

FACULDADE DE SOCIOLOGIA E POLITICA DE SÃO PAULO – FESPSP
MBA SANEAMENTO AMBIENTAL

Priscila Aparecida Rossini

**SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE MENOR PORTE COMO
ALTERNATIVA PARA COMUNIDADES ISOLADAS E ÁREAS RURAIS**

São Paulo

2021

Priscila Aparecida Rossini

**SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE MENOR PORTE COMO
ALTERNATIVA PARA COMUNIDADES ISOLADAS E ÁREAS RURAIS**

Artigo aplicado apresentado à Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para conclusão do curso de MBA Saneamento Ambiental, sob a orientação da professora Dra. Natasha Bachini.

São Paulo

2021

Catálogo-na-Publicação – Biblioteca FESPSP

628.3

R835s Rossini, Priscila Aparecida.

Sistema de tratamento de esgoto de menor porte como alternativa para comunidades isoladas e áreas rurais / Priscila Aparecida Rossini. – 2021.

27 p. : il., tab. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Natasha Bachini.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização: MBA em Saneamento Ambiental) – Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo.

Bibliografia: 24-27.

1. Esgoto. 2. Tratamento. 3. Alternativas. I. Pereira, Natasha Bachini. II. Título.

CDD 23.: Tratamento de esgoto e disposição final 628.3
Elaborada por Éderson Ferreira Crispim CRB-8/9724

Priscila Aparecida Rossini

SISTEMA DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE MENOR PORTE COMO
ALTERNATIVA PARA COMUNIDADES ISOLADAS E ÁREAS RURAIS

Artigo aplicado apresentado à Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, como exigência parcial para conclusão do curso de MBA Saneamento Ambiental, sob a orientação da professora Dra. Natasha Bachini.

Data de aprovação:

_____/_____/_____.

Banca examinadora:

Nome do (a) professor (a), titulação,

Instituição e assinatura.

Nome do (a) professor (a), titulação,

Instituição e assinatura.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois sem Ele nada seria possível.

À minha família pelo apoio e incentivo em todos os momentos, mesmo nos mais difíceis.

À Sabesp pela oportunidade de realização desta pós-graduação.

Aos professores por compartilhar seu tempo e conhecimento.

Aos colegas Solange Alves de Miranda – Sabesp, engº Kleber dos Santos – Sabesp, prof. Luciano Zanella – IPT, engª Rosa Maria Saunitti – Sanepar e coordenadora do comitê ABNT que revisa as normas de projeto de saneamento, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

À professora Dra. Natasha Bachini pela orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Enfim, a todos que de algum modo contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

A coleta e o tratamento do esgoto sanitário em comunidades isoladas e áreas rurais sempre foram um desafio para a universalização do saneamento básico, devido a diversas dificuldades, mas principalmente a distância e a dispersão populacional desses núcleos (HOSOI, 2011). Neste artigo são abordadas algumas alternativas possíveis de serem aplicadas, com tecnologias que busquem melhorar as condições de saúde e higiene das comunidades por meio de técnicas de baixo custo, que respeitem a cultura e os conhecimentos locais e que sejam ambientalmente sustentáveis. Sistemas alternativos, ou simplificados, de tratamento surgem como possibilidade de universalizar o acesso ao esgotamento sanitário no mundo. As características importantes à escolha desse tipo de sistemas são: baixo custo de implantação e operação; pouca dependência de energia, peças e equipamentos de reposição; simplicidade de operação, manutenção e controle; pouco ou nenhum problema com a disposição de lodo gerado, flexibilidade em relação a expansões futuras e ao aumento de eficiência, dentre outros (PROSAB, 2001).

Palavras-chave: Esgoto. Tratamento. Alternativas.

ABSTRACT

The collection and treatment of sanitary sewage in isolated communities and rural areas has always been a challenge for the universalization of basic sanitation, due to several difficulties, but mainly the distance and population dispersion of these centers (HOSOI, 2011). This article addresses some possible alternatives to be applied, with technologies that seek to improve the health and hygiene conditions of communities through low-cost techniques that respect local culture and knowledge and that are environmentally sustainable. Alternative, or simplified, treatment systems emerge as a possibility to universalize access to sanitary sewage in the world. The important characteristics when choosing this type of systems are: low implementation and operation cost; little reliance on power, changing parts and equipment; simplicity of operation, maintenance and control; little or no problem with the disposal of generated sludge, flexibility in relation to future expansions and increased efficiency, among others (PROSAB, 2001).

Keywords: Sewage. Treatment. Alternatives.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas do funcionamento do sistema convencional de tratamento de esgoto sanitáriopág.15

Figura 2 – Exemplo de sistema individual de tratamento de esgoto para imóveis sem acesso à rede pública.....pág.16

LISTA DE SIGLAS

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CB – Comitê Brasileiro

DAE – Departamento de Águas e Esgotos

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

ECTE - Equipamento Compacto de Tratamento de Esgoto

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LAB - Lodo Ativado por Batelada

NBR – Norma Brasileira

RAC - Reator anaeróbio compartimentado

SNIS – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
3 ALTERNATIVAS DE SISTEMAS COMPACTOS	17
4 CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

O esgotamento sanitário pode ser definido como um conjunto de infraestruturas, equipamentos e serviços com o objetivo de coletar, transportar e tratar os esgotos domésticos, evitando a proliferação de doenças e a poluição de corpos hídricos após seu lançamento na natureza (SNIS, 2019).

A coleta e o tratamento do esgoto sanitário em comunidades isoladas e áreas rurais sempre foram um desafio para a universalização do saneamento básico, devido a diversas dificuldades, mas principalmente a distância e a dispersão populacional desses núcleos.

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES-SP), o termo comunidades isoladas foi adotado para designar núcleos habitacionais que não estão conectados aos serviços públicos de saneamento básico. Esse fato pode ocorrer por conta de inviabilidade técnica, econômica e/ou política, sendo fruto de diversos fatores, tais como: grande distância em relação à sede do município, difícil acesso, baixa densidade populacional, grande dispersão entre os domicílios ou situação de irregularidade fundiária. Nessas localidades, as redes de distribuição de água e de coleta de esgoto não existem ou são insuficientes, levando à necessidade da adoção de soluções locais, unifamiliares ou semicoletivas.

As comunidades isoladas podem ser urbanas ou rurais, próximas ou não de locais atendidos pelos serviços municipais de saneamento e mesmo assim não estarem conectados as redes existentes.

Nos últimos anos, têm-se promovido melhorias nas condições sanitárias da população, como no tratamento de águas residuárias. Entretanto, a implementação de sistemas de tratamento adequado ainda é um desafio para todos (MOLINOS-SENANTE et al., 2015).

A busca por soluções sustentáveis para a questão, que inclui o acesso a serviços de naturezas diversas (econômicos, sociais e ambientais, através de levantamentos nas comunidades que não dispõem de viabilidade técnica e econômica para se conectar à rede pública de esgotamento sanitário), tem preocupado estudiosos e profissionais da área há alguns anos, mas o assunto é polêmico e esbarra em um aspecto relevante

para os programas de saneamento em comunidades isoladas: a da conscientização de que é necessário elaborar estratégias diferenciadas que respeitem a identidade natural e social do lugar (HOSOI, 2011).

Do ponto de vista técnico, diversas opções de tratamento de esgoto estão disponíveis: de sistemas mais sofisticados a sistemas mais simples, com diferentes características de operação, manutenção e eficiência de tratamento. A escolha do sistema adequado depende de fatores como: características do corpo d'água para despejo do efluente, clima, topografia, preços do terreno, investimento inicial, custos de manutenção, dentre outros (NUVOLARI, 2003).

Os sistemas compactos de tratamento pré-fabricados, têm sido utilizados devido a diversas vantagens, tais como redução de custos de implantação, de operação, de manutenção (HOSOI, 2011).

Os sistemas descentralizados normalmente são associados a sistemas alternativos com custos reduzidos de implantação e operação, menor porte e tratamento de esgoto no próprio local da comunidade servida. Em geral, as redes coletoras têm extensão reduzida e o tratamento é mais simples. Recentemente, os sistemas descentralizados foram a opção preferencial, no caso de regiões metropolitanas, para atender zonas periféricas, habitações subnormais, vilas e conjuntos habitacionais distantes e áreas de baixa renda, ou seja, sistemas isolados, não interligados aos sistemas centralizados de maior porte (SANTOS, 2019).

No entanto, deve ser observado que, quanto maior rigor legal dos parâmetros de efluentes tratados, maior deve ser a atenção com essa alternativa de tratamento quanto ao seu dimensionamento e a seleção adequada de equipamentos principais, notadamente àqueles que promovem a aeração, a mistura e os materiais empregados nos tanques. Também é recomendável a necessidade de atenção com a concepção do projeto de tratamento, principalmente nas localidades com corpos receptores de reduzida capacidade de diluição (HOSOI, 2011).

O importante não é se as tecnologias de tratamento são convencionais, clássicas ou novas, mas sim se são adequadas à situação e se sua operação e manutenção não

são relegadas a segundo plano, e se não há funcionamento irregular dos sistemas, inoperância e paralisação (SANTOS, 2019).

Diante das constatações recentes quanto aos elevados custos e exigências ambientais para a remoção e disposição dos sólidos gerados em sistema de tratamento, a escolha das alternativas deve sempre levar em consideração o desaguamento e/ou armazenamento, transporte e disposição final dos resíduos (HOSOI, 2011).

Existe uma ampla variedade de tecnologias disponíveis para sistemas compactos de tratamento em comunidades isoladas e áreas rurais, mas não há consenso sobre qual seria a mais adequada do ponto de vista técnico. A decisão deve, portanto, levar em conta as especificidades locais, dado que existem diferenças significativas entre as regiões brasileiras no que tange às suas características ambientais, socioeconômicas e culturais.

Sistemas alternativos, ou simplificados, de tratamento surgem como possibilidade de universalizar o acesso ao esgotamento sanitário no mundo. Características importantes para a escolha desse tipo de sistemas são: baixo custo de implantação e operação; pouca dependência de energia, peças e equipamentos de reposição; simplicidade de operação, manutenção e controle; pouco ou nenhum problema com a disposição de lodo gerado, flexibilidade em relação a expansões futuras e ao aumento de eficiência, dentre outros (PROSAB, 2001).

O objetivo deste artigo é apresentar alternativas sustentáveis e viáveis técnica e economicamente para o tratamento do esgoto em comunidade isoladas e áreas rurais, de modo a contribuir com a universalização do saneamento e que tem ganhado maior importância com a atualização do marco legal do saneamento básico através da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.

O estudo foi realizado por meio de revisão da literatura e pesquisa documental, que embasou a etapa de discussão teórica e apresenta alternativas para a implantação de sistema de menor porte em locais onde não é possível ou viável a conexão ao sistema público de coleta de esgoto.

As experiências relatadas neste artigo são baseadas na revisão de literatura técnica disponível e na revisão em andamento na ABNT das NBR 7229 - Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos e NBR13969 - Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação, que abordam esse assunto de sistema compacto de tratamento de esgoto sanitário. Na ocasião que essas normas foram publicadas, não tínhamos a variedade de unidades compactas de tratamento de esgoto que temos hoje. O projeto de revisão conta com a unificação dessas normas em uma única norma que abordará não só tanques sépticos, mas outros tratamentos em unidade compactas pré-fabricadas.

Este artigo está estruturado em quatro partes: 1) introdução - onde se apresentam o problema, o objetivo do artigo, o método empregado e a estrutura; 2) referencial teórico - onde se apresentam os principais aspectos do problema da disposição do esgoto e tratamento simplificado em comunidades isoladas e áreas rurais; 3) alternativas de sistema compacto: onde se apresentam os modelos disponíveis no mercado mais adequados para tratamento de esgoto em comunidades isoladas e áreas rurais; 4) conclusão: onde se apresentam possíveis soluções ao problema apresentado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com a Constituição Federal de 1988, “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”, incumbindo ao poder público a proteção da fauna e da flora, sendo “vedadas, na forma da Lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica”, especificando, ainda que “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados” (artigo 225, caput, § 1º, inciso VII, e § 3º) (BRASIL, 1988).

Um dos maiores problemas ambientais atualmente é a contaminação da água, causada principalmente, pelo lançamento inadequado de efluentes. Segundo Santos et al. (2015), em muitos lugares, o esgoto é simplesmente lançado nos corpos d'água sem qualquer tratamento, muitas vezes também são infiltrados no solo, causando a poluição de águas subterrâneas, desenvolvendo desta forma muitos problemas de saúde pública.

A garantia de um futuro viável para as próximas gerações está cada vez mais associada ao conceito de sustentabilidade, inclusive na área de saneamento básico (HOSOI, 2011).

O sistema tradicional de tratamento de esgoto pode ser definido como um conjunto de elementos que tem por objetivo a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final tanto do esgoto doméstico quanto do lodo resultante. O sistema de esgotos, portanto, abrange a rede coletora com todos os seus componentes, as estações elevatórias de esgoto e as estações de tratamento de esgoto (VON SPERLING, 1996).

Um sistema convencional de tratamento de esgoto, centralizado e de grande porte, consiste no direcionamento de todo o esgoto doméstico coletado para uma ETE, que pode abranger até quatro níveis de tratamento (adaptado, TONETTI et al., 2018):

1. **Preliminar:** remoção de sólidos grosseiros e areia. A remoção ocorre por meio de gradeamento e desarenadores.
2. **Primário:** remoção de materiais sedimentáveis e flutuantes. Seu objetivo é a remoção de sólidos sedimentáveis por meio de decantadores. Os sólidos que se acumulam no fundo dos decantadores são denominados lodo primário e, depois de separados, são direcionados para outras unidades de tratamento responsáveis pelo seu adensamento, digestão biológica, secagem e disposição final adequada.
3. **Secundário:** degradação da matéria orgânica dissolvida. Essa fase é responsável pela degradação da matéria orgânica dissolvida do esgoto e isso é feito por uma unidade de tratamento biológico, na qual bactérias e outros microrganismos se alimentam de matéria orgânica, removendo-a assim do

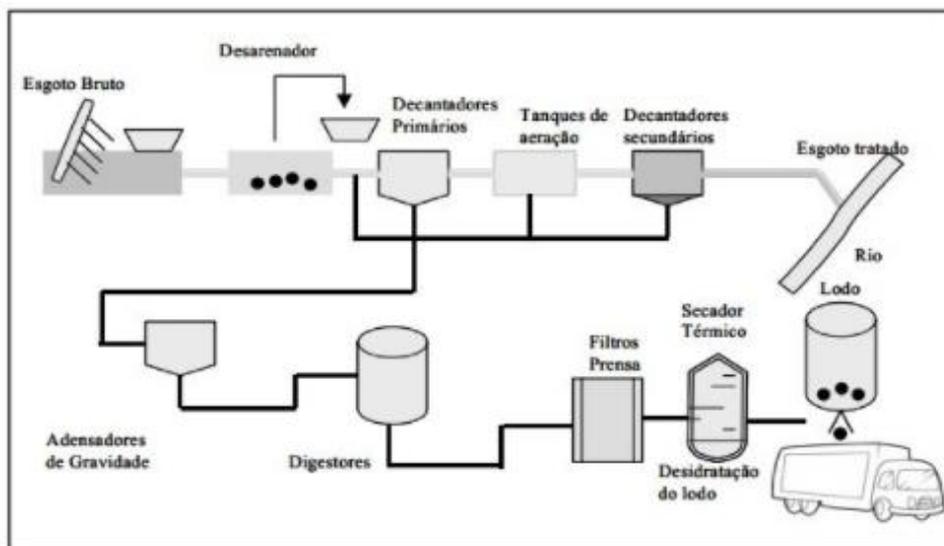
esgoto. Tais microrganismos formam uma fração de sólidos conhecida como lodo secundário. Esses sólidos devem passar por outras unidades para o seu adensamento, digestão, secagem e disposição final.

4. **Terciário:** remoção de nutrientes e desinfecção. Por último, o tratamento terciário envolve a remoção de componentes específicos, como os nutrientes – Nitrogênio e Fósforo – e a desinfecção do esgoto tratado.

O efluente depois de tratado, normalmente, é lançado em corpos hídricos. Para isso, o efluente deve atender algumas características determinadas pela legislação ambiental e estar em conformidade com a qualidade das águas do corpo receptor, dada pelo seu enquadramento.

Contudo, um sistema de tratamento convencional, com grandes redes coletoras e infraestrutura completa nem sempre é viável, dependendo de onde for instalado.

FIGURA 1 - Etapas do funcionamento do sistema convencional de tratamento de esgoto sanitário

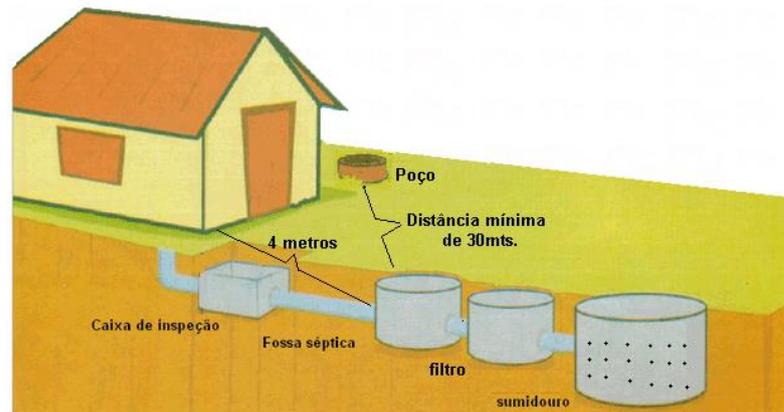


Fonte: Oliveira, 2006

No caso de comunidades isoladas e áreas rurais, os sistemas de tratamento de esgoto doméstico podem ser simplificados uma vez que não dispõem da estrutura que um sistema convencional apresenta (TONETTI et al., 2018). Suas etapas são mais simples e o tratamento realizado de maneira compacta, normalmente por sistemas

pré-fabricados e operados pelos próprios usuários. Os sistemas compactos podem ser utilizados em imóveis unifamiliares ou semicoletivos (ABNT, 2021).

FIGURA 2 – Exemplo de sistema individual de tratamento de esgoto para imóveis sem acesso à rede pública



Fonte: Internet (http://www.fkct.com.br/dicas_de_fossa_septica.html)

Uma prática comum no Brasil rural e em outros países é a segregação do esgoto doméstico em duas frações distintas, que normalmente são tratadas separadamente: as águas cinzas - provenientes de pias, tanque, máquina de lavar roupa e chuveiros - e as águas negras - provenientes de vaso sanitário. Essa separação dos esgotos é vista como um importante passo para o seu tratamento mais simplificado e eficiente, dentro da perspectiva do saneamento. Normalmente as águas cinzas recebem um tratamento “intuitivo”, sendo normalmente aplicadas diretamente no solo ou em áreas com plantação de frutíferas e hortaliças (TONETTI et al., 2018).

A separação dos esgotos em frações distintas (águas cinzas e negras) é um importante passo para o seu tratamento mais simplificado e eficiente, dentro da perspectiva do saneamento ecológico (FONSECA, 2008).

Apesar do tratamento diferenciado em relação às águas cinzas ser muito comum, ele ainda é pouco avaliado em relação ao seu possível impacto na qualidade do solo, das águas e na saúde humana. Diferentes tipos de águas cinzas podem apresentar grandes variações na sua composição e potencial contaminante. As características das águas cinzas dependem muito do comportamento de quem as gera, dos equipamentos utilizados e dos produtos químicos envolvidos que também variam

conforme o local de produção e os fatores sociais e econômicos (TONETTI et al., 2018).

Também é necessário, encontrar alternativas de sistemas compactos de tratamento de esgoto sanitário, com facilidade na construção e manutenção, mas que ofereça infraestrutura adequada de tratamento dos efluentes, sem que seja necessário abrir mão da qualidade de vida e da qualidade ambiental, priorizando assim o uso racional dos recursos hídricos (MARTINETTI et al., 2007).

A experiência acumulada pelas diversas companhias de saneamento neste campo, demonstra que o processo de seleção das soluções sanitárias para essas comunidades deve ser realizado com a participação efetiva da população atendida. Para garantir a sustentabilidade e autogestão, a tecnologia empregada deverá ser a mais simples possível, pois não adianta nada ter uma tecnologia de ponta e ela não ser assimilável (TONETTI et al., 2018).

É importante ressaltar que o tratamento do esgoto doméstico em comunidades isoladas não depende apenas da escolha da tecnologia de tratamento: é necessário prever a disposição final do esgoto tratado e do lodo gerado no processo (se houver). Por isso, é fundamental que, juntamente com a escolha do sistema mais adequado, sejam também avaliadas as possibilidades de disposição final do esgoto tratado, conforme o tipo de solo e altura do lençol freático e as possibilidades de tratamento e uso do lodo, se este for gerado durante o processo.

Outro aspecto relevante, porém, ainda pouco estudado, é a questão da eficiência, pois muito embora os sistemas compactos sejam uma boa alternativa para locais não atendidos pelo sistema convencional o monitoramento de sua eficácia ainda tem um desempenho abaixo das expectativas. Não há base segura de dados que comprovem a eficiência que atenda os parâmetros exigidos por órgãos ambientais.

3 ALTERNATIVAS DE SISTEMAS COMPACTOS

Considerando a situação econômica da maioria dos municípios brasileiros, a questão ambiental atual realmente exige novas alternativas de tratamento de esgotos com

baixos custos, porém, com uma elevada eficiência. Assim, as estações de tratamento de esgoto descentralizadas, que possam ser realizadas com um menor investimento global e elevada eficiência, despontam como uma solução viável em casos de recursos públicos limitados (HOFFMAN et al, 2004).

Para solucionar o problema de falta de saneamento básico diversas medidas são necessárias, dentre elas a adoção de sistemas de tratamento individuais (ou tratamento localizado de esgoto) para locais com dificuldade de acesso a rede coletora ou situações que possam encarecer a implantação ou manutenção do sistema.

Nos últimos anos têm-se promovido melhorias nas condições sanitárias da população, como mostra os dados do IBGE no censo de 2010, que entre 2000 e 2010, a proporção de domicílios cobertos por rede geral de esgoto ou fossa séptica (consideradas alternativas adequadas e esgotamento sanitário) passou de 62,2% para 67,1% em todo o país, com uma população de aproximadamente 191 milhões de habitantes. Porém, mesmo assim, a implantação de sistemas de tratamento adequado ainda é um grande desafio e para suprir esse déficit, os sistemas alternativos individuais ou semicoletivos surgem como opção economicamente viável na gestão sustentável de esgoto.

As alternativas deverão ser selecionadas de acordo com as necessidades e condições locais onde será implantado o sistema de tratamento. Podendo ser utilizadas complementarmente entre si, para atender ao maior rigor legal ou para efetiva proteção ambiental e da saúde pública, a critério do órgão fiscalizador competente.

Nunes (2004) salienta que essas estações compactas não precisam ser necessariamente pré-fabricadas, elas podem também ser construídas em alvenaria no local. O autor ressalta ainda que a principal vantagem dos sistemas pré-fabricados é a facilidade com que os mesmos podem ser desmontados e relocados.

A aplicação do sistema tratamento de esgoto de menor porte é indicado para: a) área desprovida de sistema de esgotamento sanitário; b) unidade de contribuição isolada, comunidades isoladas; c) retenção prévia dos sólidos sedimentáveis, quando da utilização de rede coletora com diâmetro e/ou declividade reduzidos, para atender as

diretrizes da prestadora de serviço em saneamento responsável pelo sistema de esgotamento sanitário e normas aplicáveis; d) alternativa de tratamento de esgoto provisório em áreas providas de rede coletora com inviabilidade técnica de interligação.

Os requisitos para implantação do sistema de tratamento de esgoto abordado nesse trabalho, são: vazão diária de esgoto até 12000 L/dia e carga orgânica total até 3,80 kgDBO/dia em área não atendida por sistema de esgotamento sanitário (ABNT, 2021).

O sistema deve ser projetado e construído de modo a preservar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Sendo vedado o encaminhamento ao sistema de tratamento de: a) águas pluviais; b) efluentes capazes de causar interferência negativa em qualquer fase do processo de tratamento ou a elevação excessiva da vazão do esgoto afluente, como os provenientes de piscinas e de lavagem de reservatórios de água; c) lançamento de efluentes oriundos de processo industrial, material sólido em geral (ABNT, 2021).

O comitê técnico da ABNT CB 177.001.001, que revisa as normas de projeto de saneamento básico está desenvolvendo uma nova versão e proposta de unificação das NBR 7229 (ABNT,1993) e NBR 13969 (ABNT, 1997), propondo a normalização de algumas tecnologias alternativas para os sistemas compactos de tratamento.

A proposta de normalização contempla as seguintes alternativas para os sistemas compactos:

Tanques Sépticos - são unidades de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão.

Equipamento Compacto de Tratamento de Esgoto (ECTE) - módulos pré-fabricados para efetuar o tratamento por via biológica, pode ser: anaeróbio, aeróbio ou misto.

Reator anaeróbio compartimentado (RAC) - componente do sistema de tratamento de esgotos constituído por múltiplas câmaras sequenciais em relação ao fluxo hidráulico onde o esgoto é tratado por processo anaeróbio em fluxo ascendente. No interior de cada câmara ocorre o desenvolvimento de biomassa de forma dispersa,

responsável pelo tratamento biológico. O esgoto é introduzido no fundo de cada câmara de digestão e é recolhido em sua parte superior de forma a permitir o contato do esgoto com a biomassa, que se concentra na parte inferior de cada câmara.

Filtro Anaeróbio - consiste em um reator biológico de fluxo ascendente no qual o esgoto é depurado por meio de microrganismos anaeróbios, dispersos tanto no espaço vazio do reator quanto nas superfícies do meio suporte ou de material de enchimento.

Filtro Aeróbio Submerso Aerado - consiste no processo de tratamento de esgoto que utiliza meio suporte para fixação dos microrganismos, imerso no reator, sendo o oxigênio necessário fornecido através de ar introduzido por meio de equipamento. Sua característica é a capacidade de fixar grandes quantidades de microrganismos nas superfícies do meio suporte, reduzindo o volume do reator biológico, permitindo depuração do esgoto, sem necessidade de recirculação forçada do lodo.

Lodo Ativado por Batelada (LAB) - esse processo de tratamento é uma variante do processo de lodos ativados que utiliza um reator de mistura completa conforme NBR 12.209, dentro do qual se desenvolvem todas as etapas do processo de tratamento, incluindo aeração, sedimentação e descarte. Operacionalmente se caracteriza pela intermitência do processo depurativo, com drenagem periódica do esgoto tratado. O LAB se compõe de um único tanque reator no qual se processam a remoção de poluentes, sedimentação dos sólidos e drenagem do efluente tratado, de modo cíclico.

Wetlands construídos - são componentes do sistema de tratamento de esgoto constituídos por bacia, canal ou tanque raso, preenchido por leito de meio suporte apropriado onde vegetação adequada é plantada e através do qual o esgoto a ser tratado percola para ser tratado por processo predominantemente biológico. Pode ser projetado para funcionar com escoamento hidráulico horizontal ou vertical. Os *wetlands* construídos devem ser utilizados como tratamento complementar de tanque séptico ou de unidade equivalente de tratamento destinada ao tratamento primário dos esgotos.

Vermifiltro - é um processo de tratamento de esgotos no qual predominam processos biológicos, sendo constituído por um tanque preenchido com camadas de meio suporte, serragem e minhocas detritívoras.

A escolha do tratamento depende das condições mínimas estabelecidas para a qualidade da água dos mananciais receptores, função de sua utilização. Em qualquer projeto é fundamental o estudo das características do esgoto a ser tratado e da qualidade do efluente que se deseja lançar no corpo receptor.

A maioria das tecnologias de tratamento de esgoto citadas geram esgoto tratado, que deve ser direcionado para um destino final. Ou seja, após ser gerado em uma casa ou conjunto de casas, o esgoto passa por um processo de tratamento, que, por sua vez, produz um resíduo líquido que deverá ser encaminhado para o destino final. Em comunidades isoladas e áreas rurais as possibilidades de disposição final são a disposição no solo ou em corpos d' água.

A NBR 13969 (ABNT, 1997) traz alguns procedimentos para disposição final de efluente do sistema como: Vala de infiltração - consiste em uma vala escavada no solo, utilizada para a depuração e disposição final do esgoto tratado. O sistema contém uma tubulação de distribuição e meios de filtração no seu interior; Canteiro de infiltração e de evapotranspiração - é caracterizado como um canteiro artificial coberto de vegetação com raízes pouco profundas, onde ocorre a disposição final do esgoto. No canteiro ocorre processos de evapotranspiração através das folhas de vegetação e de infiltração no solo; Galeria de águas pluviais - para poder ser lançado em galerias de águas pluviais o efluente deve possuir padrões de características físico, químico e biológicas de lançamento ao corpo receptor para onde a galeria lança suas águas, sofrer desinfecção. Ainda deve ser dada autorização pelo órgão local competente para o lançamento do efluente tratado na galeria de águas pluviais (GOETTEN, 2017).

Uma possibilidade de disposição do esgoto tratado no solo é o reuso. O reuso é o aproveitamento da água já utilizada, uma ou mais vezes, em uma atividade humana (MANCUSO, 2003).

Segundo Hespanhol (2002), quando o reuso é praticado para a fertirrigação, por exemplo, as águas de melhor qualidade ficam disponíveis para usos mais nobres,

como o abastecimento doméstico. A prática do reuso também oferece benefícios econômicos, ambientais e sociais, tais como: a) o aumento da oferta de água para outras regiões e atividades; b) a reciclagem de nutrientes, diminuindo o uso de fertilizantes sintéticos, e c) a redução do lançamento de esgotos tratados em corpos hídricos, diminuindo, conseqüentemente, a sua poluição e contaminação.

As alternativas de tratamento compacto citadas neste artigo tem sido objeto de estudo de várias universidades, órgãos técnicos como a ABES e companhias de saneamento. Os projetos implantados em várias localidades apresentaram bons resultados de acordo com o evento: II Encontro Tecnológico: Tratamentos e Fontes Alternativas não Potáveis – Unidades Pré-Fabricadas, organizado pela ABES-SP.

Além disso, é previsto na Lei 11445/07, no artigo 45 § 1º, que “Na ausência de redes públicas de saneamento básico, serão admitidas soluções individuais de abastecimento de água e de afastamento e destinação final dos esgotos sanitários, observadas as normas editadas pela entidade reguladora e pelos órgãos responsáveis pelas políticas ambiental, sanitária e de recursos hídricos. ”

Com a atualização do novo marco legal do saneamento, através da Lei 14.026 de 15 de julho de 2020, a implantação de sistemas compactos é uma alternativa que pode contribuir com a universalização do saneamento básico no Brasil.

4 CONCLUSÃO

A política de saneamento é carente de recursos para investimentos, portanto deve-se avaliar suas fontes existentes e repensar em medidas viáveis para direcionar parte dos recursos à execução de sistemas compactos, com soluções individuais ou semicoletiva.

Conhecido esse fato, o sistema compacto é uma alternativa viável nas localidades que não possuam sistema de coleta de esgoto coletivo. Essa alternativa proporciona a destinação adequada ao esgoto sanitário, contrapondo as fossas negras, que contamina o solo e o lençol freático das localidades em que são implantadas. Além de reduzir significativamente o custo da implantação de redes de coleta, da construção e operação das grandes estações de tratamento, atribui-se à população, que é usuária da água limpa, a responsabilidade em devolvê-la ao sistema hídrico em boas condições.

De acordo com o conteúdo apresentado neste artigo é recomendável fazer o acompanhamento e monitoramento da eficiência dos sistemas alternativos, pois ao consultar literaturas técnicas a respeito foi verificado que pouco se tem a respeito sobre os resultados apresentados quanto ao atendimento de parâmetro na legislação vigente em sistema já instalados.

A eficiência e resultado do sistema instalado depende da correta instalação, bem como a operação e a manutenção do sistema, considerando as observações do fabricante do equipamento. No Brasil, o usuário que opera e faz a manutenção do sistema, não cabendo as empresas de saneamento sua fiscalização, fato que coopera para a falta de gerenciamento de seus dados quanto a eficiência e resultados quanto a qualidade do efluente tratado.

REFERÊNCIAS

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Câmara técnica de saneamento e saúde em comunidades isoladas**, 2007. Disponível em: <<http://abes-sp.org.br/camaras-tecnicas/saneamento-e-saude-em-comunidades-isoladas/>>. Acesso em 16 de maio de 2021.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7.229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro. 15 p. 1993.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro. 7 p. 1986.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.209: Elaboração de projetos hidráulico-sanitários de estações de tratamento de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro. 53 p. 2011.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.969 Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro. 60 p. 1997.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Notas de trabalho do Comitê técnico CB 177.001.001 de revisão das normas ABNT NBR 7229 (1993) e ABNT NBR 13969 (1997)**. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/cb-177>> Acesso em 31 de maio de 2021.

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição, de 1988, Brasília, DF: Brasil.

BRASIL. (2007). **Política Nacional de Saneamento Básico**. Lei Federal nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Brasília/DF.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas [...]. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 16 jul. 2020. n. 135, Seção 1.

FONSECA, Alexandre Ribeiro. **Tecnologias sociais e ecológicas aplicadas ao tratamento de esgotos no Brasil**. 2008. 189 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de

Saúde Pública, Departamento de Saúde e Saneamento Ambiental, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2008.

GOETTEN W. J.; ZIPF. M.; POFFO, J.A. **Diagnóstico dos sistemas individuais de tratamento de esgotamento no Município de Botuverá.** Relatório Final. Blumenau – SC, 2017. Disponível em: <
https://static.fecam.net.br/uploads/1534/arquivos/1276810_Relatorio_Final_Botuvera.pdf > Acesso em: 06 de junho de 2021.

HESPANHOL, Ivanildo. **Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aqüíferos.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [s.l.], v. 7, n. 4, p.75-95, 2002. DOI: 10.21168/rbrh.v7n4.p75-95

HOFFMAN, Heike et al. **Propostas para o saneamento descentralizado no Brasil (tecnologias de baixo custo para o tratamento de esgotos urbanos).** ICTR – Instituto de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável, Costão do Santinho, 2004. p.715.

HOSOI, Carla. **Comunidades isoladas exigem um saneamento sob medida.** Revista DAE, São Paulo, V.1, edição 187, p. 4-12, setembro 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos (Ed.). **Reúso de água.** Barueri, SP. Editora Manole Ltda., 2003. 579 p.

MARTINETTI, T. et al. **Análise de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais.** In: IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, Campo Grande - MS, 2007.

MOLINOS-SENANTE, M., GÓMEZ, T., CABALLERO, R., HERNÁNDEZ-SANCHO, F., SALA-GARRIDO, R. (2015). **Assessment of wastewater treatment alternatives for small communities: An analytic network process approach.** Science of the Total Environment, 532, pp. 676-687.

NUNES, J.A. **Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais. 4ª edição revista e ampliada.** Gráfica Editora J. Andrade. Aracaju-SE. 298 p. 2004.

NUVOLARI, A. (2003). **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. Edgard Blucher: São Paulo.

OLIVEIRA, A.D.S. **Tratamento de esgoto pelo sistema de lodos ativados no Município de Ribeirão Preto, SP: Avaliação da remoção de metais pesados**. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto: 2006.

PROSAB – PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO. **Pós tratamento de efluentes de reatores anaeróbios**. Carlos Augusto Lemos Chernicharo, ABES: Rio de Janeiro – RJ, 2001.

TONETTI, Adriano Luiz et al. **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções**. 1ª edição. Gráfica Unicamp. Campinas-SP. 153 p. 2018.

SANTOS, André Bezerra. **Caracterização, Tratamento e Gerenciamento de Subprodutos de Correntes de Esgotos Segregadas e Não Segregadas em Empreendimentos Habitacionais**. Imprece: Fortaleza – CE, 2019.

SANTOS, J.R. et al. **Implantação de Sistema Alternativo para Tratamento de Esgoto Doméstico Associado a Dejetos Suínos em Propriedades Rural**. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS, Rio de Janeiro – RJ, 2015.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Componentes água e esgoto 2020**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/componentes/menu-snis-componente-agua-e-esgotos>. Acesso em 03 de abril de 2021.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Vol. 1. Belo Horizonte, 1996.