



Aplicação do processo hierárquico analítico como auxílio na tomada de decisão para escolha do sistema de esgotamento sanitário em comunidade de pequeno porte

  <https://doi.org/10.56238/tecavanaborda-011>

Rodrigo Cardoso de Cerqueira Reis

Bacharel em engenharia, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

Anna Virginia Muniz Machado

Doutora, Departamento de Desenho Técnico, Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, Rio de Janeiro, Brasil

Pedro Augusto Dias de Oliveira

Mestre, Programa de Pós-Graduação em Geoquímica, Universidade Federal Fluminense (UFF)
E-mail: pa_dias@id.uff.br

RESUMO

No Brasil, a problemática ligada ao Saneamento tem, historicamente, resistido aos diferentes programas e planos de gestão adotados em diversos governos. Este trabalho reflete sobre a problemática do saneamento em comunidades de pequenos portes. São apresentados e analisados diferentes sistemas alternativos de tratamentos de esgoto em locais isolados e explorada a legislação vigente no

estado do Rio de Janeiro e no município de Casimiro de Abreu. O presente trabalho apresenta fundamentação teórica resultante de uma pesquisa exploratória preliminar, reconhecimento da área de estudo e ida a campo para caracterização da área e a aplicação da metodologia do Processo Hierárquico Analítico desenvolvido por Thomas Lorie Saaty que considera as características dos diferentes sistemas de tratamento de esgotos e a adequação à realidade a região de estudo. A decisão pelo sistema a ser adotado para o Condomínio Floresta I, fundamentou-se na hierarquização das características que melhor se adaptaram à problemática do local de estudo. Ao final, foi dimensionado o sistema alternativo de tratamento de esgoto que melhor se adaptou às características do condomínio. Apesar das limitações apresentadas por este estudo, a metodologia se mostrou eficaz no levantamento de dados assim como na escolha do sistema de esgotamento para com a comunidade.

Palavras-chave: Alternativas de Tratamento de Esgoto, Fossa Séptica, Dimensionamento.

1 INTRODUÇÃO

No cenário nacional os investimentos em saneamentos básicos sempre foram concentrados em grandes centros urbanos, enquanto as periferias, populações isoladas e rurais foram deixadas sem a oferta adequada desses. Em regiões rurais não é possível implementar uma rede coletora de esgotos. Além da baixa densidade demográfica, o investimento financeiro para implementar a rede coletora e o custo de operação de uma estação de tratamento de esgoto não são vantajosos do ponto de vista das concessionárias (MASSOUD; TARHINI; NASR, 2009), em reflexo a essa realidade, atualmente no país, apenas 46,3% do esgoto é tratado (SNIS, 2018) e por essas razões, sistemas individuais de tratamento de esgoto apresentam-se como uma alternativa de prover acesso aos moradores dessas regiões ao esgotamento sanitário.

O município de Casimiro de Abreu é uma amostra dessa realidade. A cidade conta com uma Estação de Tratamento de esgoto (ETE) que atende apenas os locais centrais, e marginaliza o acesso às áreas rurais. O condomínio Floresta I, localizado no Bairro Vargem Grande, não possui acesso à rede da ETE, portanto, recorre a alternativas locais para suprir as demandas da população.

O presente trabalho propõe uma solução de tratamento de esgoto efetiva para o condomínio afim de assegurar a saúde da população daquele local e a dignidade garantida no artigo 1º, inciso III, da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (BRASIL, 1988). Para tal, buscou-se caracterizar os diferentes sistemas de tratamentos localizados de esgotos como base para a aplicação de uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão pelo Processo Hierárquico Analítico (AHP), visando garantir viabilidade técnica e ambiental na definição do sistema a ser adotado para a área de estudo, definir e determinar pesos dos multicritérios para a aplicação do método, de acordo com Saaty (1971).

O condomínio possui sistema de fossa séptica com pós tratamento por filtro anaeróbio, por unidade, e o descarte é feito no corpo hídrico que corta o condomínio.

Esse método visa retirar a intuição, o sentimento e o subjetivo da balança, utilizando dados qualitativos e quantitativos mensuráveis para analisar as opções e se alcançar a melhor solução para um problema (JORDÃO; PEREIRA, 2006). O AHP defini o problema e a decisão designada, estrutura a hierarquia de um ponto de vista global de gestão e constrói uma matriz de comparações para o auxílio na tomada de decisão que melhor se enquadra na solução.

Por fim, dimensiona-se a solução mais adequada e o esboço do traçado da rede coletora de esgoto para o local de estudo.

2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram realizadas três etapas. Primeiramente, uma pesquisa de caráter exploratória sobre o tema apresentado, o reconhecimento da área de estudo e, finalmente, a aplicação do método para a seleção mais adequada do sistema de esgotamento sanitário assim como seu dimensionamento.

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Através de uma pesquisa de caráter exploratório busca realizada pela plataforma do Portal Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), foram selecionados artigos, teses, dissertações, pertencentes a diversas áreas do conhecimento para aperfeiçoar o conhecimento sobre o tema. Além disso, foi também realizada uma pesquisa documental complementar utilizando anais dos congressos da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) nos últimos 10 anos (2010 – 2019) e acervo histórico da revista DAE (Departamento de Águas e Esgoto).

A pesquisa foi delimitada aos últimos 10 anos (2010-2019), em função de conter dados mais atualizados referentes ao tema abordado, entretanto, alguns documentos relevantes anteriores ao intervalo de tempo indicado também foram consultados.

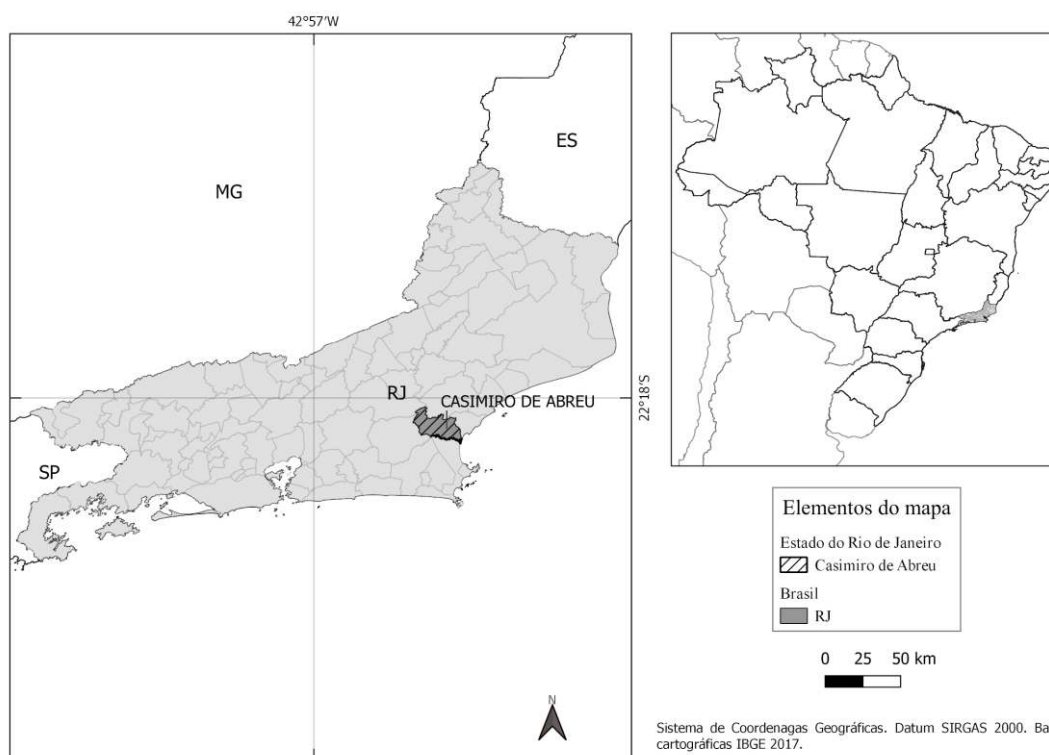
Ademais, foram considerados apenas estudos nas línguas: portuguesa e inglesa, e as diretrizes do modelo sistemático PRISMA (itens de relato preferidos para revisões sistemáticas e meta-análises, tradução do autor) (MOHER et al., 2016) para a elaboração do estudo.

Após a pesquisa, utilizou-se o programa ‘VOSviewer’ para criar um mapa baseado nos dados bibliográficos encontrados, de modo a encontrar as palavras chaves que evidenciarão o tema tratado no trabalho.

2.2 RECONHECIMENTO DA ÁREA DE ESTUDO

O condomínio Floresta I, localiza-se no município de Casimiro de Abreu, estado do Rio de Janeiro (Figura 1). A cidade possui uma ETE que trata o esgoto de parte da população, mas a rede coletora não chega ao local de estudo, fazendo-se necessário a efetividade de sistemas localizados para tratar o esgoto domiciliar gerado no condomínio.

Figura 1: Localização do município de Casimiro de Abreu/RJ – Brasil.



A precipitação média é de 1624 mm/ano e a temperatura máxima média de 25,7 °C (CLIMATOLOGIA, 2020).

A população do município em 2019 foi de 44 184 habitantes, sendo enquadrado no Programa de Saneamento Rural (PIRES, 2019). O salário médio mensal dos trabalhadores formais é de 2,1

salários mínimos com um esgotamento sanitário em 74,7% dos domicílios (IBGE, 2020). O padrão de construção das casas é de alto investimento, sendo composto por moradores de classe média alta.

Atualmente o condomínio possui 18 casas construídas e já possui alternativas de sistemas de tratamento individuais de esgoto em que a disposição final é o Rio Branco. O solo do local é, em grande parte, argiloso até uma profundidade de 2,0 m, e abaixo mais arenoso. Devido a essa característica, as disposições em solo que ocorrem nos domicílios que não são contemplados com a rede coletora da ETE dispõem em sumidouros profundos.

2.3 PROCESSO HIERÁRQUICO ANALÍTICO DE SAATY

O Processo Hierárquico Analítico (AHP) tem como objetivo retirar a intuição, o sentimento e o subjetivo do processo decisório, através da utilização de dados qualitativos e quantitativos mensuráveis que são analisados para se alcançar a melhor solução dentre as opções levantadas (JORDÃO; PEREIRA, 2006). Os pesos relativos à intensidade de importância que serão estipulados neste trabalho estão apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Escala fundamental de Saaty de comparações binárias.

Grau de Importância	Definição de importância
1	Igual
2	Leve
3	Fraca
4	Média
5	Forte
6	Muito Forte
7	Fortíssima
8	Quase Absoluta
9	Absoluta

Esse método foi escolhido para determinar qual a opção de sistema de tratamento que melhor se adapte ao problema por dois motivos: 1º, a independência na tomada de decisão pelo indivíduo (o indivíduo pode executar a metodologia sem precisar da ajuda de terceiros como em outros métodos); 2º, a necessária reflexão para se chegar aos critérios comparativos e níveis de prioridade que serão atribuídos para cada critério, a fim de se obter a melhor solução. Com essas vantagens, esse método se prova simples e efetivo, traduzindo os motivos que levaram a se obter aquele resultado.

2.4 MATRIZ DE PRIORIDADE (PESO DE CADA CRITÉRIO)

A matriz de prioridade é determinada através dos reconhecimentos das necessidades do local sobre o tema. Para este trabalho, foram considerados os critérios: demanda de área, complexidades (construção, operação e manutenção), eficiência do tratamento (remoção de DBO e DQO), dependência de fatores climáticos, impacto visual do sistema e a geração de odores.

Por se tratar de terrenos privados, o critério que considera a demanda por área foi considerado como ‘forte importância’ (peso 5).

Para os critérios de complexidade foi atribuído ‘igual importância’ (peso 1) para a construção, (3) para a operação e (3) para a manutenção. Já no âmbito de eficiência do tratamento, a remoção de DBO e DQO receberam peso.

Já para o critério que considera a dependência de fatores climáticos, classificou-se como ‘valor intermediário’. O impacto visual do sistema, como ‘forte importância’ e a geração de odores, ‘absoluta importância’.

A matriz de prioridade foi obtida através da análise subjetiva de quais são as características mais importantes para o condomínio Floresta I dentre os critérios levantados. A hierarquização dos pesos foi feita considerando as prioridades para o condomínio, e posteriormente a comparação desses valores.

2.5 COMPARAÇÃO ENTRE SOLUÇÕES POSSÍVEIS DENTRO DE CADA CRITÉRIO ADOTADO

De modo a sanar os problemas sobre a qualidade de acesso dos moradores do condomínio ao esgotamento sanitário, foram pré-selecionadas alternativas que possuíssem eficiência para tratar dos efluentes do local (Tabela2).

Tabela 2. Possíveis soluções para o local de estudo.

Possíveis Soluções
Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio (FS + FA)
Fossa Séptica + Sumidouro (FS + SU)
Fossa Séptica + Tanque de Evapotranspiração (FS + TE)
Fossa Séptica + Círculo de Bananeiras (FS + CB)
Fossa Séptica Biodigestora (FSB)

Nesta etapa ocorre a comparação entre cada possível solução dentro dos critérios (características) adotados e a classificação, entre 1 a 9, em ordem crescente de importância para a solução proposta. Quando duas soluções com iguais classificações são comparadas, atribui-se o valor 1 (Igual Importância).

2.6 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

De modo a evitar a completa interrupção do sistema em manutenções emergências e, também, pelo fato do condomínio possuir uma grande área disponível, foi considerado dois sistemas de tratamento, que atenderiam 9 casas cada. Para a população de projeto, consideramos 4 habitantes por casa, resulta em 36 habitantes, para cada sistema.

É importante salientar que o sumidouro deve estar a uma distância mínima de 15 metros de poços, 30 metros para cursos d'água, utilizados em captações, e uma distância mínima de 5 metros de reservatórios de água enterrados e piscinas (PERNAMBUCO (Estado), 2004).

O dimensionamento do tanque séptico seguiu as recomendações da NBR n°7229/1993. Já o dimensionamento do filtro Anaeróbio seguiu a NBR 13.969/1993 e considerou para o desenvolvimento: 36 habitantes, contribuição de despejos de 160 L/hab. dia e período de detenção de 0,75 dia.

Os cálculos realizados, seguiram as fórmulas indicadas nas bibliografias e enfatizaram os parâmetros de qualidade na eficiência do tratamento da matéria orgânica.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SISTEMÁTICA

Nome do artigo	Autores	Eixo principal do artigo
SANEAMENTO RURAL: ANÁLISE DE SISTEMAS INDIVIDUAIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO PARA TOMADA DE DECISÃO DO PLANO DE SANEAMENTO MUNICIPAL	A. G. Pinto et. al.	Concluiu-se que pesquisas voltadas as alternativas descentralizadas em meio rural devem ser intensificadas, de modo que a população seja beneficiada através de sistemas altamente eficientes e sustentáveis. Além disso, sete diferentes sistemas de tratamento foram qualificados e comparados em vinte e oito diferentes critérios.
PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO BÁSICO: AVALIAÇÃO DE 18 CASOS BRASILEIROS	T. S. T. Pereira e L. Heller	Avaliação em cinco princípios da lei 11.445/2007 e outros três de interesse dos autores. Concluiu-se que os planos mais participativos pela sociedade e planejados são mais completos e atenderam em totalidade ou, em grande parte, esses oito parâmetros analisados quando comparados com outros planos de saneamento.
VIABILIDADE DO USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA NA IRRIGAÇÃO DA CULTURA DO RABANETE (<i>RAPHANUS SATIVUS L.</i>)	I. L. de A. Dantas et al.	Verificação da viabilidade do efluente na irrigação da cultura do rabanete não apresentando diferença entre os tratamentos com relação às variáveis agrônômicas e, principalmente, os valores encontrados dos patógenos serem aceitos pela Resolução ANVISA n° 12 (Brasil, 2001).
PERSPECTIVAS TÉCNICAS E SOCIOAMBIENTAIS NA SELEÇÃO DE TECNOLOGIAS DESCENTRALIZADAS PARA O TRATAMENTO	H. H. B. de Andrade et al.	Comparação entre três pós-tratamentos para fossa séptica em duas instituições públicas de ensino fundamental no município de Pinhais. Analisaram com critérios técnicos e socioambiental qual a melhor opção para os locais.

Tecnologia avançadas e suas abordagens

Aplicação do processo hierárquico analítico como auxílio na tomada de decisão para escolha do sistema de esgotamento sanitário em comunidade de pequeno porte

DE ESGOTOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO		
WHY NOVEL SANITARY SYSTEMS ARE HARDLY INTRODUCED?	M. Blanken et al.	Identificação de diferentes fatores principais para a dificuldade de criar sistemas de tratamento sanitários em zonas urbanas.
AValiação DO COEFICIENTE DE RETORNO DE ESGOTO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO GERTRUDES – PONTA GROSSA (PR)	L. Horochoski et al.	Estudo do valor do coeficiente de retorno de uma região antiga da cidade de Ponta Grossa. E concluíram que o valor era de 0,6.
GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: UMA ANÁLISE DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE XANGRI-LÁ/RS	M. B. Souza et al	Análise sob a ótica de legislações e documentos pertinentes as inter-relações entre a Lei 11.445/07, o Plano Nacional de Saneamento Básico e o Plano Municipal de Saneamento Básico de Xangri-Lá/RS. Conclui-se que o tema deveria contar com maior participação da sociedade nos processos de tomada de decisão.
REATOR COMPARTIMENTADO ANAERÓBIO/AERÓBIO: SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA TRATAMENTO DE ESGOTOS DE PEQUENAS COMUNIDADES	G. H. R. Silva e E. A. A. Nour	Alternativa do reator compartimentado anaeróbio/aeróbio, tratando esgoto sanitário, como possibilidade de ser utilizado em pequenas comunidades urbanas e rurais. O desempenho do sistema foi avaliado em diversos tempos de detenção hidráulica, nos quais os melhores valores de Demanda Química de Oxigênio Total e Sólidos em Suspensão Totais.
AValiação DO USO E FUNCIONAMENTO DO SISTEMA CONDOMINIAL DE ESGOTOS EM ÁREA PERIURBANA DE SALVADOR - BRASIL	L. R. S. Moraes et al.	A metodologia utilizada na avaliação contemplou técnicas quantitativas e qualitativas, incluindo levantamentos socioeconômicos e da condição de saneamento ambiental, estudo sobre a satisfação dos moradores, uso e funcionamento do ramal condominial e impacto na saúde da população do projeto implantado.
USO E FUNCIONAMENTO DE SISTEMAS CONDOMINIAIS DE ESGOTOS: UM ESTUDO EM SANTO AMARO E GAMELEIRA, BRASIL	R. M. L. Silva et al.	Concluiu-se que é necessária a gestão participativa em sistemas condominiais de esgoto e uma maior fiscalização de agentes públicos sob prestadores de serviços de esgotamento sanitário.
HEALTHY VINTON: A HEALTH IMPACT ASSESSMENT FOCUSED ON WATER AND SANITATION IN A SMALL RURAL TOWN ON THE U.S.-MEXICO BORDER	W. L. Hargrove et al.	Observação um padrão que tipifica moradores e comunidades rurais de baixa renda em todo o mundo, onde esses moradores carecem de informação sobre saneamento básico e dos seus direitos como cidadãos.
AValiação DA IMPLANTAÇÃO DE FOSSAS SÉPTICAS NA MELHORIA NA QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS EM COMUNIDADES RURAIS	R. Vicq e M. G. P. Leite	Comparação dos parâmetros de qualidade da água no córrego Pua Grande antes e depois da instalação de fossas sépticas e verificou-se um aumento de mais de 100% nos valores de oxigênio dissolvido e redução de 800% na quantidade de coliformes fecais após a construção das fossas.
AN ALTERNATIVE APPROACH FOR MUNICIPAL WASTEWATER MANAGEMENT: TECHNOLOGY OPTIONS	K. J. Nath e A. K. Sengupta	Revisão do cenário indiano em respeito à gestão de águas residuais urbanas e saneamento, com referência particular aos problemas das pequenas e cidades médias e descreve uma abordagem alternativa para o descarte sustentável de excrementos humanos e águas residuais sistemas

Tecnologia avançadas e suas abordagens

Aplicação do processo hierárquico analítico como auxílio na tomada de decisão para escolha do sistema de esgotamento sanitário em comunidade de pequeno porte

FOR SMALL AND MEDIUM TOWNS		que poderiam ser acessíveis e sustentáveis para pequenas e médias cidades da Índia.
INDIGENOUS PLANTS FOR INFORMAL GREYWATER TREATMENT AND REUSE BY SOME HOUSEHOLDS IN GHANA	B. Dwumfour-Asare et al.	Análise de dados de 451 casas pesquisadas em nove comunidades em três regiões, usando questionários estruturados e extensas observações de campo para analisar se as plantas indígenas tratam a água cinza gerada em Gana. Conclui-se que novas práticas precisam ser adotadas para garantir a saúde da população através de sistemas de tratamentos comprovadamente eficazes.
FOSSA VERDE COMO COMPONENTE DE SANEAMENTO RURAL PARA A REGIÃO SEMIÁRIDA DO BRASIL	C. F. Coelho et al.	Avaliação de setenta módulos de fossa verde como alternativa de tratamento de efluente domiciliar e analisou a qualidade sanitária dos vegetais cultivados, taxa de acumulação do lodo produzido e avaliação do tempo de manutenção do módulo.
SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES IN CHEMIGATED BANANA PLANTATION WITH WASTEWATER	P. F. S. Alves et al.	Avaliação da qualidade dos solos de culturas de bananas pratas anã de uma planta de tratamento de esgoto em Janaúba - Minas Gerais- Brasil.
VIABILIDADE DO USO DE ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA NA IRRIGAÇÃO DA CULTURA DO RABANETE (RAPHANUS SATIVUS L.)	I. L. A. Dantas et al.	Avaliação dos efeitos do reuso de efluente doméstico tratados na cultura do rabanete (<i>Raphanus sativus</i> L.). Em relação à qualidade microbiológica do bulbo, realizou-se a enumeração de coliformes termotolerantes, de bactérias aeróbias mesófilas e a pesquisa de <i>Salmonella</i> , os resultados demonstram que o rabanete se encontra dentro dos padrões estabelecidos pela legislação.
POTENCIAL DE EFLUENTE DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO COMO FONTE DE ÁGUA E NUTRIENTES NO CULTIVO HIDROPÔNICO DE ALFACE	R. S. Cuba et al.	Avaliação da viabilidade do reuso de efluente de esgoto doméstico tratado, como fonte alternativa de água e nutrientes no cultivo hidropônico de alface (<i>Lactuca sativa</i> L). Observou-se algumas deficiências nutricionais nas alfaves tratadas pelo efluente doméstico tratado, mas não houve presença de <i>Escherichia Coli</i> .
INFLUÊNCIA DO REUSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS NA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO GIRASSOL DESTINADO À ALIMENTAÇÃO ANIMAL	R. S. Carvalho et al.	Avaliação dos efeitos do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica da parte aérea da cultura do girassol. Os resultados obtidos nas análises de qualidade microbiológicas demonstraram que a parte aérea do girassol se encontrou dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, contudo fazem-se necessários estudos que investiguem o efeito da variação do solo.
VERMICOMPOSTING AS AN ALTERNATIVE WAY OF BIODEGRADABLE WASTE MANAGEMENT FOR SMALL MUNICIPALITIES	A. Sosnecka et al.	Avaliação da utilidade da vermicompostagem como método de bioconversão de resíduos orgânicos, entre outros, lodo de esgoto, fração biodegradável de resíduos sólidos municipais e resíduos verdes.
VERMICOMPOSTING AS AN ALTERNATIVE METHOD OF SLUDGE TREATMENT	D. Boruszko	A pesquisa realizada confirmou que o uso da minhoca <i>California</i> no processo de vermicompostagem municipal de lodo de esgoto resulta em boa mineralização e humificação, e o produto final (vermicomposto) pode ser um fertilizante mineral-orgânico valioso.
SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES AND	C. L. Boechat et al.	Avaliação das alterações morfológicas em plantas de milho e alterações nos atributos químicos de um

Tecnologia avançadas e suas abordagens

Aplicação do processo hierárquico analítico como auxílio na tomada de decisão para escolha do sistema de esgotamento sanitário em comunidade de pequeno porte

INITIAL GROWTH OF CORN CROP BY ADDING DOMESTIC AND INDUSTRIAL SEWAGE SLUDGE		Latossolo Amarelo coeso, após a incorporação de doses de lodos esgoto doméstico e da indústria de laticínios. Aumentos nas doses de ambos os lodos de esgotos propiciam ganhos nas variáveis morfológicas estudadas.
REUSE WATER AND URBAN HORTICULTURE: ALLIANCE TOWARDS MORE SUSTAINABLE CITIES	D. R. Bizari e J. C. Cardoso	Proposta de formas de utilizar águas tratadas afim de diminuir o consumo dos recursos hídricos em áreas urbanas.
ALTERNATIVE SANITARY CONCEPTS FOR RURAL AND URBAN AREAS	A. Wrieger-Bechtold et al.	Reflexão sobre diferentes possibilidades de utilização de águas tratadas, gases geradas no tratamento e do lodo tratado. Os autores debatem algumas soluções sobre usos sustentáveis desses subprodutos.
ADAPTAÇÃO DE EFLUENTE DOMÉSTICO PARA USO AGRÍCOLA POR TRATAMENTO BIOLÓGICO, FÍSICO E DESINFECÇÃO POR ULTRAVIOLETA	A. A. S. Oliveira* et al.	Análise dos parâmetros físico-químicos e biológicos de efluentes tratados na ETE de Araras - São Paulo com desinfecção ultravioleta e observou a viabilidade sanitária e agrícola dos mesmos, respeitando a legislação vigente.
NITROGEN AND PHOSPHORUS FLUXES IN THREE SOILS FERTIGATED WITH DECENTRALISED WASTEWATER TREATMENT EFFLUENT TO FIELD CAPACITY	W. Musazura et al.	Análise da capacidade de campo de três solos na África do Sul com a utilização de fertirrigação com águas residuais. Uma das conclusões foi o aumento de nitrogênio e fósforo nos solos, que podem vir a se tornar uma preocupação a médio e longo prazo.

4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Após selecionados as categorias de tratamentos acessíveis à região de estudo, foi feita uma análise comparativa entre os métodos, através de critérios comparativos de interesse para aplicação do processo hierárquico analítico. A metodologia de terminação dos critérios está de acordo com o apresentado por Pinto et al (2005). Além dos critérios bibliográficos e considerando a realidade do local de estudo, selecionamos também o parâmetro de ‘impacto visual do sistema’ como nesses 9. O importante nesta etapa é avaliar quais são os pontos fortes e fracos dos sistemas dentro dos critérios adotados, sendo realizada uma análise objetiva das informações levantadas.

O primeiro sistema é composto por fossa séptica seguido de tratamento complementar do filtro anaeróbio. O sistema contar com o tratamento complementar do filtro anaeróbio aumenta a eficiência de remoção da DBO em 27,5%, e a remoção de DQO em 17,8%, por exemplo (PINTO et al., 2015). Suas desvantagens são: as altas complexidade construtiva e de manutenção.

O sistema fossa séptica com sumidouro apresenta como vantagens a baixa demanda por área em sua construção, a baixa complexidade de manutenção do sistema, a baixa geração de odores e a baixa dependência de fatores climáticos. Sua desvantagem é a baixa eficiência na remoção da DBO e DQO, quando comparado aos outros sistemas de tratamento.

O sistema fossa séptica com tanque de evapotranspiração apresenta como vantagem a baixa geração de odores e a baixa dependência das características do solo, uma alta eficiência na remoção da DBO e DQO. Suas desvantagens são: a alta dependência de fatores climáticos e o grande impacto visual no local de implantação do sistema.

O sistema fossa séptica com círculo de bananeiras em série possui como vantagens a sua baixa complexidade de construção e manutenção, e boa eficiência na remoção da DBO e DQO, quando comparado aos outros sistemas de tratamento. Suas desvantagens são: a alta demanda por espaço e alta dependência dos fatores climáticos.

O sistema fossa séptica biodigestora possui como vantagem a baixa complexidade de manutenção e o baixo impacto visual no local. Sua desvantagem é a baixa eficiência na remoção de DBO e DQO, quando comparado aos outros sistemas de tratamento.

No Quadro 6 a solução Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio quando comparada com a solução Fossa Séptica + Tanque de Evapotranspiração demanda uma área menor ('Baixa' x 'Média', respectivamente) o que fez esta solução receber valor 5 na comparação (4 unidades de diferença). Na linha da solução (já que se trata de uma matriz) Fossa Séptica + Tanque de Evapotranspiração versus Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio, o valor adotado foi de $1/5$ (um dividido por 5), pois a solução que leva vantagem nesse critério é a Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio.

Já a comparação entre as soluções Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio versus Fossa Séptica + Círculo de Bananeiras, a solução Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio recebeu valor 9 na comparação (8 unidades de diferença). Na linha da solução Fossa Séptica + Círculo de Bananeiras, o valor adotado foi de $1/9$ (um dividido por 9), pois a solução que leva vantagem nesse critério é a Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio.

Caso uma solução apresentasse uma demanda Média e fosse comparada com outra que apresentasse a característica Alta, a primeira receberia o valor 5 e a segunda o valor $1/5$ (a diferença entre elas seria de $9 - 5 = 4$ unidades).

Quando duas soluções com iguais classificações são comparadas, atribui-se o valor 1 (Igual Importância).

O processo acima foi repetido para os 8 critérios a seguir. A Tabela 3 expõe os pesos comparativos entre soluções no critério demanda da área.

Tabela 3: Critério demanda da área. Comparação entre soluções.

Demanda de área	FS +FA	FS + SU	FS + TE	FS + CB	FSB
FS + FA	1,0	1,0	5,0	9,0	5,0
FS + SU	1,0	1,0	5,0	9,0	5,0
FS + TE	0,2	0,2	1,0	5,0	1,0
FS + CB	0,1	0,1	0,2	1,0	0,2
FSB	0,2	0,2	1,0	5,0	1,0

Quanto ao critério que demanda a complexidade construtiva é apresentado a Tabela 4, a seguir:

Tabela 4: Critério complexidade construtiva. Comparação entre soluções.

Complexidade Construtiva	FS +FA	FS + SU	FS + TE	FS + CB	FSB
FS + FA	1,0	0,2	0,1	0,1	0,2
FS + SU	5,0	1,0	0,2	0,2	1,0
FS + TE	9,0	5,0	1,0	1,0	5,0
FS + CB	9,0	5,0	1,0	1,0	5,0
FSB	5,0	1,0	0,2	0,2	1,0

Considerando a complexidade de operação, a Tabela 5 apresenta a matriz de comparação entre os tratamentos.

Tabela 5: Critério de complexidade de operação. Comparação entre soluções.

Complexidade de Operação	FS +FA	FS + SU	FS + TE	FS + CB	FSB
FS + FA	1,0	1,0	1,0	1,0	9,0
FS + SU	1,0	1,0	1,0	1,0	9,0
FS + TE	1,0	1,0	1,0	1,0	9,0
FS + CB	1,0	1,0	1,0	1,0	9,0
FSB	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0

Já Para o critério que considera a manutenção dos sistemas, a Tabela 6 apresenta a matriz de comparação entre os tratamentos.

Tabela 6: Critério complexidade de manutenção. Comparação entre soluções.

Complexidade de Manutenção	FS +FA	FS + SU	FS + TE	FS + CB	FSB
FS + FA	1,0	0,2	0,1	0,2	0,1
FS + SU	5,0	1,0	0,2	1,0	0,2
FS + TE	9,0	5,0	1,0	5,0	1,0
FS + CB	5,0	1,0	0,2	1,0	0,2
FSB	9,0	5,0	1,0	5,0	1,0

No âmbito da eficiência do tratamento, foram comparados os critérios de remoção de DBO (Tabela 7) e o critério de remoção de DQO (Tabela 8) quanto maior a % de remoção de DBO do sistema no Quadro 6, maior o valor recebido de importância. Os valores variam entre 40,0%, peso atribuído 1 (Igual Importância) e 77,5%, peso atribuído 9 (Importância Absoluta). O Quadro 13 expõe os pesos comparativos entre soluções no critério remoção de DBO. Já para os valores de DQO, variam entre 50,0%, peso atribuído 1 (Igual Importância) e 68,4% peso atribuído 9 (Importância Absoluta).

Tabela 7: Critério remoção de DBO. Comparação entre soluções.

Remoção de DBO	FS +FA	FS + SU	FS + TE	FS + CB	FSB
FS + FA	1,0	8,0	0,5	4,0	5,0
FS + SU	0,1	1,0	0,1	0,2	0,3
FS + TE	2,0	9,0	1,0	5,0	6,0
FS + CB	0,3	5,0	0,2	1,0	2,0
FSB	0,2	4,0	0,2	0,5	1,0

Tabela 8: Critério remoção de DQO. Comparação entre soluções.

Remoção de DQO	FS +FA	FS + SU	FS + TE	FS + CB	FSB
FS + FA	1,0	8,0	1,0	5,0	9,0
FS + SU	0,1	1,0	0,1	0,3	2,0
FS + TE	1,0	8,0	1,0	5,0	9,0
FS + CB	0,1	4,0	0,2	1,0	5,0
FSB	0,1	0,5	0,1	0,2	1,0

O município de Casimiro de Abreu/RJ é um local com alto índice pluviométrico, portanto, quanto menor a dependência do sistema nesse critério, maior foi o peso adotado. Se a classificação

adotada na Tabela 1 foi de ‘Baixa dependência’ o peso atribuído foi 9 (Importância Absoluta), se a classificação adotada foi ‘Média dependência’ o peso atribuído foi 5 (Forte Importância), se a classificação adotada foi ‘Alta dependência’ o peso atribuído foi 1 (Igual Importância). A Tabela 9 expõe os pesos comparativos entre soluções no critério de dependência de fatores climáticos.

Tabela 9: Critério dependência de fatores climáticos. Comparação entre soluções.

Dependência de Fatores Climáticos	FS +FA	FS + SU	FS + TE	FS + CB	FSB
FS + FA	1,0	1,0	9,0	9,0	5,0
FS + SU	1,0	1,0	9,0	9,0	5,0
FS + TE	0,1	0,1	1,0	1,0	0,2
FS + CB	0,1	0,1	1,0	1,0	0,2
FSB	0,2	0,2	5,0	5,0	1,0

Considerando o impacto visual do sistema, o local de estudo é um condomínio de classe média alta, com padrões de construção de altos investimentos. Caso a solução implantada gere esse impacto considerado no trabalho como negativo, os lotes e casas no entorno sofrerão depreciação no seu valor. Portanto, soluções que envolvam plantas com altas necessidades hídricas como bananeiras/taioabas foram consideradas de alto impacto.

Quando a classificação ‘Baixo’ na Tabela 1 foi adotada, o peso atribuído foi 9 (Importância Absoluta). Para a classificação ‘Alto’, o peso atribuído foi 1/9 (um dividido por nove). Quando duas soluções com iguais classificações são comparadas, atribui-se o valor 1 (Igual Importância). A Tabela 10 expõe os pesos comparativos entre soluções no critério impacto visual do sistema no local.

Tabela 10: Critério impacto visual do sistema no local. Comparação entre soluções.

Impacto Visual do Sistema no Local	FS +FA	FS + SU	FS + TE	FS + CB	FSB
FS + FA	1,0	1,0	9,0	9,0	1,0
FS + SU	1,0	1,0	9,0	9,0	1,0
FS + TE	0,1	0,1	1,0	1,0	0,1
FS + CB	0,1	0,1	1,0	1,0	0,1
FSB	1,0	1,0	9,0	9,0	1,0

O último critério de avaliação foi a relação dos tratamentos com a geração de odores. Por se tratar de um projeto em local residencial, a equipe o caracterizou como o mais relevante para este trabalho. A matriz está demonstrada na Tabela 11.

Tabela 11: Critério geração de odores. Comparação entre soluções.

Geração de Odores	FS +FA	FS + SU	FS + TE	FS + CB	FSB
FS + FA	1,0	1,0	1,0	5,0	5,0
FS + SU	1,0	1,0	1,0	5,0	5,0
FS + TE	1,0	1,0	1,0	5,0	5,0
FS + CB	0,2	0,2	0,2	1,0	1,0
FSB	0,2	0,2	0,2	1,0	1,0

Ao fim da análise objetiva da comparação entre cada solução dentro dos 9 critérios adotados, realizou-se a checagem da razão de coerência da informação, apresentados na Tabela 12, e concluiu-se que a análise foi feita de forma correta.

Tabela 12: Razão de coerência da comparação entre soluções em cada critério adotado.

Critério do sistema	Razão de Coerência para 5 parâmetros	
Demanda de área	0,04	<0,1. Ok!
Complexidade construtiva	0,04	<0,1. Ok!
Complexidade de operação	0,00	<0,1. Ok!
Complexidade de manutenção	0,04	<0,1. Ok!
Remoção de DBO (%)	0,05	<0,1. Ok!
Remoção de DQO (%)	0,03	<0,1. Ok!
Dependência de Fatores Climáticos	0,04	<0,1. Ok!
Impacto Visual do Sistema no Local	0,00	<0,1. Ok!
Geração de odores	0,00	<0,1. Ok!

Após a atribuição de valores, das prioridades e a comparação das características de cada método em cada critério, a planilha executou os cálculos, chegando na pontuação final no. A solução com maior pontuação é a melhor resposta para o problema. Nesse caso a solução encontrada foi o sistema Fossa Séptica + Filtro Anaeróbio com pontuação final de 0,323. A razão de coerência obtida foi satisfatória, sendo a coerência aleatória para 9 critérios, igual a 1,45 e abaixo de 0,10 (10%), comprovando que a qualidade da informação está coerente.

Contudo, adequando-se o projeto à realidade do condomínio, optou-se por incluir um sumidouro no sistema fossa séptica e filtro anaeróbio como alternativa de disposição em solo, ao invés do sistema atual de lançamento no Rio Branco. Este corpo hídrico apresenta baixa vazão, portanto, baixa eficiência na decomposição da matéria orgânica. Vale lembrar que a água utilizada na cozinha deverá passar pela caixa de gordura, NBR 8610/1999, antes de entrar na Fossa Séptica, pois a deposição de gordura nas paredes do sistema diminuirá a eficiência do tratamento do esgoto.

Após as análises subjetivas e a escolha do sistema que melhor se adéqua às necessidades do local de estudo, realizou-se o dimensionamento do sistema considerando as normas técnicas que regulam o esgotamento sanitário, assim como explicitado na Tabela 13.

Tabela 13: Dimensionamento do sistema escolhido através da metodologia AHP para o local de estudo.

Etapa	Fonte	Dimensões
Fossa Séptica	NBR n°7229/1993	Profundidade: 1,50 m Largura: 1,50 m Comprimento: 3,28 m
Filtro Anaeróbico	NBR 13.969/1993.	Volume: 6,912 m ³ Profundidade: 1,80 m Seção Horizontal: 3,84 m ²
Sumidouro	Manual de Saneamento da FUNASA (4° ed.) e NBR n°7229/1993	Área filtrante: 115,2 m ² Diâmetro: 4,0 m Profundidade: 9,2 m
Tronco coletor 1	NBR 8.890/1989	Diâmetro: 400 mm
Tronco coletor 2	NBR 8.890/1989	Diâmetro: 400 mm
DBO	DZ-215.R-4	1,7856 kg/dia

A produção de lodo e o tipo do lodo do filtro anaeróbio é de 60 a 100 g de lodo/hab.dia. Além disso, foram levados em consideração os valores de custo de implantação que variam de 40 a 60 R\$/habitante.

A NBR 8.890/1989 da ABNT padroniza os diâmetros de tubos de concreto para diâmetro nominal (DN) igual a 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1500, 1750, e 2000 mm. Utilizou-se o menor diâmetro de concreto nas redes coletoras, o diâmetro de 400 mm (milímetros) visando atender demandas futuras.

A NBR 9649/1986 determina como profundidade mínima 0,90 metros para coletores, e declividade mínima de 0,006 m/m. os valores foram obedecidos. Os coletores identificados como '1' e '2' são definidos pelo projeto de divisão do sistema em duas partes, para que não haja interrupção do serviço por algum incidente.

5 CONCLUSÕES

O reconhecimento da área de estudo se mostrou eficaz para o trabalho. Através do conhecimento das especificidades do local de estudos, foi possível priorizar os critérios a serem utilizados na metodologia e tornando o projeto mais verídico com a realidade do local.

A análise subjetiva do AHP determina os pesos dos critérios adotados aos parâmetros considerados importantes para a implementação e manutenção do sistema local. Através dessa

ferramenta viabilizou-se a tomada de decisão da escolha do sistema de tratamento de esgoto que melhor se adequasse à realidade do condomínio.

Determinada a solução que melhor se encaixou no local de estudo, o sistema fossa séptica – filtro anaeróbio – sumidouro foi dimensionado para o condomínio Floresta I, de acordo com as normas preconizadas e um esboço da rede coletora foi traçada. A etapa do dimensionamento, considerou a declividade do terreno, a granulometria do solo, e a realidade dos corpos hídricos do local, tornando o projeto uma alternativa possível para melhorar a qualidade do acesso dos moradores do condomínio ao esgotamento sanitário.

Salientando as limitações deste trabalho, este artigo não visa propor um método de análise para qualquer comunidade de pequeno porte, dado que é uma metodologia que visa o enquadramento das necessidades da população local com as propostas de esgotamento sanitário.

REFERÊNCIAS

Arcoverde, I. G. N. Orçamento do governo federal prevê queda de 21% nos recursos para saneamento básico em 2020 | economia | g1. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/09/05/orcamento-do-governo-federal-preve-queda-de-21percent-nos-recursos-para-saneamento-basico-em-2020.ghtml>. Acesso em: 25 mai. 2020.

Assalie, J. L. S.; Machado, F. M. Panorama setorial 2015-2018: saneamento básico. Banco Nacional do Desenvolvimento – Bndes. 2014. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/17643/1/prcapliv212860_saneamento_compl_p.pdf. Acesso em: 06 de ago. 2020.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 7.229: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Set., 1993.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 13.969: tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Set., 1997.

Ávila, R. De O. Avaliação do desempenho de sistemas tanque séptico-filtro anaeróbio com diferentes tipos de meio suporte. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, programa de pós-graduação de engenharia – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

Baptista, J. M.; Matos, M. R. Gestão de sistemas de saneamento básico. Vol. I. O saneamento básico em Portugal. Lisboa. 1995.

Barros, M. T.; Tucci, C. E. M.; Porto, R. L. L. Drenagem urbana. Coleção ABRH de Recursos Hídricos. 1ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1995.

Boruszko, D. Vermicomposting as an alternative method of sludge treatment. Journal of Ecological Engineering, v. 21, n. 2, 2020.

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 4 abr. 2020.

Brasil. Decreto n. 8141, de 20 de novembro de 2013. Dispõe sobre o plano nacional de saneamento – Plansab [...]. Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/decreto/d8141.htm. Acesso em 04 de março de 2020.

Brasil. Lei n. 11.445 de 05 de jan., 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília.

Brasil. Secretaria de Vigilância em Saúde: Portaria MS n. 2.914/2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília.

Carlos, É. Brasil ainda levará quatro décadas para alcançar a universalização do saneamento básico. Baixos investimentos devem atrasar a meta do plano nacional de saneamento básico. Revista DAE, ano 6, n. 35, fev./mar., 2017.

Casimiro de abreu (município). Decreto n. 146, de 22 de dez. 2005. regulamento geral de prestação de serviços de abastecimento de água e esgoto do município de casimiro de abreu/rj – saae. Disponível em: <https://www.aguasdecasimiro.rj.gov.br/en/transparencia/decretos/category/18-decretos-2005>. Acesso em: 6 de maio de 2020.

Cheung, p. B. *Et al.* Capítulo 2: consumo de água. *In:* gonçalves, r. F. (coord.). Uso racional de água e energia conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Rio de janeiro: abes. 2009. (prosab)

Chernicharo, c. A. De l. *Et al.* (ed). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios: aplicabilidade da tecnologia anaeróbia para o tratamento de esgotos domésticos. 1. Ed. Belo horizonte: prosab, v. 2., 2001.

Climatologia. Climatologia de casimiro de abreu/rj. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/3183/casimirodeabreu>. Acesso em: 6 mai. 2020.

Coelho, christine f.; reinhardt, h., de a.; josé, c. Artigo técnico – fossa verde como componente de saneamento rural para a região semiárida do brasil - green pit technology as a rural sanitation component for the semiarid region of brazil. - eng sanit ambient | v.23 n.4 | jul/ago 2018. 2017

Conselho nacional do meio ambiente – conama. Resolução 357/2005: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais par ao seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, 2005.

Conselho nacional do meio ambiente – conama. Resolução 430/2011: dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, 2011.

Crespo, p.g. *sistema de esgotos*. 1 ed. Belo horizonte: editora ufm; departamento de engenharia sanitária e ambiental da escola de engenharia da ufm, 1977.

Da costa, j. M.; lobato, e. M. Vi congresso nacional de educação - conedu - fossa de tanque evapotranspiração: uma solução sustentável e segura, para tratamento de águas negras no meio rural. 2009.

De vicq, r.; leite., m. G. P. Avaliação da implantação de fossas sépticas na melhoria na qualidade de águas superficiais em comunidades rurais. Engenharia sanitaria e ambiental, v. 19, n. 4, p. 411-416, 2014.

Empresa brasileira de pesquisa agropecuária – embrapa. Fossa séptica biodigestor. Soluções tecnológicas. 2001. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/721/fossa-septica-biodigestora>. Acesso em: 15 de dez. De 2019.

Figueiredo, i. C. S. *Et al.* Águas cinzas em domicílios rurais: separação na fonte, tratamento e caracterização. Edição especial saneamento rural, p. 141, 2019a. Disponível em: http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_220_n_1820.pdf. Acesso em: 15 de dez., 2019.

Figueiredo, i. C. S. *Et al.* Bacia de evapotranspiração (bet): uma forma segura e ecológica de tratar o esgoto de vaso sanitário. Edição especial saneamento rural, p. 115, 2019b.

Figueiredo, i. C. S. *Et al.* Tratamento de esgoto na zona rural: fossa verde e círculo de bananeiras. Biblioteca unicamp. Campinas, 2018. Disponível em

<http://www.fec.unicamp.br/~saneamentorural/wp-content/uploads/2017/11/fossa-verde-e-c%c3%adrculo-de-bananeiras-unicamp.pdf>. Acesso em: 27 de nov. 2019.

Fogaça, j. R. V. "tratamentos terciários de efluentes"; brasil escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/tratamentos-terciarios-efluentes.htm>. Acesso em: 23 de jul. De 2020.

Friedler, e. Quality of individual domestic greywater streams and its implication for on-site treatment and reuse possibilities. *Environmental technology*, v. 25, n. 9, p. 997-1008, 2004.

Fundação nacional de saúde - funasa. Manual de saneamento. 3. Ed. Brasília: funasa. 408 p. Brasília: funasa, 2006.

Fundação nacional de saúde - funasa. Manual de saneamento / ministério da saúde, fundação nacional de saúde. – 4.ed.- Brasília: funasa, 2015.

Fundação nacional de saúde - funasa. Catalosan: catálogo de soluções sustentáveis de saneamento gestão de efluentes domésticos. Ministério da saúde, fundação nacional de saúde; paula loureiro paulo, adriana farina galbiati, fernando jorge corrêa magalhães filho. – campo grande : ufms, 2018.

Fundação nacional de saúde - funasa. Governo federal. Governo federal lança programa saneamento brasil rural. 2019. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46109-governo-federal-lanca-programa-saneamento-brasil-rural>>. Acesso em: 6 maio. 2020.

Fundação banco do brasil – fbb. Banco de tecnologias sociais. Brasília: fbb, 2017. Disponível em: <https://tecnologiasocial.fbb.org.br/tecnologiasocial/principal.htm>. Acesso em: 14 dez. 2019.

Heller, l. *Et al.* (ed.). Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios: saneamento e o município. Belo horizonte: escola de engenharia da ufmg, v. 2, 1995.

Instituto brasileiro de geografia estatística - ibge. Casimiro de abreu. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/casimiro-de-abreu/panorama>. Acesso em: 6 maio. 2020.

Jordão, b. M. Da c.; pereira, s. R. A análise multicritério na tomada de decisão - o método analítico de t. L. Saaty. Instituto politécnico de coimbra, p. 14, 2006.

Kelman, j.. Construindo caminhos para o saneamento. Revista saneas, congresso abes fenasan 2017, edição especial e conjunta bio, ano 10, n. 62, jun./set., 2017. Disponível em: <https://issuu.com/aesabesp/docs/biosaneas2017>. Acesso em: 14 de dez., 2019.

Massoud, m. A.; tarhini, a.; nasr, j. A. 2009. Decentralized approaches to wastewater treatment and management: applicability in developing countries. *Journal of environmental management*. Vol. 90, p. 652–659.

Moher, david et al. Ítems de referencia para publicar protocolos de revisiones sistemáticas y metaanálisis: declaración prisma-p 2015. *Revista española de nutrición humana y dietética*, v. 20, n. 2, p. 148-160, 2016. disponível em: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s2174-51452016000200010. Acesso: 10 de dezembro de 2019.

Pamplona s.; venturi m. Esgoto à flor da terra. Permacultura brasil. Soluções ecológicas. V16, 2004.

Pernambuco (estado). Manual técnico cprh 001: dimensionamento de tanques sépticos e unidades básicas complementares. Recife. Cprh, 2004. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/man-tec-norma.pdf> . Acesso em 12 de mar. De 2020.

Pinto, a. G *et al.*. Saneamento rural: análise de sistemas individuais de tratamento de esgoto sanitário como ferramenta de auxílio para tomada de decisão do plano de saneamento municipal. Publicado no 28º congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental da abes. 2015.

Pires, a. H. C; presidente da funasa: saneamento rural: atuação da funasa e o programa nacional de saneamento rural. 13 de ago., 2019.

Rio de janeiro (estado). Lei n. 2661, de 27 de dezembro de 1996. Regulamenta o disposto no art. 274 (atual 277) da constituição do estado do rio de janeiro no que se refere à exigência de níveis mínimos de tratamento de esgotos sanitários, antes de seu lançamento em corpos d'água e dá outras providências. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/contlei.nsf/c8aa0900025feef6032564ec0060dfff/5a35845b2e69709d032564fb005de9a4?opendocument>. Acesso em: 04 de mar. De 2020.

Rio de janeiro (estado). Lei n. 4692, de 27 de dezembro de 2005. Modifica a lei n. 2661, de 27 de dezembro de 1996. Disponível em: <https://gov-rj.jusbrasil.com.br/legislacao/88283/lei-4692-05>. Acesso em: 04 de mar. De 2020.

Rio de janeiro (estado). Comissão estadual de controle ambiental – ceca. Dz-215.r-4, de 25 de setembro de 2007. Diretriz de controle de carga orgânica biodegradável em efluente líquidos de origem sanitária. Diário oficial do estado do rio de janeiro. Disponível em: http://www.tesalab.com.br/site/downloads/inea_dz-215.pdf. Acesso em: 04 de abr. De 2020.

Sistema nacional de informações sobre saneamento – snis. Painel do setor saneamento, 2018. Disponível em: <http://snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>. Acesso em: 16 de mar. 2019

Sosnecka, a.; kacprzak, m.; rorat, a.. Vermicomposting as an alternative way of biodegradable waste management for small municipalities. Journal of ecological engineering, v. 17, n. 3, 2016.

Souza, r. S. Entendendo a questão ambiental: temas de economia, política e gestão do meio ambiente. Santa cruz do sul: edunisc, p. 274-313, 2000.

Tutorial de ahp analytic hierarchy process. Rafael fraçoço. Youtube. 30 de mar. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=blljwer742c>. Acesso em: 05 de set. 2020.

Tilley, e., ulrich, l., lüthi, c., reymond, ph. And zurbrügg, c. Compendium of sanitation systems and technologies. 2nd revised edition. Swiss federal institute of aquatic science and technology (eawag). Dübendorf, switzerland, 2014

Tonetti, a. L. Et al. Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções. Campinas, sp. Biblioteca/unicamp. 2018.

Tsutiya, m.t.; alem sobrinho, p. Coleta e transporte de esgoto sanitário, 2.ed. São paulo: departamento de engenharia hidráulica e sanitária da escola politécnica da universidade de são paulo, 2000.

Von sperling, m. *Et al.* (ed.). Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios: esgotos sanitários. Belo horizonte: escola de engenharia da ufmg, v. 2, 1995.

Von sperling, marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto: princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 2. Ed. Belo horizonte: departamento de engenharia sanitária e ambiental da ufmg, v.1, 243 p., 1996.