

FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO
MBA Saneamento Ambiental

Lidia Harumi Endo

Sistema de esgotamento sanitário a vácuo: estado da arte

São Paulo
2020

Lidia Harumi Endo

Sistema de esgotamento sanitário a vácuo: estado da arte

Projeto de pesquisa apresentado no curso de MBA Saneamento Ambiental à Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de especialista em Saneamento Ambiental, sob a orientação do Prof. Dr. Antonio E. Giansante.

São Paulo

2020

Biblioteca FESPSP – Catalogação-na-Publicação (CIP)

628.3

E566s

Endo, Lidia Harumi.

Sistema de esgotamento sanitário a vácuo: estado da arte /
Lidia Harumi Endo. – 2020.

25 p.: il.; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antonio E. Giansante.

Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Saneamento
Ambiental) – Fundação Escola de Sociologia e Política de São
Paulo.

Bibliografia: p. 24-25.

1. Coleta de esgotos a vácuo. 2. Sistema público de esgotos.
3. Esgoto sanitário. 4. Vácuo. I. Giansante, Antonio E.
II. Título.

CDD 22.: Tratamento de esgotos e águas residuais 628.3

Elaborada por Éderson Ferreira Crispim CRB-8/9724

Lidia Harumi Endo

Sistema de esgotamento sanitário a vácuo: estado da arte

Projeto de pesquisa apresentado no curso de MBA Saneamento Ambiental à Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de especialista em Saneamento Ambiental, sob a orientação do Prof. Dr. Antonio E. Giansante.

Data de aprovação:

_____/_____/_____.

Banca examinadora:

Prof.^a Dra. Luciana Pranzetti Barreira - Parecerista
Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo

Prof. Dr. Mario Sergio Rodrigues - Parecerista
Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo

AGRADECIMENTOS

À Sabesp e seus dedicados profissionais por incentivar e motivar o crescimento e desenvolvimento de seus colaboradores.

Ao meu orientador, Prof. Giansante, pelo apoio, estímulo, paciência e prontidão.

Às construtivas e enriquecedoras orientações da Prof^a Tathiana e Prof^a Angela.

À presteza da tutora e professora Harue, sempre atenta a ajudar e orientar os alunos.

Ao corpo docente da FESPSP, representada pelo Coordenador Técnico do MBA de Saneamento Ambiental, Prof^o Elcires Pimenta pela dedicação constante.

Aos colegas de trabalho e do curso, com os quais aprendo diariamente, colaborando com minha formação e desenvolvimento.

Em especial, aos meus admiráveis pais, familiares e amigos, pelo amor, compreensão e apoio incondicional, tão imprescindíveis no dia-a-dia e particularmente em um momento tão ímpar e devastador que estamos todos vivenciando.

RESUMO

A falta de infraestrutura de esgotamento sanitário, além de poder acarretar em danos à saúde da população e deteriorar o meio ambiente, especificamente em regiões litorâneas, pode afetar a balneabilidade das praias e interferir negativamente no setor de turismo. Um dos fatores para os baixos índices de cobertura em alguns municípios litorâneos pode ser explicado pelas peculiaridades físicas destas localidades que podem demandar soluções técnicas mais complexas. Para suprir essa lacuna na infraestrutura tem-se como opção a utilização do sistema a vácuo, porém sua implantação representa um desafio por tratar-se de tecnologia pouco difundida no Brasil. O objeto deste projeto de pesquisa é estudar o estado da arte sobre a tecnologia do sistema de esgotamento sanitário a vácuo, através da revisão sistemática da literatura, um tipo de investigação, focada em questão definida, que visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis a um determinado foco de pesquisa com caráter de reprodutibilidade, por explicitar o passo a passo empregado. Os resultados da pesquisa podem subsidiar futuras demandas em que o sistema de esgotamento sanitário a vácuo possa ser uma alternativa técnica para implantação em regiões litorâneas, como opção ao sistema tradicional por gravidade, com informações sobre viabilidade técnica, condições locais, materiais e métodos empregados.

Palavras-chave: Coleta de esgotos a vácuo; Sistema público de esgotos; Esgoto sanitário; Vácuo.

ABSTRACT

The lack of sewage infrastructure, in addition to causing damage to the health of the population and deteriorating the environment, specifically in coastal regions, can affect the balneability of beaches and negatively interfere in the tourism sector. One of the factors for the low coverage rates in some coastal municipalities can be explained by the physical peculiarities of these locations, which may require more complex technical solutions. To fill this gap in the infrastructure, the use of a vacuum system is an option, but its implementation represents a challenge because it is a technology that is not widespread in Brazil. The object of this research project is to study the state of the art of the vacuum sanitary sewage system technology, through a systematic literature review, a type of investigation, focused on a defined question, which aims to identify, select, evaluate and synthesize the relevant evidence available for a given research focus with a reproducibility character, as it explains the step by step employed. The research results can support future demands in which the vacuum sanitary sewer system can be a technical alternative for implementation in coastal regions, as an option to the traditional system by gravity, with information on technical feasibility, local conditions, materials and methods employed.

Keywords: Vacuum sewer system; Public sewage system; Domestic sewage; Vacuum.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis de atendimento de coleta de esgoto sanitário urbano em 2018 por município.....	13
Figura 2 – Esquema de funcionamento do sistema de esgotamento a vácuo.....	15

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Listagem de sistemas a vácuo por país.....	16
Quadro 2 – Cronograma das atividades previstas no projeto de pesquisa.....	22

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ARESC	Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
ETE	Estação de tratamento de esgotos
OMS	Organização Mundial da Saúde
RMBS	Região Metropolitana da Baixada Santista
SciELO	Scientific Electronic Library Online
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
WoS	Web of Science

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	JUSTIFICATIVA	13
3	OBJETIVO.....	18
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	18
5	RESULTADOS ESPERADOS.....	21
6	CRONOGRAMA DE REALIZAÇÃO DO PROJETO	22
	REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

O provimento de serviço de distribuição de água de qualidade e esgotamento sanitário com o tratamento dos esgotos coletados, além da coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos à toda população – universalização dos serviços de saneamento – é uma meta a ser perseguida pelos titulares dos serviços de saneamento básico, atendendo integralmente não somente às áreas urbanas, mas também áreas rurais e comunidades isoladas, conforme estabelece o marco regulatório do setor. O novo Marco Legal do Saneamento Básico – Lei 14.026, sancionado recentemente em 15/07/2020 estabelece em seu artigo 11-B que os contratos de prestação de serviços públicos de saneamento básico deverão ter metas que garantam universalizar os serviços para que 99% da população tenha acesso à água potável e 90% ao tratamento e a coleta de esgoto até o ano de 2033 (BRASIL, 2020).

O acesso a estes serviços traz benefícios diretos como a melhoria da qualidade de vida e saúde da população, proteção do meio ambiente, e por consequência otimiza a aplicação do recurso financeiro, à medida em que há uma relação entre o valor investido em saneamento e o valor poupado em gastos hospitalares. Conforme a Organização Mundial da Saúde – OMS (ONU BRASIL, 2020b), para cada dólar investido em água e saneamento, economiza-se 4,3 dólares em saúde global, por diminuir os custos com saúde, aumentar a produtividade e diminuir o número de mortes prematuras.

No entanto, um estudo do Banco Mundial de março de 2020, estima que na América Latina, cerca de 30 a 40% das águas residuais são devolvidas ao meio ambiente sem tratamento adequado (ONU BRASIL, 2020a).

A falta de sistema de esgotamento sanitário e tratamento adequado dos esgotos geram situações em que os esgotos correm a céu aberto ou são conduzidos para galerias de águas pluviais, contaminando os córregos e rios e afetando negativamente as condições de saúde e qualidade de vida da população e o desenvolvimento da região.

Um sistema de coleta de esgotos contempla ramais de tubulações que canalizam os esgotos gerados nas edificações e os encaminham para a rede coletora de esgotos. Os esgotos seguem por sucessivos coletores para serem destinados a uma estação de tratamento de esgotos – ETE (SABESP, 2020).

Tradicionalmente as redes de tubulações de coleta de esgotos são projetadas para operarem com escoamento por gravidade, em conduto livre (USEPA, 2002). A própria norma da ABNT, a NBR 9649 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário – contempla apenas o dimensionamento da rede por gravidade (ABNT, 1986). São estruturas relativamente simples e que se projetadas e executadas adequadamente requerem manutenção de baixa complexidade ao longo de sua vida útil, geralmente para serviço de desobstrução (USEPA, 2002).

No entanto, para o esgotamento sanitário de áreas com algumas características peculiares, como: topografia plana, lençol freático elevado, terreno arenoso, existência de numerosas interferências, grandes distâncias entre as habitações, dentre outras, as redes projetadas pelo método tradicional (por gravidade) podem não ser a melhor opção resultando em sistemas com profundidades elevadas, valas largas, necessidade de instalação de estações elevatórias intermediárias, dentre outras desvantagens (CORREA, 2007).

Nestes casos, de acordo com Terryn et al. (2014) e Correa (2007), faz-se necessário estudar outras alternativas técnicas como a utilização da tecnologia a vácuo, comparando-as por exemplo, em termos de viabilidade técnica, econômica e financeira.

Os estudos de Terryn et al. (2014) e Panfil et al. (2013) apontam as vantagens técnicas, ambientais, sociais e econômicas dessa tecnologia.

Este projeto de pesquisa tem como objeto o sistema de esgotamento a vácuo com foco em sua utilização em locais aparentemente favoráveis a esta aplicação, como opção ao sistema tradicional.

Um estudo do estado da arte sobre esta tecnologia é capaz de fornecer elementos técnicos e econômicos sobre sua aplicabilidade, sobretudo particularidades, vantagens e dificuldades. A pesquisa será baseada em revisão sistemática da literatura.

A estrutura desta proposta de pesquisa abrange em seu item 2, a justificativa, onde se relata brevemente o problema enfrentado, as dificuldades relacionadas à tecnologia e a importância desta proposta de pesquisa. No item 3 são apresentados os objetivos a serem alcançados. O item 4 apresenta os procedimentos metodológicos para a efetivação da pesquisa. No item 5 são abordados os resultados esperados e por fim, no item 6 apresenta-se o cronograma de realização do projeto.

2 JUSTIFICATIVA

A carência de infraestrutura de esgotamento sanitário, além de acarretar em danos à saúde da população e deteriorar o meio ambiente, especificamente em regiões litorâneas, pode afetar a balneabilidade das praias e interferir negativamente no setor de turismo.

Alguns dos nove municípios pertencentes à Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) que abrange regiões litorâneas, são parte dos municípios que apresentam os menores índices de cobertura por rede de esgotamento sanitário no Estado de São Paulo, segundo dados disponibilizado no SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2020), conforme apresentado na Figura 1. Os níveis de atendimento de coleta de esgoto sanitário urbano em 2018 foram: Praia Grande (72%); Bertioga (51%); Cubatão (53%); Guarujá (67%); Itanhaém (45%); Mongaguá (77%); Peruíbe (77%); Santos (100%); São Vicente (74%).

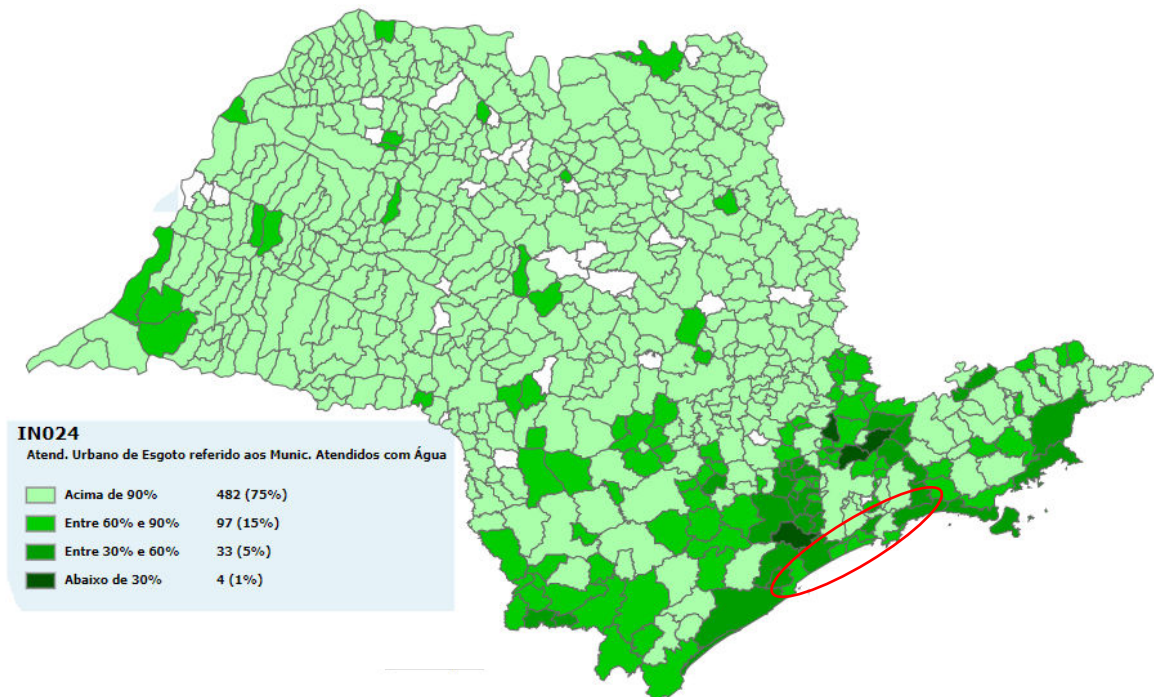


Figura 1 – Níveis de atendimento de coleta de esgoto sanitário urbano em 2018 por município

Fonte: Adaptado de SNIS (2020)

RMBS delimitado em vermelho

Um dos fatores para os baixos índices de cobertura pode ser explicado por algumas dificuldades técnicas peculiares enfrentadas nesse tipo de localidade como: baixa declividade dos terrenos (topografia plana), lençol freático elevado, terrenos arenosos, solos instáveis, dentre outros (CORREA, 2007).

Essas dificuldades fazem com que os sistemas de esgotamento sanitário realizados por redes de coleta de esgotos por métodos tradicionais, por gravidade, resultem em sistemas que demandem profundidades de redes elevadas, necessidade de escoramento complexo de valas, necessidade de implantação de estações elevatórias intermediárias, dificuldades construtivas e riscos inerentes à uma obra realizada em solos instáveis e de lençol freático elevado (NORBRA, 2008). Esses fatores redundam geralmente em sistemas onerosos e de difícil execução em sua implantação e operação, fatos que podem desencorajar os titulares dos serviços de saneamento a investirem na implantação dessa importante infraestrutura.

Frente a essa lacuna na infraestrutura de esgotamento sanitário tem-se como opção a utilização do sistema a vácuo.

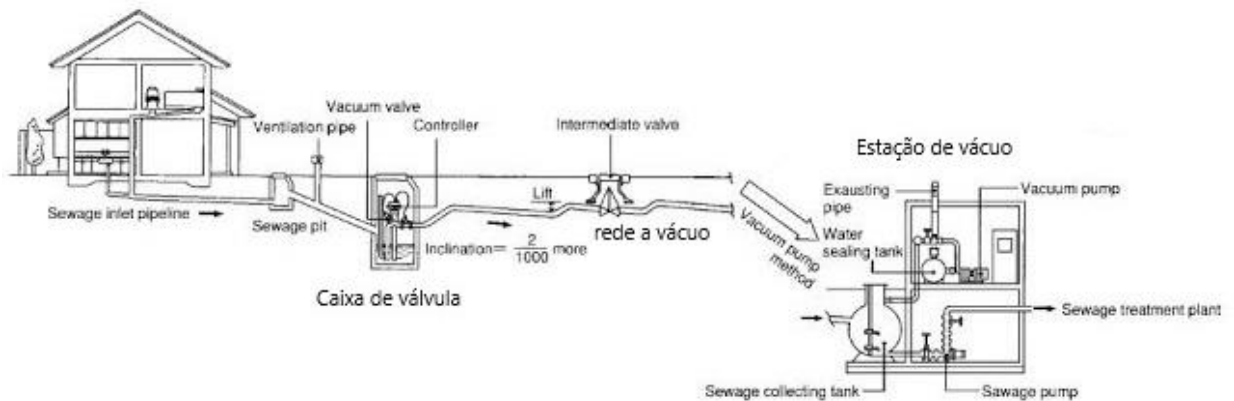
No sistema de coleta de esgotos por gravidade, os esgotos são conduzidos por escoamento livre, portanto se processam em seções parciais de tubulações fechadas e sob pressão atmosférica (ALEM SOBRINHO, 2000).

Diferentemente, no vácuo o sistema é mecanizado e utiliza pressão negativa (vácuo) dentro da tubulação como força propulsora para transportar o esgoto (WEF, 2008). A Figura 2 ilustra esquematicamente o funcionamento do sistema.

Neste sistema, o esgoto é coletado dos domicílios através de redes auxiliares por gravidade. Cada cerca de cinco domicílios conduzem seus esgotos para o compartimento de coleta das caixas de válvula. Ao se atingir um nível pré-estabelecido nesse compartimento, a válvula é acionada e o esgoto é aspirado pela rede a vácuo. Por essa rede os esgotos são conduzidos para o tanque de coleta existente na estação de vácuo. O vácuo é mantido dentro de uma faixa operacional pré-estipulada. Bombas de recalque encaminham o esgoto coletado no tanque de coleta para tratamento posterior (AQSEPTENCE, 2020a).

A estação de vácuo é responsável pela pressão negativa dentro do tanque coletor e nas redes a vácuo. Seu funcionamento é semelhante a uma estação elevatória, possuindo tanque coletor, bombas e painel elétrico, porém com o acréscimo de bombas de vácuo.

Figura 2 - Esquema de funcionamento do sistema de esgotamento a vácuo



Fonte: Adaptado de Aguiar, 2020.

A rede a vácuo possui um perfil dente de serra, o que possibilita que mantenha uma profundidade relativamente rasa ao longo de todo o sistema (AQSEPTENCE, 2020b).

De maior complexidade se comparado ao sistema por gravidade, neste tipo de sistema há várias condicionantes de projeto e operacionais a serem seguidas para o adequado funcionamento, muitos deles estabelecidos em norma específica da ABNT (2009).

Importante destacar a distinção entre sistema a vácuo a ser empregado em redes públicas de esgotamento sanitário para atendimento de determinado número de domicílios e demais edificações, daqueles sistemas empregados internamente em edifícios, mais conhecidos como sistema predial a vácuo (RESENDE FILHO, 2009), utilizados em edifícios comerciais, shopping centers, dentre outros, os quais apresentam características totalmente distintas e cujo objetivo principal é a economia de água.

Atualmente são diversos os sistemas a vácuo implantados em todo o mundo. No Quadro 1 foram relacionados sistemas implantados por país¹.

Observa-se um número superior a mil sistemas implantados, com uma aplicação significativa da tecnologia principalmente no continente europeu e na América do Norte, com atuação mais significativa de três fornecedores: Airvac, Redivac e Roediger, em diferentes períodos de implantação.

¹ São apresentadas informações de países com pelo menos sete sistemas implantados.

Quadro 1 - Listagem de sistemas a vácuo por fornecedores

País	Fornecedor	Características principais dos sistemas implantados				
		Localidade	Número sistemas	Número válvulas	Ano de implantação	População beneficiada
Alemanha	Airvac	Nd	52	4079	Nd	Nd
	Roediger	Nd	270	32645	1973-2007	Nd
	Schluff	Klensby; Hardebeck/ Hasenkrug; Leegebruch; Graditz; Tolk; Bart;	Nd	4420	Nd	17060
Austrália	Airvac	Nd	60	5296	Nd	Nd
Austria	Roediger	Nd	18	5820	1990 -2007	Nd
Canadá	Airvac	Nd	10	1795	Nd	Nd
Coréia	Airvac	Nd	19	733	Nd	Nd
Emirados Árabes	Airvac	Nd	1	7	Nd	Nd
	Redivac	Zayed; Addcap; Sharjah;	Nd	478	Nd	Nd
	Roediger	Nd	2	290	2005-2007	Nd
	Roediger	Palm Jumeirah (Dubai)	1	1200	2007	23000 (2000 villas)
Espanha	Airvac	Nd	13	795	Nd	Nd
	Roediger	Nd	3	556	1999-2007	Nd
Estados Unidos	Airvac	Nd	263	45638	Nd	Nd
	Redivac	Alaska, Deering;	Nd	53	1999	Nd
	Roediger	Nd	20	1760	1997-2006	Nd
	Airvac	Sistemas Substituídos	21	3185	Nd	Nd
França	Airvac	Nd	79	5240	Nd	Nd
	Redivac	Chappes; Foucheres	Nd	126	Nd	Nd
	Roediger	Nd	7	694	2003-2007	Nd
Holanda	Roediger	Nd	14	1196	2002-2007	Nd
	Airvac	Nd	20	1688	Nd	Nd
Hungria	Airvac	Nd	13	2041	Nd	Nd
	Redivac	Dunavarsany; Csorna;	Nd	2420	1997-1998	7100 domicílios
	Roediger	Nd	1	550	1997	Nd
Itália	Airvac	Nd	6	281	Nd	Nd
	Roediger	Nd	6	485	2001-2006	Nd
Japão	Airvac	Nd	117	14604	Nd	Nd
Malásia	Airvac	Nd	1	110	Nd	Nd
	Redivac	Pulau Indah;	Nd	100	Nd	Nd
	Roediger	Nd	5	269	2002-2007	Nd
México	Airvac	Nd	12	803	Nd	Nd
Polónia	Redivac	Nadarzyn;	Nd	244	Nd	Nd
	Airvac	Nd	25	3304	Nd	Nd
	Roediger	Nd	18	6838	1997-2007	Nd
	Schluff	NowyKorczyn;	Nd	445	Nd	1500
Reino Unido	Airvac	Nd	55	2501	Nd	Nd
	Redivac	Wimbledon; Gorefield; Rosedale Abbey	Nd	187	Nd	Nd
	Roediger	Nd	3	454	2001-2006	Nd
República Checa	Airvac	Nd	30	4339	Nd	Nd
	Roediger	Nd	16	3890	1997-2007	Nd

Legenda: Nd – não disponibilizado

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados disponibilizados pelos fornecedores na Internet e em seus catálogos técnicos.

No Brasil há apenas dois sistemas a vácuo: um em condomínio de alto padrão localizado em Florianópolis – SC implantado em 2003 e que permanece em operação (ARESC, 2020), e outro corresponde a um sistema público de pequeno porte em Paranaguá – PR, que atenderia cerca de 200 ligações, foi implantado porém seu funcionamento foi descontinuado. Portanto no Brasil, não há nenhum sistema público de esgotamento a vácuo em operação.

Pelo fato do emprego do vácuo em redes de esgotamento sanitário se tratar de tecnologia não difundida no Brasil, sua implantação representa um desafio, considerando que a estrutura precisa funcionar adequadamente por toda sua vida útil. Além disso pode enfrentar problemas técnicos como:

- Número reduzido de fornecedores locais;
- Falta de materiais adequados;
- Necessidade de importação de materiais e equipamentos;
- Falta de projetistas especializados;
- Falta de mão de obra adequada; dentre outros.

Outro fator importante é a necessidade de se conhecer diferentes aspectos da implantação deste tipo de sistema em relação às outras localidades do mundo, ou seja, superar aspectos culturais não enfrentados usualmente como:

- Falta de cultura para realização de manutenção preditiva e preventiva;
- Possibilidade de vandalismo; e
- Possibilidade de boicote por parte da população; dentre outros.

Estas questões podem demandar adequações para a realidade brasileira para o correto funcionamento do sistema ou podem inviabilizar tecnicamente e/ou economicamente.

Todo esse contexto corrobora a necessidade de um maior conhecimento acerca da tecnologia, principalmente os tipos de materiais e equipamentos empregados, métodos empregados, locais de implantação e os resultados técnicos e econômicos atingidos. Os resultados da pesquisa podem subsidiar futuras demandas em que o sistema de esgotamento sanitário a vácuo possa ser uma alternativa técnica para implantação em regiões litorâneas suprimindo uma importante lacuna no setor de saneamento em diversas localidades do Brasil.

3 OBJETIVO

Estudar o estado da arte da tecnologia do sistema de esgotamento sanitário a vácuo.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa proposta - Estado da arte sobre o sistema de esgotamento sanitário a vácuo - possui abordagem qualitativa e será baseada em revisão sistemática da literatura.

Conforme Galvão e Pereira (2014), a revisão sistemática da literatura é um tipo de investigação, focada em questão definida, e visa identificar, selecionar, avaliar e sintetizar as evidências relevantes disponíveis a um determinado foco de pesquisa.

Além disso, é focada em seu caráter de reprodutibilidade, ao apresentar de forma explícita as bases de dados consultadas, estratégias empregadas, o processo de seleção dos artigos e o processo de análise das publicações (GALVÃO e RICARTE, 2019).

Dentro desse contexto, são apresentados os critérios adotados para a pesquisa.

4.1 Pergunta da pesquisa

Pergunta central da pesquisa:

O sistema de esgotamento sanitário a vácuo implantado em regiões litorâneas é viável tecnicamente?

Além disso, questiona-se: Quais materiais e métodos empregados? Quais condições locais? Há comparativo econômico com sistema por gravidade?

4.2 Bases de dados a serem consultadas

Serão pesquisadas teses e artigos científicos disponíveis nas seguintes bases de dados:

- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD);
- CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior): Banco de Teses e Dissertações;

- Google Scholar;
- Base de dados de livre acesso da SciELO (Scientific Electronic Library Online) Brasil;
- Web of Science - WoS.

4.3 Palavras-chave da busca

Como o foco da pesquisa é o sistema a vácuo em rede de esgotamento sanitário, as buscas em língua portuguesa deverão conter uma das seguintes palavras-chave:

“esgoto* a vácuo”, “sistema* de esgoto* a vácuo”, “sistema* de esgotamento a vácuo”, “esgoto sanitário a vácuo”, “sistema a vácuo de esgoto*”, “esgotamento a vácuo”, “rede de esgotos a vácuo”, “sistemas municipais a vácuo”, “sistema a vácuo AND esgoto* OR esgotamento” “sistema urbano a vácuo”.

Nas bases em inglês deverão ser utilizadas estas palavras-chave para a busca: “vacuum sewer”, “vacuum sewerage”, “vacuum sewage”, “vacuum sewage network”, “municipal vacuum system*”, “vacuum system AND sew*”, “vacuum sewage collection system*”, “public sewage system* AND vacuum”, “waste\$water collection AND vacuum”, “sew* system AND vacuum”.

4.4 Abrangência temporal

Será considerado como marco temporal final o ano de 2020. Não será fixado marco temporal inicial para que se obtenha um número maior de publicações.

4.5 Processamento dos resultados

A partir das buscas realizadas, estas serão reunidas em formato de planilha e ordenadas com as informações mais relevantes. Nessa etapa serão excluídos os registros em duplicidade originadas de diferentes buscas.

4.6 Critérios para a seleção das publicações

Da pré-avaliação dos resultados da busca após leitura dos resumos dos trabalhos serão excluídas:

- Publicações com foco exclusivo em:
 - Sistemas prediais a vácuo;
 - Sistema predial de esgoto sanitário;

- Sistema em estabelecimento comercial;
- Sistema indoor;
- Sistema em marinas;
- Sistema em embarcações ou aeronaves;
- Sistema para condução de resíduos sólidos.
- Publicações não relacionadas à temática

4.7 Análise crítica dos estudos selecionados e extração de dados

As informações de interesse a serem extraídas das publicações selecionadas são:

- Porte do sistema e suas características principais (número de domicílios atendidos, número de válvulas, ano de implantação, tipo de local (litorâneo/rural/outros), fornecedor de válvulas;
- Tipo e especificação de material empregado nas tubulações e conexões;
- Tipo de junções empregados entre as tubulações (tipo de junta, tipo de solda, etc);
- Tipo de acionamento das válvulas (das caixas de válvulas), pneumático, elétrico, etc;
- Frequência e tipo de manutenção;
- Estrutura pessoal para operação;
- Vida útil das instalações;
- Problemas enfrentados;
- Comparativo de custo com sistema por gravidade;
- Informações de custo de implantação, operação e manutenção.

4.8 Compilação e síntese dos dados

Os dados obtidos na atividade anterior serão compilados e avaliados. Esta base de dados será sintetizada para obtenção dos dados requeridos da pesquisa. Também serão levantadas as eventuais lacunas detectadas na literatura científica para o foco estudado.

4.9 Redação do relatório de revisão sistemática da literatura

Os resultados obtidos na pesquisa, discussões, desafios, oportunidades de pesquisa e conclusões serão reunidos em um documento consolidado.

5 RESULTADOS ESPERADOS

Os principais resultados esperados desta proposta de pesquisa são:

- Obter informações sobre a viabilidade técnica de implantação em regiões litorâneas;
- Levantar os materiais e métodos empregados nos sistemas;
- Levantar as condições locais em que os sistemas foram implantados;
- Levantar dados de comparativos econômicos com relação ao sistema por gravidade.

Adicionalmente:

- Levantar principais características técnicas dos sistemas estudados;
- Verificar a frequência e tipos de manutenção empregadas;
- Avaliar a estrutura de pessoal empregada para operação dos sistemas;
- Levantar principais problemas ocorridos;
- Levantar potenciais melhorias/adequações a serem empregadas em projetos futuros.

6 CRONOGRAMA DE REALIZAÇÃO DO PROJETO

O tempo estimado para a realização das atividades previstas é de 8 meses, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Cronograma das atividades previstas no projeto de pesquisa

Atividades	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Pesquisa em bases de dados selecionadas	■	■											
Processamento dos resultados			■										
Leitura e seleção de publicações			■	■									
Análise crítica e extração de dados					■								
Compilação e Síntese dos dados						■							
Relatório da revisão sistemática da literatura							■	■					

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9649: Projeto de redes de esgoto**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas: **NBR 15710:2009 - Sistemas de redes de coleta de esgoto sanitário doméstico a vácuo**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

AGUIAR Jorcy. **Lixo & esgoto a vácuo**. Disponível em <<https://www.jorcyaguiar.com/2011/06/lixo-esgoto-vacu.html>>. Acesso em 10/06/2020.

ALÉM SOBRINHO Pedro; TSUTIYA Milton T. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2ª edição. São Paulo: EPUSP, 2000.

AQSEPTENCE GROUP. **Airvac Municipal Brochure - Innovative Solution for a Cleaner Environment**. Disponível em <<https://www.aqseptence.com/app/en/applications/vacuum-technology-systems/>>. Acesso em 15/06/2020a.

AQSEPTENCE GROUP. **Land Developer FLyer**. 2018. Disponível em <<https://www.aqseptence.com/app/pt/products/airvac-vacuum-sewer-system/>>. Acesso em 15/06/2020b.

ARESC – Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina. **Vistoria Técnica dos Serviços de Saneamento Básico: SAE Jurerê Internacional**. ARESC; Florianópolis, 2018.

Banco Mundial: esgoto tratado beneficia a saúde, o meio ambiente e a economia. **ONU – Organização das Nações Unidas no Brasil**, Brasília, 25 de mar. de 2020. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/banco-mundial-esgoto-tratado-beneficia-a-saude-o-meio-ambiente-e-a-economia/>>. Acesso em 15/06/2020a.

BRASIL. **Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências** Diário Oficial da União, Brasília, 16 de julho de 2020. Poder Executivo.

CORREA Pedro P. **Sistema de Esgotos Sanitário a vácuo: Avaliação Econômica da sua aplicação em regiões planas, litorâneas e com nível de lençol freático elevado**. Tese de Graduação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2007.

GALVÃO Maria CB; RICARTE Ivan LM. Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, v. 6, n. 1, p. 57-73, 15 set. 2019.

GALVÃO Taís F; PEREIRA Mauricio G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviço de Saúde**, Brasília, v. 1, n. 23, p.183-184, mar. 2014. Disponível em: <<http://scielo.iec.gov.br/pdf/ess/v23n1/v23n1a18.pdf>>. Acesso em 26/06/2020.

NORBRA – Construções e Empreendimentos Ltda. Esgoto a vácuo x Esgoto à gravidade. Curitiba: Norbra, 2008.

OMS - Organização Mundial da Saúde: Para cada dólar investido em água e saneamento, economiza-se 4,3 dólares em saúde global. **ONU – Organização das Nações Unidas no Brasil**, Brasília, 20 de nov. de 2014. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/oms-para-cada-dolar-investido-em-agua-e-saneamento-economiza-se-43-dolares-em-saude-global/#:~:text=A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Mundial%20da%20Sa%C3%BAde,a%20defeca%C3%A7%C3%A3o%20ao%20ar%20livre>> Acesso em 12/05/2020b.

PANFIL C.; MIREL I.; SZIGYARTO I.; ISACU M., Technical, economical, social and ecological characteristics of vacuum sewage system. **Environmental Engineering and Management Journal**, 12 (2013), 1017-1022.

RESENDE FILHO, Anabi. Esgotamento Sanitário a vácuo: Descrição e Avaliação Econômica. Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo: São Carlos, 2009.

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Norma técnica SABESP. **NTS 025 - Projeto de redes coletoras de esgotos: Procedimento**. São Paulo: SABESP, 2020.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em 15/06/2020.

TERRYN Iulia C; LAZARFX Iuliana; NEDEFF Valentin; LAZAR Gabriel. **Conventional vs. vacuum sewerage system in rural areas - an economic and environmental approach**. *Environmental Engineering and Management Journal* 13 (2014), 8, 1847-1859.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. Collection Systems Technology Fact Sheet: **Sewers, Conventional Gravity**. EPA 832-F02-007. EPA: Washington. D.C, 2002.

WEF - Water Environment Federation **Alternative Sewer Systems**. WEF Manual of Practice No. FD-12. Second Edition. Virginia: WEF Press, 2008.