOUD *et al.*, 2009). Além disso, em razão do crescimento acelerado das áreas urbanas, o tratamento ser realizado em regiões periféricas, gera a exportação do esgoto entre as regiões constituintes da área de abrangência do sistema.

Os sistemas satélites são sistemas de tratamento de águas residuárias localizados a montante do sistema central – sendo esta localização a principal diferença ao comparar-se com o sistema centralizado (LARSEN *et al.*, 2013). Baseiam-se no reúso de água e na ligação ao sistema de coleta centralizado, o que faz com que não sejam exigidas instalações para processamento de sólidos – sendo estes devolvidos ao sistema de coleta e tratados em uma usina central a jusante (LEVERENZ e TCHOBANOGLIOUS, 2009).

As estações de tratamento deste tipo de sistema são usadas para a recuperação de águas residuárias próximo aos pontos de reutilização; variando o tamanho das instalações de acordo com o local atendido – edifícios individuais e residências de grandes fluxos (LARSEN *et al.*, 2013).

Leverenz e Tchobanoglous (2009) propõem quatro tipos de sistemas de satélite para recuperação de águas residuárias, sistema satélite por interceptação, por extração, do tipo a montante, e solução individual com interceptação da água cinza (Figura 1). O sistema de satélite por interceptação é recomendado para edifícios comerciais e residenciais de ascensão elevada, no qual as águas residuárias a serem recuperadas são capturadas antes de atingir o sistema centralizado de coleta.

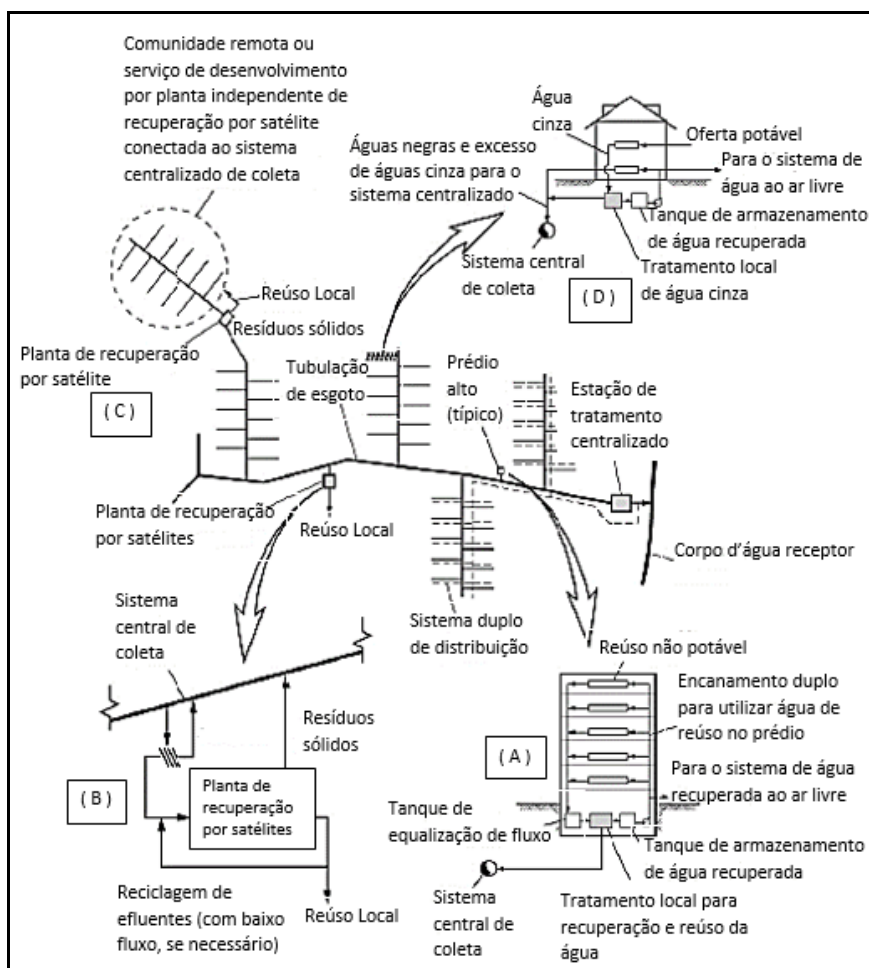


Figura 1 – Esboço das definições dos tipos de sistemas por satélite: (A) por interceptação; (B) por extração; (C) do tipo a montante e (D) solução individual com interceptação da água cinza (Fonte: Traduzido de Leverenz e Tchobanoglous, 2009)

No caso dos satélites por extração, as águas residuárias são capturadas após atingirem um sistema principal de coleta, tronco ou interceptador de esgoto; sendo usados, geralmente, para reutilização de águas em irrigação, torres de resfriamento comercial e industrial.

Os satélites para soluções individuais são utilizados em casos de efluentes facilmente tratáveis e baseando-se na separação de água negra e cinza. A água negra é enviada diretamente para o sistema centralizado de coleta de esgoto, já a água cinza é tratada utilizando soluções de pequenas dimensões, como filtros biológicos, para posterior reúso.

O sistema descentralizado é constituído de um sistema independente de coleta, tratamento e disposição final do efluente sanitário, podendo contemplar o reuso de águas residuárias. Este sistema pode ser aplicado a residências, comunidades isoladas, bairros, indústrias e instituições públicas que não estejam ligados a rede pública de esgotamento sanitário (CRITES e TCHOBANOGLIOUS, 1998 apud MENDONÇA, 2015).

De acordo com Larsen *et al.* (2013), sistema descentralizado caracteriza-se pela autonomia perante ao sistema centralizado e pode ser dividido em três tipos:

- On-site decentralized system* (sistema descentralizado local): usado para gerenciamento de águas residuárias de residências e/ou aplicações individuais, sendo realizado no local imediato da geração;
- Cluster type decentralized system* (sistema descentralizado do tipo agrupado): sistemas autônomos de gerenciamento usados para tratar águas residuárias de uma coleção de edifícios, localizados ao lado de cada um para reduzir a distância de transporte;

- c. *Community-type decentralized system* (sistema descentralizado do tipo comunidade): sistema autônomo utilizado no tratamento de todas as águas residuárias de uma pequena comunidade (LARSEN *et al.*, 2013).

Em comparação do sistema descentralizado com o modelo centralizado, alguns pontos positivos são a facilidade na instalação e manutenção da infraestrutura; capacidade de eliminar outros tipos de efluentes capazes de sobrecarregar um sistema centralizado, redução de gastos com sistemas de transporte e bombeamento. As desvantagens incluem a necessidade de equalização do fluxo; manutenção e ajustes de forma descontínua; processos operam a taxas naturais; ineficiências associadas a operação de sistemas inadequados acarretando maior gasto energético (LARSEN *et al.*, 2013).

O sistema híbrido trata-se de uma conjuntura que incorpora elementos de instalações descentralizadas, de satélites e centralizadas a fim de melhorar o desempenho dos sistemas de águas residuárias (Figura 2). Esse modelo de gerenciamento abrange as áreas urbanas e é uma solução para as áreas rurais e periféricas, superando a interligação de diversos fatores como o crescimento e distribuição populacional, mudanças climáticas e escassez hídrica, necessidade de recuperação da energia e recursos (LARSEN *et al.*, 2013).



Figura 2 – Sistema híbrido de gerenciamento de águas residuárias (Fonte: Traduzido de Larsen et al., 2013)

Os locais passíveis a implantação de sistemas descentralizados e satélites são as regiões parcialmente atendidas ou totalmente desatendidas pelo serviço público de esgotamento, e regiões com população dispersa intensificam-se iniciativas favoráveis a descentralização. Contudo, é necessário afirmar que não há um padrão aplicável a qualquer situação, a descentralização deve partir das particularidades de cada local.

O reúso de água é o elemento chave no sistema híbrido de esgotamento sanitário. Segundo Mierzwa e Hespagnol (2005), o reúso da água corresponde ao uso de efluentes, tratados ou não, para fins benéficos, tais como irrigação, uso industrial e fins urbanos não potáveis. Atualmente, o reúso de água em áreas urbanas é inibido pela necessidade de construção de uma rede de distribuição dual. Devido a ampla utilização de sistemas convencionais de esgotamento sanitário, a distância do local do tratamento de efluentes ao ponto de reúso de água demanda uma grande extensão de tubulações, tornando os custos inviáveis. Além disso, existe a dificuldade de projeto para a localização de tubulações, visto que a maioria das cidades se apresenta com a maior parte do espaço já construído (WANG *et al.*, 2008).

A conjuntura híbrida de esgotamento sanitário ao aliar as características dos sistemas centralizados, satélites e descentralizados, proporciona o tratamento de efluentes e a reutilização dos subprodutos próximos ao local de geração, assim, o reúso é tomado como peça principal no planejamento e tomada de decisões (CARDONA *et*

al., 2017; WANG *et al.*, 2008). A partir das condições do local, define-se o tipo de reúso possível e as vantagens econômicas, determinando, assim, o tratamento necessário e economicamente viável.

MATERIAIS E MÉTODOS METODOLOGIA

Inicialmente foi realizado o diagnóstico do sistema de esgotamento sanitário do município em estudo. Foram feitas consultas em banco de dados dos órgãos públicos municipais, estaduais e federais, entrevistas com os funcionários da companhia de saneamento e verificado o Plano Municipal de Saneamento, a fim de caracterização do sistema de esgotamento sanitário com identificação, qualificação e quantificação das diversas realidades do saneamento básico no município de Itajubá.

Baseado no projeto do sistema de esgotamento sanitário do município – de junho/2018, disponibilizado pela companhia de saneamento– no mapa do município e em imagens do Google Earth, delimitou-se a região atendida pelo sistema atual e identificaram-se as áreas não atendidas, com uso dos softwares AutoCAD e QGIS. Em seguida, identificaram-se as áreas potenciais para implantação de sistemas descentralizados e híbridos de esgotamento sanitário, através das imagens do *Google Earth*, das áreas delimitadas abrangidas e não abrangidas pelo sistema de esgotamento sanitário municipal e de informações disponibilizadas pela Secretaria de Planejamento do município.

Por último, foram propostas as intervenções necessárias – sistemas satélites e descentralizados – a fim de atingir uma conjuntura híbrida e a universalização do esgotamento sanitário do município.

RESULTADOS: Estudo de caso

Os serviços de saneamento de Itajubá, Minas Gerais, é concessão da Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA e abrange o sistema de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos. O índice de coleta de esgotos é de 73,61%, sendo que a sede do município apresenta índice de atendimento urbano de esgoto de 92% e o índice médio de tratamento do esgoto coletado é de 91% (PMS, 2017). A rede de esgotamento sanitário tem 327.969 m de extensão, 9 estações elevatórias de esgoto e a estação de tratamento localizada a oeste da área urbana.

A zona rural do município não é atendida pelo sistema central de esgotamento sanitário, havendo a ocorrência de fossas negras e valas a céu aberto. Esta solução é considerada inadequada e prejudicial ao meio ambiente e saúde pública (SILVA, 2017). Há um bairro rural que a concessionária atende à 20% da população local com uma rede coletora exclusiva e o esgoto é lançado *in natura* no ribeirão próximo. Em um distrito do município verificou-se que existe uma rede coletora operada pelos moradores, porém em situação precária. Em dois outros bairros há projeto de implantação do sistema de esgotamento sanitário composto por rede coletora, estação de tratamento de esgoto compacta, reator anaeróbio, e um emissário. Entretanto, as obras foram paralisadas sem estarem concluídas. Somente em um bairro rural foi implantado um sistema de coleta do esgoto sanitário e a estação de tratamento, composta de dois reatores anaeróbios, os quais denotam graves problemas operacionais, com elevada emissão de gás sulfídrico e baixa eficiência (PMS, 2017).

A proposta de implementação de um sistema híbrido para o município em estudo considera a implantação de sistemas satélites para a área urbana e sistemas descentralizados para a área rural.

Foram identificados oito novos condomínios que estão sendo implantados no município e que poderiam ser inseridos sistemas satélites do tipo a montante. Estes empreendimentos visam a sustentabilidade e localizam-se longe da área central. Recomenda-se que a construção dos equipamentos sanitários se pautem na separação dos efluentes na fonte e com uma rede dual de distribuição de água. Assim, pode-se construir um sistema local de tratamento, visando reutilizar internamente parte dos efluentes e reduzir a quantidade de água proveniente e efluente destinado ao sistema público municipal.

Foram identificados seis condomínios já consolidados com potencial para a implantação de sistema de satélite por extração. A instalação da estação de tratamento de efluente se dá antes que o efluente atinja o

interceptador público mais próximo juntamente com emprego do reúso não potável internamente ao condomínio.

Ainda na zona urbana do município foram identificados os prédios públicos como a Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, o prédio administrativo da Prefeitura Municipal e o presídio como edificações potenciais para implantação de sistemas satélites com pré-tratamento de efluentes e de reúso de água. Inclui-se também o Cinema autossustentável que está sendo construído com aproveitamento de água de chuva e reúso de água cinza. Também foram identificadas 6 indústrias já instaladas no município que possuem sistema de tratamento de esgoto próprio e por isto foram classificadas como sistema satélite individual.

Também foram identificados 4 locais na área urbana para implantação de estações produtoras de água de reúso. Os locais foram definidos a partir informações do estudo de concepção da estação de tratamento de efluentes do município. Neste estudo, foi estudada a proposta de implantação de um sistema descentralizado composto por 4 estações de tratamento de esgoto na zona urbana, de menores dimensões, dispostas em pontos estratégicos com intuito de diminuir a quantidade de estações elevatórias no sistema. Entretanto a proposta de um sistema centralizado prevaleceu, visto a dificuldade, entre outras dos custos de manutenção de várias equipes de operação para os diversos sistemas, de desapropriação de várias áreas para as estações de tratamento. Entretanto estes locais encontram-se disponíveis, facilitando a implantação de sistema de reúso por estarem próximo do local de geração de efluentes e de consumo da água não potável.

Para as áreas rurais é considerada a implantação de sistemas descentralizados (autônomos), tendo com opção de tratamento para as áreas mais aglomeradas a implantação de rede de coleta de esgoto e estação de tratamento aos reatores anaeróbios de fluxo ascendente, pois estes quando associados a um tratamento complementar (filtro aeróbio mais filtro de areia) propiciam práticas de reúso do efluente líquido e do lodo resultante do tratamento como fertilizante (CARDONA *et al.*, 2017).

Foram identificados oito bairros rurais que poderiam ser implantados sistemas descentralizados do tipo comunidade. São áreas rurais mais isoladas em que pequenos projetos com operação simplificada, como fossas sépticas associados com filtros de areia ou *wetlands*, juntamente com reúso de água, poderiam ser implementados a fim de que a própria população possa administrar o sistema.

Em seis bairros rurais em que há projetos de esgotamento implementados ou em estudo propõem-se a implantação de sistema descentralizado do tipo agrupado. Nos bairros que os projetos estão paralisados faz-se necessária a revisão dos projetos quanto às condições de tratamento, localização e possibilidade de implantação de sistema de reúso. No bairro onde o sistema de esgotamento sanitário é deficitário é necessária intervenção de mão de obra especializada, a fim de regularizar a operação do sistema de tratamento existente e minimizar a emissão de gases.

No bairro rural Ano Bom, propõe-se o aproveitamento da rede coletora existente e a implantação de um tratamento simplificado (Reator anaeróbio + jardins filtrantes) para atender a população e o emprego do reúso não potável do efluente. O efluente pode ser reutilizado na limpeza externa das casas e prédios públicos do bairro, na lavagem das vias públicas e na agropecuária.

Na Figura 3 é apresentada a proposição de localização das unidades satélites e descentralizadas do sistema híbrido de esgotamento sanitário, a locação das unidades do sistema de esgotamento sanitário existente e a área total do município de Itajubá e área urbana.

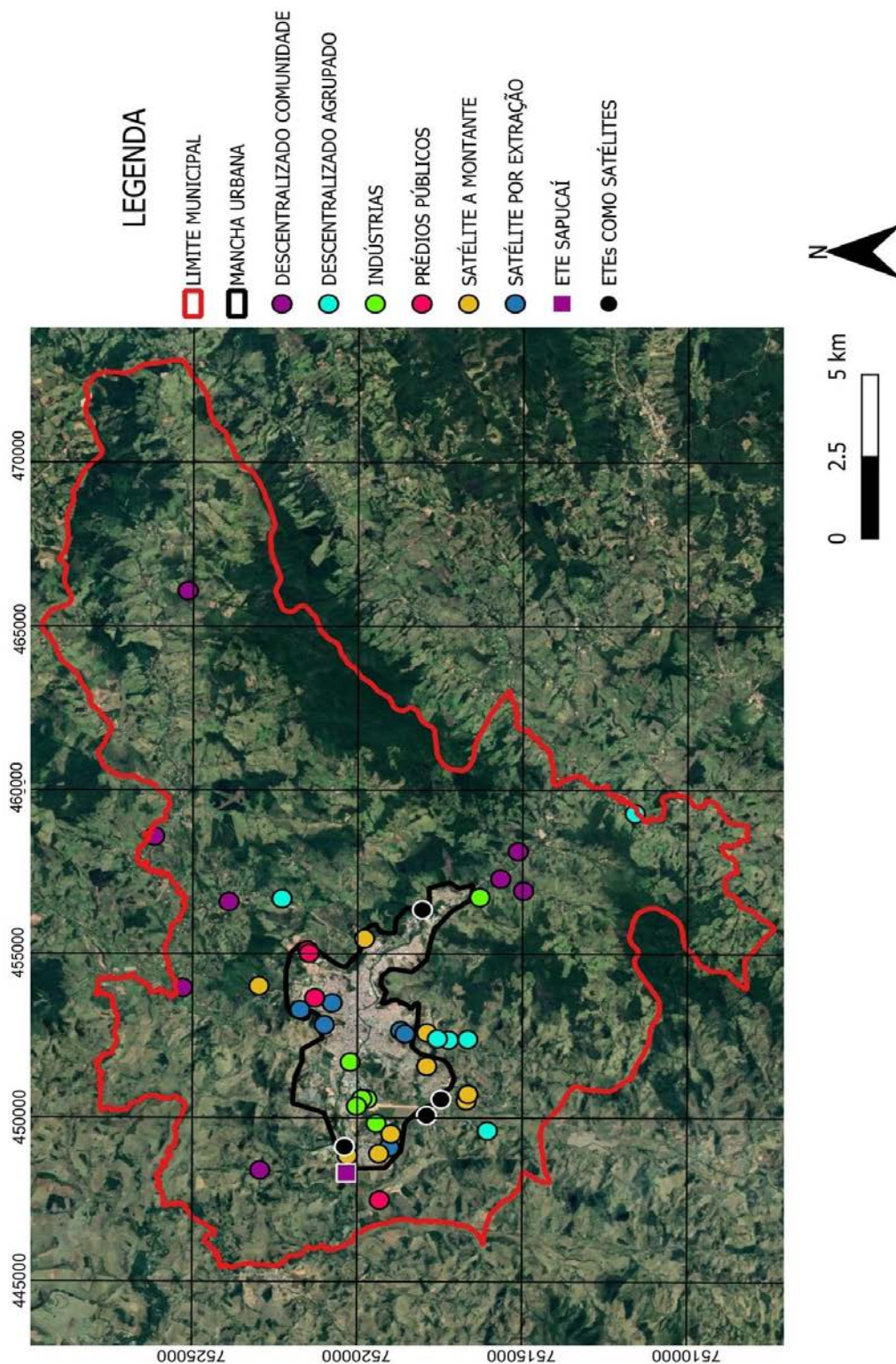


Figura 3 – Localização das unidades do Sistema Híbrido de Esgotamento Sanitário no município de Itajubá (Fonte: adaptado do Google Earth imagem de 20/11/2019)

CONCLUSÕES

O presente trabalho teve por objetivo estudar a implantação de um sistema híbrido de esgotamento sanitário para um município de pequeno porte. O sistema compôs-se de implementação de sistema satélites para zona urbana e sistema descentralizado autônomos para área rural, ambos visando o reúso não potável de água.

Espera-se com implantação do sistema atender toda população do município, urbana e rural, com o sistema de esgotamento sanitário adequado as características de cada localidade ou região e com menor custo, se comparado a um sistema centralizado.

O sistema híbrido de saneamento e o reúso ainda enfrentam dificuldades de implementação devido à falta de mecanismos institucionais, questões sociais e culturais e políticas específicas sobre o tema. Assim, para superar os obstáculos é necessário documentar as experiências e produzir um arcabouço legal sobre o tema, realizar campanhas de sensibilização para a comunidade e promover a difusão dos conhecimentos técnicos para formar mão de obra especializada. Espera-se com este estudo contribuir nas discussões sobre o tema e servir como instrumento nas tomadas de decisões futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União de 08 jan. de 2007, Seção 1, Página 3, Brasília, DF, 21 jun. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm . Acesso em: 12 de abr. de 2018.
2. BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2016. – Brasília: MCIDADES. SNSA, 2018. 408, p. texto, tabelas. Disponível em: <http://snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2016> . Acesso em: 12 de abr. de 2018.
3. CARDONA, J. A. *et al.* Reuse-oriented decentralized wastewater and sewage sludge treatment for rural settlements in Brazil: a cost-benefit analysis. *Desalination and Water Treatment Journal*, v. 91, p. 82 – 92, 2017. Disponível em: http://www.deswater.com/DWT_abstracts/vol_91/91_2017_82.pdf . Acesso em 20 de ago. de 2018.
4. LARSEN, T.A. *et al.* Source Separation and Decentralization for Wastewater Management. London: IWA Publishing, 2013. 491p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=juicry4LaRgC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Source+separation+and+decentralization+for+wastewater+management.&ots=CIP9-n4bXv&sig=AAy40cqyqjnrFWPIYXnEaMFdXXw#v=onepage&q&f=true> . Acesso em: 12 de abr. de 2018.
5. LEVERENZ, H. L.; TCHOBANOGLOUS, G. Satellite Systems for Enhanced Wastewater Management in Urban Areas. *WEFTEC*, p. 5592– 5608, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/233696351_Satellite_Systems_for_Enhanced_Wastewater_Management_in_Urban_Areas . Acesso em 30 de jul. de 2018.
6. MASSOUD, M. A., *et al.* Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. Elsevier: *Journal of Environmental management*. v.90, p.652- 659, 2009.
7. MENDONÇA, A. A. J. de. Avaliação de um sistema descentralizado de tratamento de esgotos domésticos em escala real composto por tanque séptico e *wetland* construída híbrida. 2015. 209 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-25052016-122129/pt-br.php/> . Acesso em 25 de ago. de 2018.
8. MIERZWA, J. C.; HESPANHOL, I. Água na indústria – uso racional e reúso. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 144 p. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=V1iXBAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false> . Acesso em: 12 de abr. de 2018.
9. NUVOLARI, A. *et al.* Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reúso agrícola. São Paulo: Edgard Blucher, 2003. 520 p.

10. PMS – PREFEITURA MUNICIPAL DE SANEAMENTO DE ITAJUBÁ. Planos Municipais e Regional de Saneamento Básico dos Municípios Entes do Consórcio CIMASAS (Consortio Intermunicipal dos Municípios da Microrregião do Alto Sapucaí para Aterro Sanitário). 2015-2017. Itajubá: CIMASAS
11. PORTAL SANEAMENTO BÁSICO. O saneamento básico no Brasil – por Hiram Sartori. 25 de ago. de 2016. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/o-saneamento-basico-no-brasil-por-hiram-sartori/>. Acesso em 15 de jun. de 2018.
12. SANTOS, R. F. dos, *et al.* Abordagem descentralizada para concepção de sistemas de tratamento de esgoto doméstico. In: RETC – Revista Eletrônica de Tecnologia e Cultura, 16ª ed, abr. 2015. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/06/Abordagem-descentralizada-para-concep%C3%A7%C3%A3o-de-sistemas-de-tratamento-de-esgoto-dom%C3%A9stico.pdf> . Acesso em: 12 de abr. de 2018.
13. SILVA, A. G. da. Proposição de técnicas e modelos de gestão para o esgotamento sanitário em áreas rurais brasileiras. 2017. 218 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2017. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD-AY8KSF/proposi_o_de_t_cnicas_e_modelos_de_gest_o_para_o_esgotamento_sanit_rio_em_reas_rurais_brasileiras_silva_2017_.pdf?sequence=1 . Acesso em: 03 de set. de 2018.
14. WANG, X. C. *et al.* Optimized plan of centralized and decentralized wastewater reuse systems for housing development in the urban area of Xi'an, China. Water Science & Technology, v. 58-5, p. 969 – 975, 2008. Disponível em: <https://woods.stanford.edu/system/files/publications/Wastewater-As-A-Resource-Optimized-Plan-2010521.pdf> . Acesso em: 10 de ago. de 2018.