

EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E SANEAMENTO: contribuições para uma comunidade rural

Milena de Souza Oliveira¹

Márcia Viana Lisboa Martins²

Maria Rita Raimundo e Almeida³

RESUMO

A disposição inadequada de esgoto doméstico, especialmente em zona rural, pode oferecer sérios riscos ao ambiente e à saúde da população. Assim, é necessário selecionar e implantar sistemas adequados à realidade local, sendo um campo para contribuição da extensão universitária. Este trabalho objetiva, em interlocução com um projeto de extensão, aplicar a metodologia de análise multicritério para orientar a seleção do sistema de esgotamento sanitário mais adequado para implantação na comunidade rural Pessegueiro em Itajubá/MG. O método empregado foi o Analytic Hierarchy Process, com a aplicação de cinco critérios para avaliar três soluções. Os critérios foram definidos com base em revisão bibliográfica e questões locais, e as soluções a partir da realidade local. Os resultados mostraram que o sistema unifamiliar vermifiltro individual mais círculo de bananeira atenderia a área devido ao baixo custo e facilidade de implementação, operação e manutenção e à densidade populacional não ser limitante. A escolha do sistema de esgotamento sanitário para uma comunidade é complexa e envolve diversos fatores. Mas, espera-se que a metodologia e os resultados encontrados possam orientar a decisão e incentivar novos trabalhos, visando contribuir com a problemática do saneamento em áreas rurais isoladas.

Palavras-chave: saneamento ambiental; saneamento rural; tratamento de esgoto; análise multicritério.

ABSTRACT

Inadequate disposal of domestic sewage, particularly in rural areas, poses serious risks to the environment and public health. Therefore, it is crucial to select and implement systems tailored to local realities, representing a potential area for university outreach contributions. This study, aligned with a outreach project, aimed to apply the multi-criteria analysis methodology to guide the selection of the most suitable sanitation system for implementation in the rural Pessegueiro community in Itajubá, state of Minas Gerais. The method used was the Analytic Hierarchy Process, applying 5 criteria to evaluate 3 solutions. The criteria were defined based on a literature review and local considerations, while the solutions were proposed according to the local context. The results showed that the single-family system with an individual vermifilter and banana circle would be most suitable for the area due to its low cost, ease of implementation, operation, and maintenance, and the non-limiting factor of population density. The decision-making process for selecting a sanitation system for a community is complex and involves multiple factors. However, it is expected that the applied methodology and

¹ Engenheira Ambiental. Universidade Federal de Itajubá. E-mail: milenaoliveira@unifei.edu.br

² Engenheira Civil, Mestre em Recursos Hídricos e Doutora em Engenharia. Universidade Federal de Itajubá. E-mail: marciaviana@unifei.edu.br

³ Engenheira Ambiental, Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos e Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Itajubá. E-mail: mrralmeida@unifei.edu.br

findings can guide decision-making and encourage future studies, contributing to addressing sanitation challenges in isolated rural areas.

Keywords: environmental sanitation; rural sanitation; wastewater treatment; multi-criteria analysis.

INTRODUÇÃO

A Resolução n° 64/292, declarou o saneamento básico, juntamente com a água limpa e segura, um direito essencial à vida (ONU, 2010). Entretanto, apenas 56,0% da população brasileira em 2022 usufruíram da rede de esgoto e 52,2% do esgoto gerado passaram por algum tipo de tratamento (Brasil, 2022). Em áreas rurais, a situação é pior, onde 79,42% dos habitantes não contaram com cobertura adequada de serviço de esgotamento sanitário (Brasil, 2019).

Assim, subentende-se que os investimentos no setor não estão sendo suficientes e evidenciam a urgência em promover avanços (Resende; Ferreira; Fernandes, 2018), ainda mais diante da Lei Federal n° 14.026/2020 (Brasil, 2020), que visa garantir coleta e tratamento de esgoto para 90% da população até final de 2033. Para alcançar esse objetivo, entre outros pontos, é imperativo superar os desafios específicos das comunidades isoladas, ou seja, núcleos habitacionais sem conexão aos serviços públicos de saneamento básico, muitos dos quais localizados em áreas rurais ou periféricas (Resende; Ferreira; Fernandes, 2018). Entre os desafios para que essas áreas consigam a salubridade ambiental estão o isolamento geográfico, limitação financeira e falta de políticas públicas, exigindo a busca por soluções que envolvam aspectos técnicos e socioeconômicos compatíveis (Brasil, 2019).

No Brasil, o modelo predominante de esgotamento sanitário adotado nos municípios é o sistema centralizado, ou convencional, constituído por unidades destinadas a coletar, transportar e tratar as águas residuárias em único local. Sua ampla utilização se deve à economia de escala e facilidade de operar uma única estação de tratamento de esgoto (ETE) em regiões de grande densidade populacional (Suriyachan; Nitivattananon; Amin, 2012). A interligação de comunidades isoladas ou periféricas aos sistemas de saneamento municipais centralizados é economicamente inviável devido à distância e, portanto, requerem soluções independentes (Resende; Ferreira; Fernandes, 2018).

Logo, o sistema descentralizado de esgotamento sanitário apresenta-se como uma alternativa. Ele consiste na coleta, tratamento e disposição final próximo ao ponto de geração de efluentes, sendo aplicado a residências, comunidades isoladas, indústrias e instituições públicas (Tonetti *et al.*, 2018). E é mais adaptável às heterogeneidades de regiões isoladas, com estruturas menores, visando ao baixo custo de implementação e operação, podendo ser individual ou comunitário (Massoud; Tarhini; Nasr, 2009). O sistema descentralizado comunitário, ou semicentralizado, trata as águas residuárias de uma pequena comunidade de

forma autônoma, sendo uma alternativa viável para regiões com certa concentração populacional. O sistema descentralizado individual é usado para tratamento de águas residuárias de residências e/ou aplicações individuais, como fossas sépticas, sendo realizado no local da geração e em áreas com baixa densidade populacional.

O tipo de esgotamento sanitário a ser adotado para determinada comunidade isolada deve considerar diversos critérios, por envolver variáveis associadas às características da localidade e tipos de tratamento. Para Chaves, Tomaz e Contrera (2019), os critérios fundamentais para a análise da viabilidade na seleção de soluções de tratamento para os sistemas de esgotamento sanitário (SES) em áreas isoladas estão vinculados às características físicas, técnicas, ambientais e socioculturais das áreas atendidas, sendo necessário sempre moldar essas soluções de acordo com as particularidades locais.

As dificuldades técnicas para escolher a solução mais adequada de saneamento em áreas rurais somam-se aos desafios socioeconômicos e de gestão específicos de cada comunidade. Logo, é essencial que a comunidade conheça os diferentes métodos disponíveis e participe da escolha da solução que melhor se ajusta às suas particularidades, uma vez que o sucesso de um SES depende, em grande parte, da acessibilidade e comprometimento da comunidade com a solução (Melo, 2008). Para isso, é fundamental realizar um diagnóstico detalhado da situação e discutir, junto à comunidade, vantagens e desvantagens de cada alternativa, permitindo que ela contribua na escolha do sistema mais adequado às suas necessidades e condições.

Além disso, para a implantação de sistemas mais complexos, é fundamental que a comunidade esteja engajada no propósito de resolver o problema da ausência de saneamento, esteja juridicamente organizada e capacitada para implementar e gerenciar o sistema, visto que não há políticas públicas específicas para o saneamento rural (Resende; Ferreira; Fernandes, 2018). Nesse contexto, o papel extensionista da universidade torna-se essencial, uma vez que “a extensão universitária, sob o princípio constitucional da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, é um processo interdisciplinar, educativo, cultural, científico e político que promove a interação transformadora entre universidade e outros setores da sociedade” (FORPROEX, 2012). No caso em questão, ela pode atuar não apenas transferindo conhecimento técnico, mas também colaborando na troca de experiências e construção de um modelo de SES adaptado às especificidades da comunidade.

O presente trabalho aborda a necessidade de buscar soluções e tecnologias mais adequadas para atender a comunidades isoladas. Além disso, destaca a importância de uma

abordagem multidisciplinar que considere fatores sociais, geográficos e ambientais na escolha do SES apropriado para a implementação de ações mais assertivas. Nesse contexto desafiador, em interlocução com um projeto de extensão, o objetivo foi aplicar a metodologia de análise multicritério para orientar a seleção do SES mais adequado para implantação na comunidade rural Pessegueiro, em Itajubá/MG. Nesse local, escolhido como estudo de caso, a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) já realiza projetos de extensão voltados à promoção social da comunidade (UNIFEI, 2019).

METODOLOGIA

Área de estudo e o projeto de extensão

O bairro Pessegueiro está situado na zona rural de Itajubá/MG (Figura 1), a 9 km do centro da cidade. Abrange 7,39 km², sendo habitado por aproximadamente 200 famílias, distribuídas em 3 regiões: Recanto dos Guimarães (setor 1), Centro (setor 2) e Recanto dos Fernandes (setor 3) (Raymundo, 2020).



Fonte: Machado *et al.* (2018).

Em Itajubá, a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) tem a concessão dos serviços de coleta e tratamento de esgoto no perímetro urbano. Nas áreas rurais, como é o caso do Pessegueiro, a empresa não realiza esses serviços. Assim, o esgoto é

despejado diretamente no ambiente, seja por tubulações ou valas a céu aberto, até atingir o córrego que atravessa o bairro, ou em áreas de várzea (Figura 2). Em visitas ao local, foi possível observar que apenas quatro residências possuem fossas sépticas, todas localizadas no Recanto dos Fernandes (setor 3). Em consequência, o ribeirão que corta o bairro encontra-se em estado de degradação devido ao lançamento do esgoto *in natura*, tendo suas águas contaminadas, com possibilidade de proliferação de doenças, colocando em risco a saúde da população.

Figura 2 – Lançamento de esgoto no bairro Pessegueiro: A - valas a céu aberto e B - lançamento de esgoto em áreas de pastagens



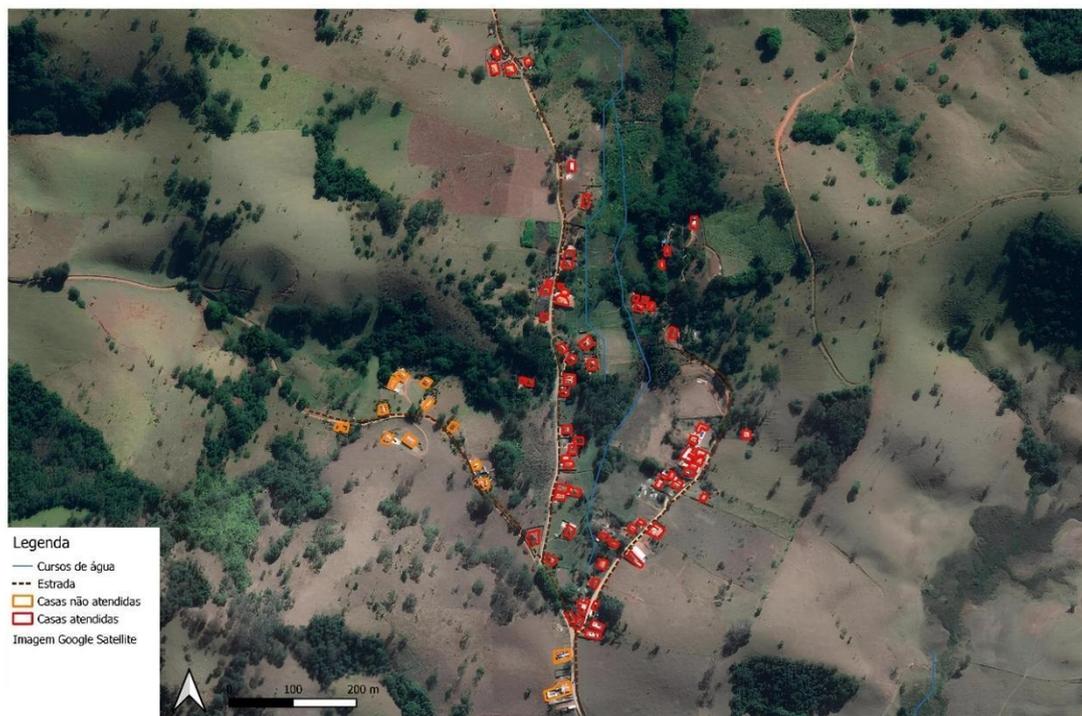
Fonte: Unifei (2019).

O foco deste estudo é a área central do bairro Pessegueiro (setor 2), mais densamente povoada, e, a partir de imagens do Google Earth e visitas de campo, foi realizada a delimitação da área de interesse (Figura 3). A área tem aproximadamente 0,76 km² e possui cerca de 70 residências, com uma média de 4 integrantes por família, totalizando 280 pessoas e densidade populacional próxima a 400 hab/km². Ainda, aproximadamente 50 residências contam com tubulação de esgoto para lançamento no corpo receptor/córrego.

As ações de extensão no Pessegueiro tiveram início com o projeto "Águas do Pessegueiro" (2018-2021), resultado de parceria entre a UNIFEI, Arquidiocese de Pouso Alegre e Associação de Moradores do Bairro Pessegueiro (Processo 23088.013648/2019-47). O objetivo do projeto foi analisar a qualidade da água dos poços de abastecimento da comunidade, propor melhorias e promover educação ambiental. Foram coletadas e analisadas amostras de água em 29 residências, sendo constatada contaminação fecal e total em níveis superiores aos permitidos pelos padrões de potabilidade (Portaria GM/MS nº 888/2021) em 23 casas. Diante disso, este projeto teve continuidade com novas propostas submetidas a editais

da Pró-Reitoria de Extensão (PROEX) entre 2020 e 2024, que disponibilizou recursos financeiros em bolsas de extensão aos alunos, auxílio de extensão e transportes para a realização das atividades.

Figura 3 – Área de estudo e suas casas próximas ao córrego principal



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Para mitigar o problema, foram realizadas intervenções em parceria com a comunidade, resultando na reforma de 5 poços de abastecimento e instalação de 28 cloradores (modelo Embrapa). Além disso, foram doados 28 filtros lentos domiciliares (filtros de barro). Em dois casos onde os níveis de contaminação fecal eram elevados, foi projetado e implementado um tanque de evapotranspiração para o tratamento das águas residuárias (Projeto PJ046/2020).

Em 2021, um novo projeto (PJ056-2021) realizou a proposição de um SES descentralizado para a região central do bairro Pessegueiro, como uma solução mais definitiva para a ausência de coleta e tratamento de esgoto. O sistema foi concebido considerando uma rede de esgoto condominial e uma ETE desenvolvida pela Embrapa, ambas soluções de baixo custo, simples execução e fácil operação. Contudo, a execução do SES dependia do fortalecimento e organização jurídica da comunidade, condição essencial para a captação de recursos junto a governos (municipal, estadual ou federal) ou iniciativa privada.

Em 2022, o Projeto PJ101-2022 teve como objetivo a elaboração de um modelo de gestão que possibilitasse à comunidade, com o apoio do poder público, gerir o SES do bairro. Isso foi importante, pois o Município não dispõe de um departamento responsável pelo saneamento básico, mesmo sendo titular dos serviços de saneamento – Lei Federal nº 11.445/2007 (Brasil, 2007) –, e a concessionária de serviços atua apenas na área urbana.

Em 2023, o Projeto PJ193-2023 voltou-se para a reestruturação da associação de moradores, desmantelada devido à má gestão. A reorganização da associação foi considerada fundamental para garantir articulação e organização comunitária, elementos essenciais para o sucesso das iniciativas. Essa etapa exigiu dos alunos envolvidos habilidades como articulação política, realização de palestras de educação ambiental e cidadania, além de conduzir o processo de eleição de novos representantes. O esforço culminou na legalização da nova associação.

Por fim, em 2024, foi proposta uma alternativa de baixo custo e fácil manutenção para o problema de esgotamento sanitário no bairro: a implantação de um vermifiltro seguido de um círculo de bananeiras (PJ084-2024). Inicialmente, foi construída uma unidade modelo para servir como referência para replicação em outras residências do bairro. A implementação foi precedida por uma campanha de sensibilização da comunidade sobre a importância do tratamento do esgoto, que incluiu palestras de educação ambiental e postagens nas redes sociais do projeto (<https://www.instagram.com/projetopessegueiro>). A iniciativa foi bem recebida pela comunidade, evidenciada pela significativa participação no dia de campo organizado para apresentar a solução.

Foi nesse contexto de projetos de extensão que o presente trabalho foi desenvolvido. Após anos de ações extensionistas, a comunidade do bairro Pessegueiro reconhece a importância da coleta e tratamento de esgoto. No entanto, ainda enfrenta desafios relacionados ao baixo poder aquisitivo e à ausência de políticas públicas eficazes para o saneamento rural. Assim, a Universidade cumpre um papel essencial ao alinhar sua missão de produzir conhecimento com a promoção do desenvolvimento social. Todas essas ações, além de tentar contribuir com a resolução do problema, proporcionaram aos alunos extensionistas a oportunidade de vivenciar a realidade de uma comunidade carente, sem acesso a serviços básicos. Isso sensibilizou-os para as dificuldades enfrentadas em áreas rurais, ao mesmo tempo que permitiu a aplicação prática do conhecimento adquirido em sala de aula, desde a elaboração até a execução dos projetos. O trabalho em conjunto com os moradores também favoreceu o desenvolvimento de habilidades de escuta ativa e articulação com a comunidade.

Tipos de sistemas de esgotamento considerados

Com base nas características do local, foram definidas três opções de SES para serem analisadas e, posteriormente, uma escolhida para o bairro Pessegueiro, a partir dos critérios selecionados. Sabendo que a área apresenta certo adensamento populacional e que existe uma rede de coleta de esgoto implantada em algumas casas, foi considerada a adoção de um sistema semicentralizado composto por rede condominial e ETE comunitária. Entretanto, por se tratar de uma área rural com disponibilidade de área para implantação de sistemas individuais, foram considerados também dois sistemas descentralizados unifamiliares, tanque de evapotranspiração (TEvap) e vermifiltro. Esses sistemas dispensam a construção de rede coletora, apresentam maior facilidade operacional, não há consumo de materiais e de energia e não requerem mão de obra especializada (Tonetti *et al.*, 2018). Assim, as seguintes soluções foram estudadas:

i) Rede condominial mais ETE comunitária (semicentralizada) (S1): a rede condominial é uma alternativa mais econômica para coleta de esgoto em comparação à convencional, pois requer menos dispositivos de inspeção e permite um traçado mais flexível, podendo ser implantada nos fundos dos lotes, frente e passeios das residências (Melo, 2008). Após a coleta, o esgoto é conduzido à ETE, responsável por tratar todo o esgoto da comunidade. O modelo da ETE desenvolvido pela Embrapa se destaca pelo baixo custo e alta eficiência de remoção de matéria orgânica, sendo composta por um tanque séptico, filtro biológico, dois filtros de britas e dois filtros de areia (EMBRAPA, 2021).

ii) TEvap (individual) mais círculo de bananeira (unifamiliar) (S2): a TEvap é um sistema utilizado para tratamento de águas residuárias domésticas de forma descentralizada, sendo interessante devido ao potencial de ser, além de um sistema de tratamento de água residuária, um objeto de harmonia paisagística (Gomes; Vuitik; Döll, 2024). O sistema é constituído de um tanque impermeabilizado, preenchido com várias camadas filtrantes e plantado com espécies vegetais que requerem alta demanda de água (Gomes *et al.*, 2020). Combinado à TEvap, o círculo de bananeiras consiste em uma vala circular preenchida com materiais permeáveis, galhos e palhas, e no entorno são plantadas mudas de bananeiras, criando um sistema que facilita a drenagem e retenção de água, além de fornecer nutrientes para as plantas (EMBASA, 2022).

iii) Vermifiltro (individual) mais círculo de bananeira (unifamiliar) (S3): o vermifiltro é um reservatório impermeável que pode ser construído utilizando anéis de concreto, alvenaria, caixas d'água ou outro material que assegure a impermeabilização (EMBASA, 2022), cujo interior é composto por camada superior de substrato orgânico com minhocas de espécies detritívoras e camada inferior que pode ser composta por diferentes materiais granulométricos (brita, seixo rolado e argila expandida), permitindo a drenagem do líquido clarificado até a saída no fundo do reator e sendo, portanto, um filtro biológico aeróbio (Schneider *et al.*, 2019). As camadas formam um substrato de elevada superfície específica e capacidade de retenção por adsorção de compostos orgânicos e inorgânicos, tanto em suspensão como dissolvidos (Singh *et al.*, 2019). Esse sistema seria combinado com o círculo de bananeiras, definido anteriormente.

Em zona rural, o modelo semicentralizado pode não ser viável economicamente pela falta de economia de escala devido à baixa densidade populacional (Oliveira Júnior, 2013). Logo, um modelo semicentralizado, a princípio, só seria viável para localidades com certo adensamento populacional, como na área central do Pessegueiro (setor 2). Em áreas mais densamente povoadas, pela escala, o custo de implantação da rede coletora é menor, e o esgoto poderia ser conduzido para uma única ETE comunitária. Essa solução é mais onerosa em comparação com o tratamento individual, como as fossas sépticas. Por outro lado, é mais eficiente ao possibilitar a implantação de um tratamento mais adequado do efluente sanitário.

O sistema descentralizado, como o modelo unifamiliar, é indicado para localidades com baixa densidade populacional, que não são providas de rede coletora de esgoto (Vianna; Mesquita; Rosa, 2019) e cada residência ou grupo de 2 a 3 têm seu próprio tratamento, podendo ser, por exemplo, uma Tevap ou vermifiltro. Como mencionado, as localidades rurais normalmente têm disponibilidade de área para implantação desses tipos de sistemas. A Tevap considerada neste trabalho seria em alvenaria, pelas características do local, principalmente lençol freático alto. A alvenaria garante maior integridade estrutural do tanque se comparada com lona, minimizando os riscos de infiltrações e deformações que comprometem a eficácia do sistema. O vermifiltro apresenta-se como um sistema mais simples e com custo mais reduzido. E o círculo de bananeira é considerado em ambos os sistemas como forma para disposição do efluente final.

Critérios de seleção e aplicação da AHP

Para garantir a eficiência do método AHP, é fundamental a seleção correta dos critérios (Saaty, 1994). Essa seleção é uma questão complexa devido à variedade de indicadores disponíveis. Assim, foi estabelecida como prioridade uma avaliação que contemplasse critérios nos eixos ambiental, social, econômico e técnico.

Com base em revisão bibliográfica e análise de seis trabalhos (Batista *et al.*, 2024; Goffi, 2022; Martins, 2022; Reis; Machado; Oliveira, 2023; Rocha, 2021; Silva, 2017), critérios para a seleção de SES foram extraídos, aqueles semelhantes foram agrupados, e a presença de cada um foi quantificada. O agrupamento foi feito com apoio de especialistas em saneamento com o objetivo de sintetizar o número de critérios encontrados e agrupar os que refletiam o mesmo aspecto. Ainda, cada critério foi categorizado em um dos eixos – ambiental, social, econômico ou técnico. Essa divisão não é rígida e nem essencial, mas auxiliou na seleção de critérios abrangentes. Complementarmente, um critério foi adicionado com base na experiência de especialistas que trabalharam na área de estudo, sendo que a adição desse critério foi fundamental para trazer um dos principais fatores locais a serem considerados na proposição de soluções para a referida área de estudo.

Assim, foram selecionados cinco critérios para a análise, quatro mais frequentes na literatura (um para cada eixo de avaliação), e um específico para a situação, indicado por especialistas:

1) complexidade na implantação, operação e manutenção (C1): critério técnico que envolve as complexidades do sistema, além da modernidade e maturidade da tecnologia;

2) custo de implementação (C2): critério econômico que abrange de forma conjunta todos os tipos de custos envolvidos na construção do sistema;

3) aceitação e envolvimento da população (C3): critério social que envolve o quanto o tipo de sistema tem facilidade de ser aceito pela comunidade e o quanto a sua implementação necessita do envolvimento desta;

4) qualidade do efluente final (C4): critério ambiental que envolve a capacidade do sistema para o tratamento do efluente e atendimento da qualidade necessária de lançamento segundo os parâmetros legais;

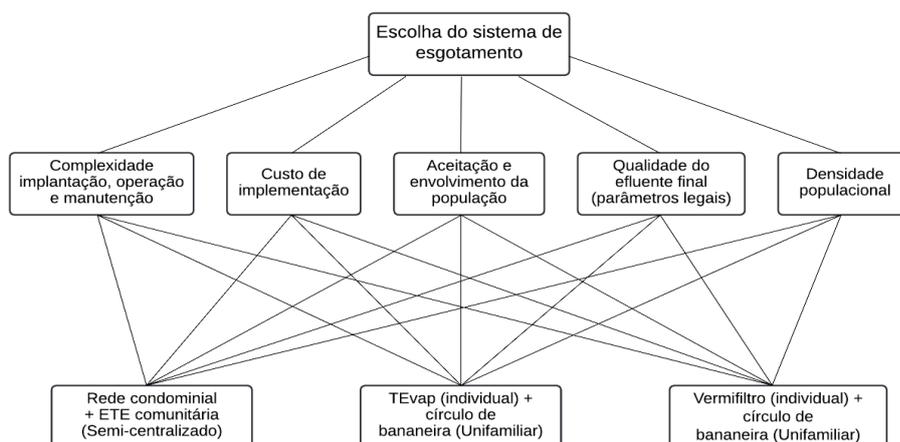
5) densidade populacional (C5): critério atribuído a todos os eixos, adicionado com base na necessidade do local e que contempla a densidade de habitantes na ocupação da área.

Para fundamentar a decisão do SES mais adequado para o bairro Pessegueiro, utilizou-se o Método de Análise Hierárquica (Analytic Hierarchy Process) – AHP. Ele foi desenvolvido por Saaty (1994) com o objetivo de auxiliar na tomada de decisões e consiste na

decomposição e síntese das relações entre critérios até alcançar uma priorização dos seus indicadores, aproximando-se de uma resposta de medição única de desempenho mais eficaz. O método desmembra o problema global em avaliações de menor importância, mantendo simultaneamente a influência desses problemas menores na decisão global (Saaty, 1994).

Utilizar o método AHP para tomar uma decisão consiste em duas etapas: a primeira envolve a criação de uma hierarquia e a segunda envolve sua avaliação (Vargas, 2010). Na primeira, o problema pode ser estruturado em vários níveis e depois classificado em uma ordem hierárquica de acordo com a complexidade. A Figura 4 representa a estrutura de decisão hierárquica em 3 níveis aplicada neste trabalho.

Figura 4 – Estrutura de decisão hierárquica empregada



Fonte: Elaborado pelas autoras.

A segunda, denominada avaliação, envolve um mecanismo de comparação pareada (Abreu *et al.*, 2000). Ou seja, a avaliação é realizada pareada entre critérios e, sempre que possível, também entre subcritérios. A comparação/priorização permite determinar a relevância de cada critério. Realizou-se o processo de priorização, seguindo o proposto por Saaty (1994), que explica que a priorização é o julgamento de dominância de um parâmetro sobre outro em termos de prioridade. A escala de comparações recomendada e utilizada neste trabalho varia de 1 a 9 (Quadro 1). Esse processo buscou responder: qual dos dois elementos é mais importante em relação a um critério de nível superior? E com que intensidade?

Quadro 1 – Escala fundamental de comparações binárias

Intensidade de importância	Definição	Explicação
----------------------------	-----------	------------

1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições
Recíprocos dos valores acima de 0	Se a atividade i recebe uma das designações diferentes acima de 0, quando comparada com a atividade j, então, j tem o valor recíproco quando comparada com i.	Uma designação razoável
Racionais	Razões resultantes da escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter valores numéricos n, somente para completar a matriz

Fonte: Saaty (1994).

RESULTADOS

O julgamento dos critérios foi realizado e discutido pelas autoras do trabalho, que possuem conhecimento tanto dos SES como da realidade do local de estudo. Em seguida, foram realizados cálculos para se chegar à solução, além da validação por meio do índice de coerência. Para facilitar o entendimento do que foi empregado, optou-se por apresentar o detalhamento dos cálculos no item de resultados.

Antes da aplicação do método em si, foi estabelecida uma avaliação inicial das alternativas propostas com o objetivo de auxiliar na definição dos pesos posteriormente utilizados nas matrizes de comparação (Quadro 2).

A partir da avaliação inicial, foi realizada a comparação, par a par, de cada elemento no nível hierárquico dado, criando uma matriz de decisão quadrada. As comparações par a par foram realizadas em todos os níveis hierárquicos empregando a escala de 1 a 9 (Quadro 1).

Inicialmente, foram desenvolvidas matrizes que comparavam os graus de intensidade por pares em função de cada característica, referentes aos cinco critérios adotados (Tabela 1). É importante destacar que o elemento mais relevante na comparação é sempre representado como um valor inteiro, enquanto o menos relevante é indicado como o inverso dessa unidade, na forma de fração (Silva, 2017). De forma mais prática, o número inteiro representa que o elemento da linha é mais importante que o da coluna e a fração representa que elemento da coluna é mais importante que o da linha.

Quadro 2 – Avaliação inicial das alternativas propostas

Critérios		Alternativas		
		Rede condominial + ETE comunitária	TEvap + Círculo de bananeira	Vermifiltro + Círculo de bananeira
		S1	S2	S3
Complexidade de implantação, operação e manutenção	C1	Alta	Média	Baixa
Custo de implementação	C2	Alto	Médio	Baixo
Aceitação e envolvimento da população	C3	Alto	Baixo	Baixo
Qualidade do efluente final	C4	Excelente	Baixa	Boa
Densidade populacional	C5	Alta**	Baixa**	Baixa

*Necessária uma densidade populacional mais elevada. **Somente empregada para localidade com baixa densidade populacional.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Para normalizar as matrizes, deve-se dividir o valor de cada célula pela soma dos valores das células da coluna a que pertence. Os valores de cada coluna devem ser normalizados de tal forma que a soma de todos os seus elementos seja igual a 1 (Silva, 2017). Sendo assim, todas as matrizes devem ter resultado 1 para estarem normalizadas. Um exemplo disso, que foi aplicado para cada critério, é apresentado na Tabela 2.

Para obtenção da média de cada critério, as frações foram convertidas em decimais e encontrou-se a média aritmética de cada linha da matriz normalizada. O resultado é um vetor que representa um dado critério. Na Tabela 3, é apresentado o exemplo deste cálculo para C1. Com os vetores encontrados na etapa anterior, construiu-se uma matriz de prioridades, onde as linhas representam as alternativas, e as colunas referem-se aos critérios (Tabela 4).

Depois de obtido o vetor de prioridades das alternativas sob cada critério, prosseguiu-se com o nível dos critérios e foi construída uma matriz de comparação par a par dos critérios frente a cada solução (Tabela 5). Na sequência, foram repetidas para essa nova matriz as etapas de normalização e obtenção das médias, tendo como resultado o vetor que contém a média das preferências de cada critério (Tabela 6).

Tabela 1 – Interação das soluções quanto aos critérios empregados

C1	S1	S2	S3
S1	1	1/6	1/9
S2	6	1	1/4
S3	9	4	1
C2	S1	S2	S3
S1	1	3	1/5
S2	1/3	1	1/8
S3	5	8	1
C3	S1	S2	S3
S1	1	1/5	1/8
S2	5	1	1/2
S3	8	2	1
C4	S1	S2	S3
S1	1	5	2
S2	1/5	1	1/4
S3	1/2	4	1
C5	S1	S2	S3
S1	1	1/8	1/9
S2	8	1	1/2
S3	9	2	1

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tabela 2 - Cálculos para normalização do critério, utilizando como exemplo C1

C1	S1	S2	S3
S1	1	1/6	1/9
	+	+	+
S2	6	1	1/4
	+	+	+
S3	9	4	1



C1	S1	S2	S3
S1	0,06	0,03	0,08
	+	+	+
S2	0,38	0,19	0,18
	+	+	+
S3	0,56	0,78	0,74

Soma	16	5,17	1,36	Soma	1	1	1
------	----	------	------	------	---	---	---

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tabela 3 – Cálculo da média do critério, utilizando como exemplo C1

C1	S1		S2		S3		Média
S1	0,06	+	0,03	+	0,08	=	0,06
S2	0,38	+	0,19	+	0,18	=	0,25
S3	0,56	+	0,78	+	0,74	=	0,69

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tabela 4 – Matriz de prioridades

	C1	C2	C3	C4	C5
S1	0,06	0,19	0,07	0,57	0,05
S2	0,25	0,08	0,33	0,10	0,36
S3	0,69	0,74	0,60	0,33	0,59

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tabela 5 – Comparação entre a prioridade dos critérios

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	3	5	2	9
C2	1/3	1	7	2	7
C3	1/5	1/7	1	1/5	2
C4	1/2	1/2	5	1	5
C5	1/9	1/7	1/2	1/5	1
Soma	2,14	4,79	18,50	5,40	24,00

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Tabela 6 – Cálculos para normalização dos critérios e obtenção das médias

	C1	C2	C3	C4	C5	Média
C1	0,45	0,63	0,27	0,37	0,37	0,42
	+	+	+	+	+	
C2	0,16	0,21	0,38	0,37	0,29	0,28
	+	+	+	+	+	
C3	0,09	0,03	0,05	0,04	0,08	0,06

	+	+	+	+	+	
C4	0,23	0,10	0,27	0,19	0,21	0,20
	+	+	+	+	+	
C5	0,05	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
Total	1	1	1	1	1	

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Para ter certeza de que o resultado obtido está correto, é importante calcular a coerência da avaliação realizada. O cálculo da coerência deve ser considerado para todas as matrizes binárias, mas só se justifica para matrizes com dimensões iguais ou superiores a 3x3 (Saaty, 1994). No caso, calculou-se a coerência para cada uma das cinco matrizes de comparação das soluções (3x3) e para a matriz de comparação dos critérios (5x5). Para tal, inicialmente, determinou-se a totalização das entradas, que se resume ao produto da matriz inicial com o respectivo vetor da média, ou seja, o somatório do produto entre cada célula da linha e a média de cada vetor (Tabela 7).

Tabela 7 – Totalização das entradas para o índice de coerência dos critérios

	C1	C2	C3	C4	C5		Média		Totais
C1	1	3	5	2	9	x	0,42	=	2,30
C2	1/3	1	7	2	7		0,28		1,50
C3	1/5	1/7	1	1/5	2		0,06		0,33
C4	1/2	1/2	5	1	5		0,20		1,04
C5	1/9	1/7	1/2	1/5	1		0,04		0,19

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Para determinar o λ máximo, considerou-se o número de critérios (5), e dividiu-se o vetor do total de entradas pelo vetor da média, obtendo-se um novo vetor (Tabela 8).

Tabela 8 – Vetor para determinar λ máximo para o índice de coerência

Totais	/	Média	=	Novo vetor
2,30		0,42		5,45
1,50		0,28		5,34
0,30		0,06		5,02
1,04		0,20		5,18
0,19		0,04		5,18

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Cálculo do λ máximo:

$$\lambda \text{ máx} = \frac{\text{Soma dos novos vetores}}{\text{Número de critérios (n)}} = \frac{5,45+5,34+5,02+5,18+5,18}{5} = 5,24$$

Cálculo do Índice de Coerência (IC):

$$\text{IC} = \frac{\lambda \text{ máx} - n}{n-1} = \frac{5,24 - 5}{5-1} = 0,06$$

Uma vez calculado o IC, deve-se dividi-lo pelo Índice Randômico (IR), resultando no valor da Razão de Consistência (RC). Se o valor de RC for menor igual a 0,10 (10%) existe coerência. Os valores de IR variam em função da dimensão da matriz (Tabela 9).

Tabela 9 – Índice randômico (IR) em função da dimensão da matriz (n)

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Saaty (1994).

Cálculo da Razão de Consistência (RC)

$$\text{RC} = \frac{\text{IC}}{\text{IR}} = \frac{0,06}{1,12} = 0,05 \leq 0,1$$

Logo, observou-se que a matriz de comparação dos critérios estava coerente, e seus valores poderiam ser usados para encontrar a solução mais adequada. Da mesma forma, foi calculada a coerência para as cinco matrizes de comparação das soluções, também sendo encontrada uma RC menor igual a 10% para todos os casos.

Para obter o resultado final da AHP, multiplicou-se a matriz de preferências pelo vetor da média obtido no cálculo da média dos critérios. O resultado foi um vetor que contém a quantificação final de cada alternativa, e o maior valor permite encontrar a melhor alternativa a partir da análise realizada (Tabela 10).

Tabela 10 – Cálculo do resultado final para seleção do SES

	C1	C2	C3	C4	C5		Média	Resultado		
S1	0,06	0,19	0,07	0,57	0,05	X	0,42	0,20	S1	20%
S2	0,25	0,08	0,33	0,10	0,36		0,28	0,18	S2	18%
S3	0,69	0,74	0,60	0,33	0,59		0,06	0,62	S3	62%
							0,20			

Fonte: Elaborado pelas autoras.

De acordo com os critérios avaliados, os resultados de cada solução foram: 20% para a S1: Rede condominial mais ETE comunitária, 18% para a S2: TEvap (individual) mais círculo de bananeira e 62% para a S3: Vermifiltro (individual) mais círculo de bananeira. Dessa forma, a Solução 3 seria a mais adequada para o SES na comunidade rural Pessegueiro.

DISCUSSÃO

Esgotamento sanitário adequado é um direito e faz parte da dignidade humana. No Brasil, são muitos os desafios e, nas áreas rurais, eles se intensificam. O Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) considera que 49% da população de áreas rurais isoladas no País vivenciam práticas de esgotamento sanitário inadequadas (UNICEF, 2015).

Existem modelos de tratamento de esgoto individuais e coletivos que se adequam às diferentes realidades de locais afastados de centros urbanos. Mas, para realizar uma escolha assertiva para determinada comunidade, é preciso se basear em critérios ambientais, sociais, econômicos e técnicos, não existindo fórmula genérica (Gasi, 1988).

De acordo com os resultados, para as tecnologias estudadas, a TEvap individual mais círculo de bananeira (descentralizada unifamiliar) foi a menos indicada (18%). A principal razão é que o custo de implementação foi considerado alto em comparação às outras soluções, uma vez que envolve a soma de todas as TEvap individuais, fazendo essa solução ser menos interessante economicamente, o que pesou na análise.

A rede condominial mais ETE comunitária (semicentralizada) também foi menos recomendada (20%). As principais limitações da solução foram a alta complexidade de implantação e operação, necessidade de envolvimento da população para gerir a ETE e o fato de essa tecnologia só ser aplicada onde há adensamento populacional.

Finalmente, a tecnologia vermifiltro individual mais círculo de bananeira foi a mais indicada (62%). Isso decorre devido à solução ser de fácil implantação e operação, ter baixo custo de implementação e ser uma tecnologia descentralizada unifamiliar, ou seja, não necessita de adensamento populacional, podendo ser aplicada em locais isolados.

No entanto, há que se considerar que a questão da escolha do SES para uma comunidade é complexa e envolve diversos fatores. A tecnologia indicada para a área foi a mais simples e acessível, considerando a situação atual e uma resolução a ser aplicada no

curto prazo. Entretanto, se fosse realizada uma análise considerando longo prazo, tecnologias coletivas e centralizadas (ou semicentralizadas) poderiam ser mais interessantes, uma vez que contemplariam o crescimento do bairro em número de pessoas e residências.

A determinação dos pesos para a comparação entre os critérios na AHP foi o ponto mais complexo do trabalho, sendo necessário recorrer à literatura e experiência de especialistas. Mesmo assim, ainda foram necessárias muitas discussões, ajustes e tentativas até chegar à coerência recomendada.

A questão da aceitação e envolvimento da comunidade também é crucial para o saneamento rural e na qual se destaca o papel da extensão universitária desenvolvida junto ao local. Além de levar conhecimento sobre a questão e sensibilização frente à problemática do saneamento, os membros do projeto de extensão apresentaram as soluções e expuseram os prós e contras de cada uma. A comunidade demonstrou muito entusiasmo e concordância com o SES indicado pelo estudo. Porém, o ponto crucial para resolver o problema ainda é o financiamento das ações.

Mesmo que a comunidade Pessegueiro, a partir de demandas não atendidas, tenha buscado se organizar e obter recursos, é importante salientar que a promoção do saneamento básico é dever do Estado, que, muitas vezes, se ausenta e faz com que a comunidade busque suas próprias soluções.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho empregou o método AHP para selecionar o tipo de SES mais adequado às características do bairro Pessegueiro, Itajubá/MG. Foram usados como critérios de seleção a complexidade na implantação, operação e manutenção, custo de implementação, aceitação e envolvimento da população, qualidade do efluente final e adensamento populacional. Como possíveis soluções, avaliou-se a rede condominial mais ETE comunitária, TEvap (individual) mais círculo de bananeira e vermifiltro (individual) mais círculo de bananeira. A partir dos resultados, este último foi o mais indicado e bem aceito pela comunidade.

Mesmo com soluções objetivas trazidas pela AHP, a questão da escolha do SES para uma comunidade é complexa e envolve diversos fatores, sendo, antes de tudo, função deste trabalho trazer a discussão sobre a problemática envolvida e como a extensão universitária pode trazer contribuições para o bem-estar das pessoas.

Ressalta-se a importância da realização deste tipo de estudo com o objetivo de subsidiar um planejamento rural adequado, visando à melhoria das condições de saneamento e saúde pública. Para além do estudo de caso e metodologia desenvolvida, espera-se inspirar novos trabalhos científicos e de extensão, visando contribuir com a problemática do saneamento em áreas rurais/comunidades isoladas.

Referências

ABREU, Lucijane Monteiro *et al.* Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do método AHP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s. l.], v. 4, p. 257-262, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662000000200021>. Acesso em: 11 maio 2025.

BATISTA, Gabriele de Souza *et al.* Modelo de seleção de sistemas de tratamento de esgoto sanitário descentralizados para municípios de pequeno porte. **RA'EGA**, [s. l.], v. 61, n. 1, p. 69-91, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/raega.v61i1.94941>. Acesso em: 11 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes para o saneamento básico; [...]. Presidência da República, Brasília, DF, 2007.

BRASIL. **Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR)**. Brasília, DF: Fundação Nacional da Saúde. 2019. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf/08d94216-fb09-468e-ac98-afb4ed0483eb. Acesso em: 20 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico [...]. Presidência da República: Brasília, DF, 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em 7 jul. 2025.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Esgotamento Sanitário**. Brasília, DF: SNIS, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/es>. Acesso em: 16 abr. 2025.

CHAVES, Vitor Tonzar; TOMAZ, Fábio Alves; CONTRERA, Ronan Cleber. Avaliação do desempenho de uma tecnologia apropriada para o saneamento rural. **Revista DAE**, [s. l.], v. 67, p. 173, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/dae.2019.063>. Acesso em: 11 maio 2025.

EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento. **Manual de tecnologia apropriada para o serviço público de esgotamento sanitário em áreas de baixa densidade demográfica no estado da Bahia**. Salvador: EMBASA, 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Água reutilizada para irrigação de alface**. 2021. Disponível em: <https://alavoura.com.br/agricultura/horticultura/agua-reutilizada-para-irrigacao-de-alface/>. Acesso em: 20 out. 2024.

FORPROEX - Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras. **Política Nacional de Extensão Universitária**. Porto Alegre: UFRGS, 2012.

GASI, Tânia Mara Tavares. **Opções para tratamento de esgotos de pequenas comunidades**. São Paulo: SETESB, 1988.

GOFFI, Andreia dos Santos. **Modelo para definição do uso de sistemas adequados para tratamento de esgoto urbano em pequenas e médias localidades**. Tese (Doutorado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29016>. Acesso em: 05 fev. 2025.

GOMES, José Romário Soares *et al.* Bacia de evapotranspiração: uma tecnologia alternativa para coleta e tratamento de esgoto doméstico. **Interfaces Científicas-Exatas e Tecnológicas**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 175-187, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17564/2359-4942.2020v4n1p175-187>. Acesso em: 05 fev. 2025.

GOMES, Kaio; VUITIK, Guilherme Araujo; DÖLL, Maria Magdalena Ribas. Avaliação hidrodinâmica de um tanque de evapotranspiração (TEVAP) em escala de bancada submetido a variação da vazão. **Revista de engenharia e tecnologia**, [s. l.], v. 16, n. 1, 2024. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/23335>. Acesso em: 12 fev. 2025.

MACHADO, G.O. *et al.* Diagnóstico preliminar do uso e ocupação do solo como subsídio para selecionar pontos de amostragem da água de nascentes, poços e cisternas no bairro Pessegueiro, Itajubá/MG. XIII – Seminário de Meio Ambiente e Energias Renováveis, Unifei, 2018.

MARTINS, Felipe do Nascimento. **Análise multicriterial para priorização de processos de tratamento de esgotos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

MASSOUD, May A.; TARHINI, Akram; NASR, Joumana A. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: Applicability in developing countries. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 90, n. 1, p.652-659, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.07.001>. Acesso em 25 nov.2024.

MELO, José Carlos. **Sistema Condominial**: uma resposta ao desafio da universalização do saneamento. Brasília (DF): Ministério das Cidades, 2008.

OLIVEIRA JÚNIOR, José Lima. Tratamento descentralizado de águas residuárias domésticas: uma estratégia de inclusão social. *In*: LIRA, W. S., CÂNDIDO, G. A. (org.).

Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa. Campina Grande: EDUEPB, 2013. p. 213-232. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/bxj5n/pdf/lira-9788578792824-09.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2025.

ONU – Organização das Nações Unidas. **1º Programa da Década da Água da ONU.** 2010. Disponível em: https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitati. Acesso em: 20 mar. 2025.

RAYMUNDO, Thiago de Oliveira. **Desenvolvimento, gestão social e racionalidade comunicativa habermasiana: uma relação teórico-prática.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/2220>. Acesso em: 20 mar. 2025.

REIS, Rodrigo Cardoso de Cerqueira; MACHADO, Anna Virginia Muniz; OLIVEIRA, Pedro Augusto Dias de. **Aplicação do processo hierárquico analítico como auxílio na tomada de decisão para escolha do sistema de esgotamento sanitário em comunidade de pequeno porte.** [S. l.]: Seven Editora, 2023. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/editora/article/view/1251/1367>. Acesso em: 10 dez. 2024.

RESENDE, Rachel Germiniani; FERREIRA, Sindynara; FERNANDES, Luiz Flávio Reis. O saneamento rural no contexto brasileiro. **Revista Agrogeoambiental**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 131-149, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n120181027>. Acesso em: 11 maio 2025.

ROCHA, José Vitor Ribeiro. **Tecnologias utilizadas nos sistemas descentralizados de tratamento de esgoto sanitário no Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/9789>. Acesso em: 10 dez. 2024.

SAATY, Thomas L. Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process. *In: SAATY, Thomas L. The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making.* Pittsburgh: RWS publications, 1994. p. 15-35.

SCHNEIDER, Jerusa *et al.* Vermifiltração: o uso de minhocas como uma nova alternativa para o tratamento de esgoto. **Revista DAE**, v.220, n.67, p.128-140, 2019. Disponível em: <https://doi.org/doi.org/10.4322/dae.2019.060>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SILVA, Anderson Gomes. **Proposição de técnicas e modelos de gestão para o esgotamento sanitário em áreas rurais brasileiras.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-AY8KSF>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SINGH, Rajneesh *et al.* Vermifiltration as a sustainable natural treatment technology for the treatment and reuse of wastewater: a review. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 247, p. 140-151, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.075>. Acesso em: 16 abr. 2025.

SURIYACHAN, Chamawong; NITIVATTANANON, Vilas; AMIN, ATM Nurul. Potential of decentralized wastewater management for urban development: Case of Bangkok. **Habitat International**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 85-92, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2011.06.001>. Acesso em: 16 abr. 2025.

TONETTI, Adriano Luiz *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções**. Unicamp, 2018.

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância. **12 milhões de crianças e adolescentes vivem sem acesso adequado a esgoto e 2,1 milhões a água, alerta UNICEF**. Comunicado de Imprensa, 2015. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/12-milhoes-de-criancas-e-adolescentes-vivem-sem-acesso-adequado-esgoto-e-2-1-a-agua>. Acesso em: 06 maio 2025.

UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá. **Projeto Águas do Pessegueiro**. 2019. Convênio entre Arquidiocese de Pouso de Alegre e Unifei. Projeto Águas do Pessegueiro, n° 23088.013648/2019-47.

VARGAS, Ricardo Viana. Using the analytic hierarchy process (AHP) to select and prioritize projects in a portfolio. **PMI global congresso**, [s. l.], v.32, n. 3, p. 1-22, 2010.

VIANNA, Thomás Corrêa; MESQUITA, Tayane Cristiele Rodrigues; ROSA, André Pereira. Panorama do emprego de tanques sépticos e filtros anaeróbios no tratamento descentralizado de efluentes no Sudeste brasileiro. **Revista DAE**, [s. l.], v. 220, n. 67, p. 157-172, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/dae.2019.062>. Acesso em: 06 maio 2025.