



## II-024 - PROPOSTA DE ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA O SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA EXPANSÃO DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS EM APARECIDA DE GOIÂNIA – GO

### Jéssica Azevedo Coelho<sup>(1)</sup>

Graduada em Engenharia Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC/GO). Graduada em Construção de Edifícios pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG/GO). Mestre em Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (UnB). Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG/GO).

### Victor Hugo da Silva Marques<sup>(2)</sup>

Graduando em Engenharia Civil pelo Instituto Federal de Educação de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG/GO). Servidor técnico administrativo da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Goiás (FCT/UFG).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Universitária Vereador Vagner da Silva Ferreira, Quadra 1, Lote 1-A S/N - Parque Itatiaia, Aparecida de Goiânia – Goiás – CEP: 74968-755 – Brasil - Tel: (62) 3507-5950 - e-mail: [jessica.coelho@ifg.edu.br](mailto:jessica.coelho@ifg.edu.br)

### RESUMO

Em seu projeto de expansão, a Universidade Federal de Goiás (UFG) implantou o câmpus no município de Aparecida de Goiânia (GO). Situado a quatro quilômetros da zona urbana, o local não tem acesso a um tratamento centralizado de efluentes domésticos. Nesse sentido, esse estudo visa propor alternativa sustentável e ambientalmente viável, de sistema de tratamento descentralizado de efluentes domésticos. Primeiramente, foram realizadas revisões bibliográficas e das normas de interesse. Analisou-se as particularidades do local e as características das possíveis alternativas. As possíveis alternativas foram catalogadas e os parâmetros para a seleção de sistemas descentralizados foram definidos. Assim, foram propostas duas intervenções no sistema de esgotamento sanitário: a primeira, como proposta mais conservadora, prevê a combinação de um tanque séptico seguido de um filtro anaeróbico. A segunda proposta consiste na combinação de um Reator RAFA/UASB seguido por um filtro anaeróbico. Desta forma, em acordo com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), foi encontrada alternativa de sistema de esgotamento sanitário eficiente do ponto de vista ambiental e que está em conformidade com o Plano de Desenvolvimento Institucional da Universidade Federal de Goiás (UFG) que orienta sobre a política de infraestrutura e sustentabilidade no âmbito da Instituição.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento básico, Esgoto sanitário, Sistemas descentralizados, Sustentabilidade, Meio ambiente.

### INTRODUÇÃO

Conforme informações do censo demográfico de 2022, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a população do Brasil é de aproximadamente 203 milhões de habitantes (IBGE, 2022). Desse total, apenas 55,8% são atendidos com rede coletora de esgoto (SNIS, 2021), a região Centro-oeste se mantém na média nacional com 61,9% da população atendida. Ainda de acordo com (SNIS, 2021), do total de esgoto gerado no país, somente 51,2% foi tratado antes de ser devolvido na natureza.

Em 2020, foram totalizados mais de 70 milhões em gastos com internações por doenças de veiculação hídrica no SUS, sendo registrado 1898 óbitos em razão desta mesma doença (TRATA BRASIL, 2022). Esse cenário mostra o quão prejudicial é o lançamento na natureza do efluente não tratado.

A ausência de sistemas apropriados para coleta e tratamento do esgoto residencial provoca uma série de fatores que causam efeitos adversos à qualidade de vida, ao progresso econômico e ao resguardo ambiental. A



quantidade e qualidade das substâncias encontradas no esgoto doméstico podem causar impactos ambientais negativos. A presença de nitrogênio, fósforo e matéria orgânica como contaminantes significativos, pode ocasionar consumo de oxigênio dissolvido (OD), morte dos peixes, assoreamento e produção de toxinas no meio entre outros (FUNASA, 2019).

Nesse sentido, a legislação brasileira tem avançado no sentido de buscar a universalização. A promulgação da Lei Federal 11.445/2007 e da Lei 14.939/2004 (marco estadual do saneamento no estado de Goiás) proporcionaram avanços significativos no objetivo de universalizar o atendimento de esgoto sanitário.

No entanto, o Brasil possui uma ampla extensão territorial e em algumas regiões distantes dos grandes centros o acesso pode ser dificultado. Essa é a situação do câmpus Aparecida de Goiânia da Universidade Federal de Goiás (UFG-CAP). O câmpus está localizado a quatro quilômetros da zona urbana e, até o momento, não dispõe de rede coletora de esgoto. Dessa forma, (LIBRALATO et. al., 2011) destaca que a estratégia de descentralização do tratamento de esgoto se mostra cada vez mais complementar e não oposta à de centralização.

Em face da ausência de rede coletora, no contexto de descentralização, esse estudo visa propor uma alternativa sustentável de sistema de esgotamento sanitário para a expansão do câmpus da Universidade Federal de Goiás em Aparecida de Goiânia.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa deste estudo foi de natureza e finalidade exploratória tendo como base o material bibliográfico já elaborado em fontes de autores consagrados na área.

A metodologia consistiu na coleta dos dados da edificação a ser utilizada como referência, tais como: localização, número de pessoas, tipo de ocupação e planejamento institucional. Com base nos dados obtidos da edificação de referência, realizou-se uma pesquisa bibliográfica com os autores na área e foi selecionado dentre as várias opções levantadas o sistema descentralizado mais adequado e eficiente, do ponto de vista ambiental, para atender a demanda de esgoto doméstico da expansão UFG-CAP.

O presente trabalho seguiu o fluxograma de pesquisa apresentado abaixo:



**Figura 1: Fluxograma da Pesquisa.**

O levantamento de dados foi realizado em uma revisão da literatura, com uma busca pelos dados publicados anteriormente para diferentes tipos de tecnologias de sistemas descentralizados de tratamento de esgoto doméstico existentes, de autores consagrados na área.

A busca consistiu em pesquisar os termos “esgoto sanitário”, “sistemas de esgotamento sanitário sustentáveis”, “sustentabilidade”, “meio ambiente”, “esgoto doméstico” e “sistemas descentralizados” nas bases de dados Portal Capes, Web of Science, Scopus e Google Acadêmico. Primeiramente uma busca por cada termo e após uma combinação entre os termos com a finalidade de filtrar e direcionar os resultados.

A local a ser analisado é o campus da Universidade Federal de Goiás no município de Aparecida de Goiânia (UFG-CAP) (16° 50' 37.12”S, 49° 10' 35.66”O), situado em uma área rural, distante 4,7 km da zona urbana mais próxima (Figura 2). A área total do terreno é de 500.000m<sup>2</sup> e conta com uma edificação de aproximadamente 7000m<sup>2</sup> de área construída em um prédio de seis pavimentos.



A área disponibilizada para a construção de um sistema de tratamento descentralizado é de 30.762 m<sup>2</sup> localizado na extremidade leste. Não há previsão de que o local seja eventualmente utilizado para a construção de outra infraestrutura pois o projeto de expansão prevê que as futuras edificações serão alocadas prioritariamente na porção oeste do campus (a esquerda do prédio que já existe).

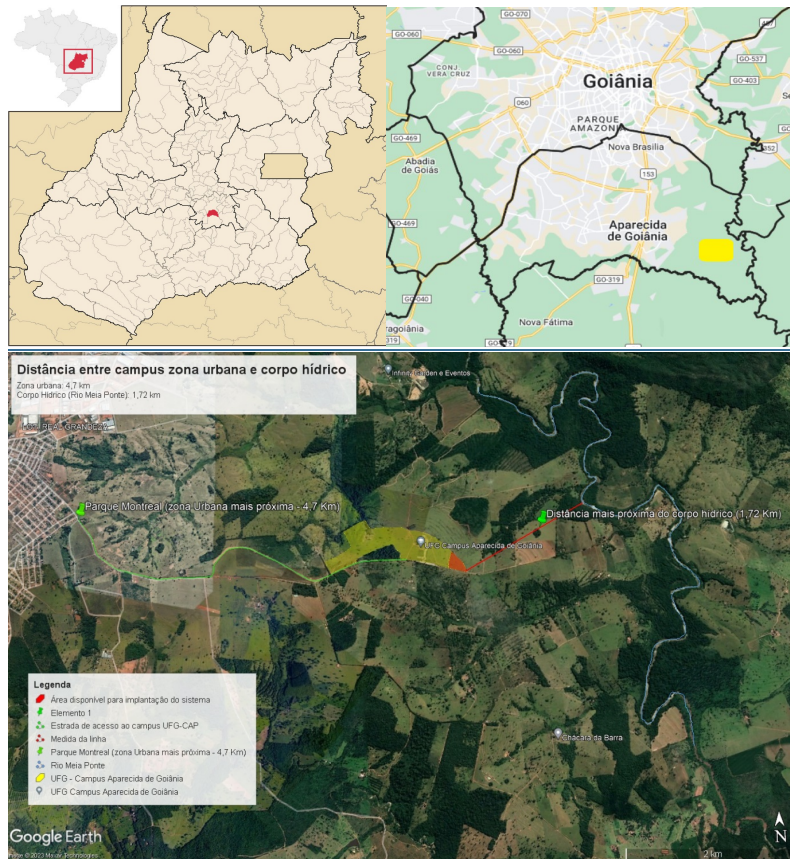


Figura 2: Localização

O local disponibilizado se encontra no ponto de menor cota do terreno, favorecendo a construção e o manejo dos resíduos somente por gravidade conforme pode ser visto pelo perfil de elevação do terreno (figura 3).

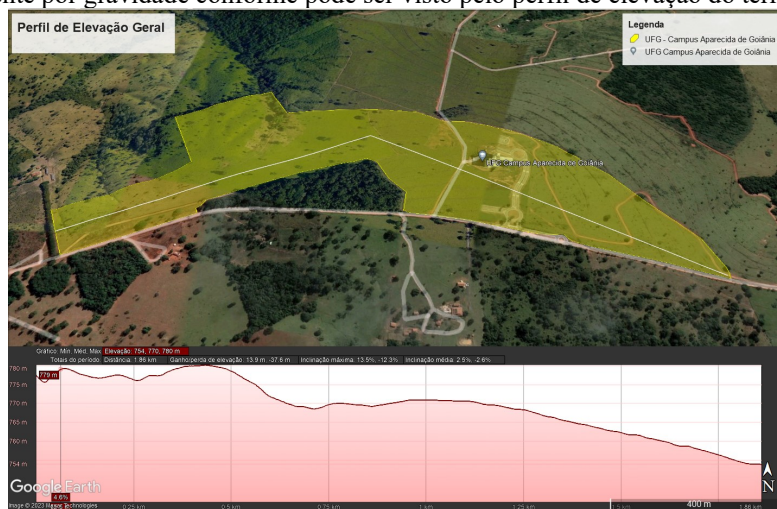


Figura 3: Perfil de elevação do terreno



A edificação existente tem a finalidade de atender apenas atividades administrativas, no entanto, está abrigando todas as atividades da unidade (acadêmicas e administrativas) para um total de 1200 pessoas. Nesse sentido, o projeto de expansão do campus prevê a construção de edificações que irão funcionar apenas como centro de aulas. Este centro de aulas terá a finalidade de abrigar apenas atividades de ensino e será composto basicamente por salas de aula e banheiros. A edificação a ser atendida é este prédio que está previsto nos planos de expansão da UFG-CAP e que será utilizado como centro de aulas, portanto, esse prédio que existe será utilizado apenas como referência para o estudo.

## RESULTADOS

O objetivo da busca foi encontrar diferentes tipos de tecnologia de tratamento de esgoto com tecnologia social e ambientalmente adequada e que atenda às condições e necessidades locais.

Após o levantamento, efetuou-se um confronto dos sistemas mais citados com as características particulares do objeto de estudo. Os sistemas de tratamento indicados por (TONETTI et al. 2018) foram utilizados como base de busca. Sendo considerado a possibilidade da combinação de dois sistemas com o objetivo de obter maior eficiência. Como caracterização do objeto de estudo, levou-se em consideração a alocação no terreno, o perfil topográfico, o projeto de expansão da UFG-CAP e a viabilidade tecnológica.

Com o objetivo de encontrar um sistema eficiente, a escolha para o sistema levou em consideração como fator principal o impacto ambiental, tendo como critério, a eficiência na remoção Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). O Quadro 1 apresenta o resumo dos principais motivos que levaram cada técnica ser descartada como proposta.

Sistema	Motivo para desconsiderar a técnica	Citado em:
Fossa seca	Indicada para um sistema unifamiliar.	(FUNASA, 2019), (TONETTI <i>et al.</i> , 2018), (ROSSION; SANTOS, 1987) e (RIO GRANDE DO SUL/EMATER, 1986)
Banheiro seco compostável	Indicada para um sistema unifamiliar e exige tratamento específico para urina.	(DIAS, 2019), (TONETTI <i>et al.</i> , 2018) e (VIANA et al., 2020)
Sistemas alagados construídos (wetlands)	Necessita de pré-tratamento (redução de carga) e existe a possibilidade de entupimento, maus odores (geralmente indicado como pós tratamento).	(VON SPERLING, 2018), (FUNASA, 2019), (TONETTI <i>et al.</i> , 2018), (VON SPERLING, 2014), (FUNASA, 2018) e (KUMAR; ZHAO, 2011)
Círculo de bananeiras	Indicada para um sistema unifamiliar, existe a possibilidade de mau odor, restrição para solos arenosos.	(TONETTI <i>et al.</i> , 2018), (MARTINS; OLIVEIRA, 2019), (GUIMARÃES, 2019) e (BARBOSA et al., 2017)
Fossa séptica biodigestora	Indicada para um sistema unifamiliar e não trata as águas cinzas.	(MARTINS; OLIVEIRA, 2019), (TONETTI <i>et al.</i> , 2018) e (EMBRAPA, 2017).
Reator anaeróbio de fluxo ascendente compacto (RAFA compacto)	Necessita de limpeza interna anual do reator.	(TONETTI <i>et al.</i> , 2018), (CAPODAGLIO <i>et al.</i> , 2017), (VON SPERLING, 1996), (NEVES et al., 2019), (CAMPOS, 1998) e (FUNASA, 2020)
Fossa verde	Indicado apenas para sistema unifamiliar. Trata apenas o esgoto gerado pelo uso do vaso sanitário (não trata o esgoto doméstico).	(COURY, 2021), (TONETTI <i>et al.</i> , 2018) e (GALBIALTI, 2009)
Tanque séptico	Recomenda-se um pós tratamento devido à baixa remoção de MO (30-35%)	(VON SPERLING; CHERNICHARO, 2005), (TONETTI <i>et al.</i> , 2018) e (NBR 7229, 1997)
Filtro anaeróbio	Recomendado tratamento preliminar (TS, RAFA etc). A limpeza do filtro não tem uma frequência estabelecida	(VON SPERLING; CHERNICHARO, 2005), (TONETTI <i>et al.</i> , 2018) e (FUNASA, 2018).
Filtro de areia	Necessita tratamento preliminar e terciário. Frequência de manutenção alta.	(TONETTI <i>et al.</i> , 2018), (CRUZ, 2013).



Vermifiltro	Frequência alta de manutenção.	(TONETTI <i>et al.</i> , 2018), (COSTA <i>et al.</i> , 2022).
Biodigestor	Frequência alta de manutenção e necessita de pós tratamento.	(FUNASA, 2019), (TONETTI <i>et al.</i> , 2018) e (FUNASA, 2018)
Reator anaeróbio compartimentado	Necessita de tratamento posterior.	(TONETTI <i>et al.</i> , 2018).
Biosistema integrado	Frequência alta de manutenção.	(TONETTI <i>et al.</i> , 2018).

**Quadro 1: Quadro resumo das características de cada sistema**

O sistema "Fossa seca", "Banheiro seco compostável", "Círculo de bananeiras" e "Fossa séptica biodigestora" são indicados para o tratamento de resíduos provenientes de um sistema unifamiliar. Desta forma, em uma análise preliminar, já se descartam essas opções pelo fato da proposta ser direcionada a uma edificação que atenderá um número maior de pessoas.

Os "sistemas alagados construídos (SAC)" necessitam de tratamento prévio do efluente, pois exigem uma redução de carga considerável, incorrendo no risco de entupimento de tubulações, o que poderá gerar mau odor, além de ser um sistema que, por essas razões, necessita de acompanhamento próximo.

A "Fossa verde" trata apenas o esgoto gerado pelo uso do vaso sanitário (não trata o esgoto doméstico), além de ser indicado apenas para sistema unifamiliar. Desta forma, as características desse sistema se tornam inviáveis com as características da proposta deste trabalho, que tem por objetivo propor um sistema que trate o esgoto doméstico.

Os sistemas "Biodigestor", "Vermifiltro" e "Biosistema Integrado" necessitam de uma frequência de manutenção alta. Essa particularidade foge da proposta de um sistema em que a frequência de manutenção seja no máximo considerada média, pois dada a escassez de recursos, consideramos essa uma inviabilidade para a UFG.

O "filtro de areia" necessita de tratamento preliminar e terciário, ou seja, se esse sistema fosse proposto, o sistema de tratamento de esgoto teria pelo menos três técnicas utilizadas. Torna-se inviável, pois, além de exigir mais duas técnicas associadas, tem uma frequência de manutenção alta.

O "Reator anaeróbio compartimentado" é muito parecido com o tanque séptico, com a diferença de que é construído em série. O esgoto, após tratamento pelo RAC, apresenta qualidade superior ao gerado pelo tanque séptico. No entanto, um pós-tratamento ainda é recomendável. Desta forma, pode-se tornar uma técnica obsoleta nesse contexto, pois com uma intervenção mínima no sistema de tanque séptico, poderia torná-lo mais eficiente do que o RAC.

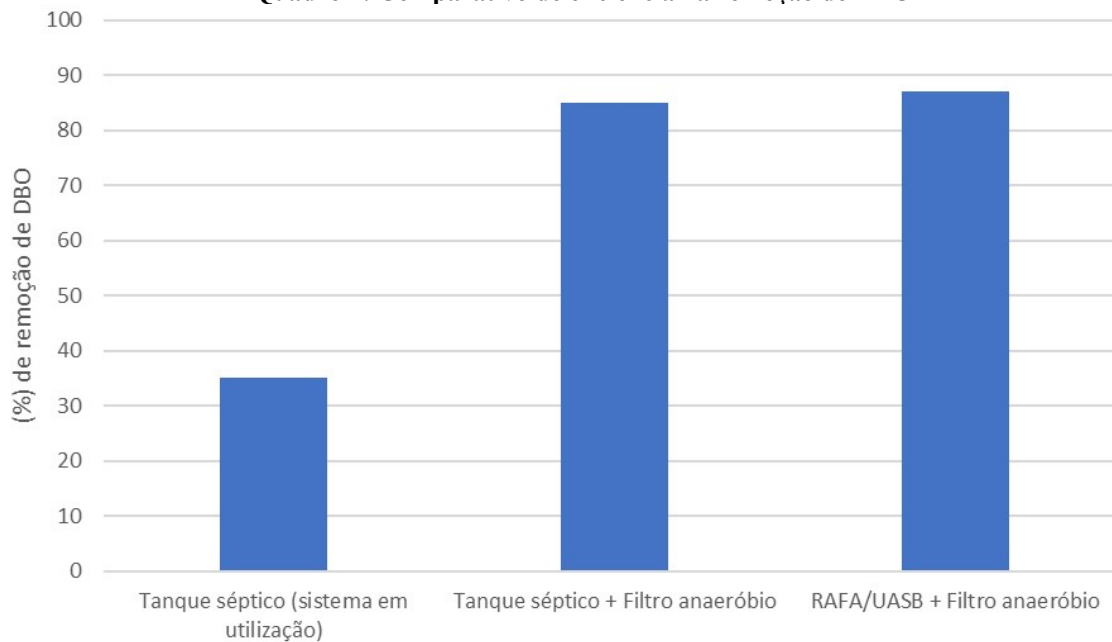
O "tanque séptico" é o sistema que já se encontra instalado na edificação usada como referência deste estudo. No entanto, seu índice de remoção de DBO é de apenas 30-35% (VON SPERLING, 2014). Nesse sentido, uma proposta mais conservadora seria a implementação de um sistema de pós-tratamento, como um Filtro Anaeróbio, por exemplo, que elevaria o índice de remoção de DBO para 80-85% (VON SPERLING, 2014). Desta forma, a combinação do tanque séptico e filtro anaeróbio é considerada como uma proposta conservadora.

O "Reator anaeróbio de fluxo ascendente compacto (RAFA)" é um sistema que tem capacidade de remoção de nutrientes baixa, mas apresenta um índice de remoção de DBO relativamente alto se comparado ao tanque séptico, em torno de 60-75%. Quando combinado com o filtro anaeróbio, essa eficiência vai para 75-87% (VON SPERLING, 2014). Portanto, essa seria uma alternativa mais arrojada, levando em consideração que, no caso do RAFA, existe a possibilidade da utilização de biogás.

O quadro 2 apresenta uma comparação entre os sistemas selecionados e suas eficiências na remoção de DBO, cabe ressaltar que aqui foi considerado a combinação de tanque séptico com filtro anaeróbio e do RAFA/UASB com Filtro Anaeróbio.



**Quadro 2: Comparativo de eficiência na remoção de DBO**



## CONCLUSÕES

Existe uma ampla variedade de técnicas que podem ser utilizadas. No entanto, para realizar uma boa escolha, um estudo aprofundado das características do local de implantação e das particularidades de cada técnica são extremamente importantes para que haja sucesso ao implementar um sistema de tratamento de esgoto.

As técnicas catalogadas demonstraram possuir vantagens e desvantagens. Deste modo, cabe ao projetista selecionar a melhor técnica levando em consideração as características do empreendimento e do local a ser implantado.

Após a análise das alternativas catalogadas, permitiu-se inferir, com o critério estabelecido previamente, que as propostas cumpriram o objetivo proposto. A proposta é uma alternativa que leva menos risco ao meio ambiente e é sustentável, pois, se implantada, reduzirá significativamente a quantidade de matéria orgânica lançada no corpo hídrico, saindo de um patamar de 30-35% para um de 75-85% de matéria orgânica removida, atendendo a resolução CONAMA que limita a eficiência mínima de remoção de DBO em 60%.

É relevante destacar que, no âmbito deste estudo, todas as opções foram avaliadas levando em consideração que o efluente gerado seria descartado no corpo hídrico mais próximo. Essa decisão foi tomada pois, na perspectiva deste trabalho, não era viável realizar o lançamento final do efluente por meio de infiltração no solo. Tal escolha foi fundamentada na necessidade de dispor de informações específicas, como a profundidade do lençol freático, permeabilidade do solo e testes de percolação, as quais não foram possíveis de serem obtidas. Portanto, sugere-se que, em futuras análises, seja considerada a possibilidade de realizar o lançamento do efluente por meio de infiltração no solo.

Sugere-se, para trabalhos futuros, uma análise que pudesse levar em consideração fatores econômicos como custos de implantação e manutenção para que pudesse ser avaliado a médio e longo prazo se tal sistema é também viável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 7229:1993 Versão Corrigida:1997: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos.



2. BARBOSA, Leonardo De Oliveira; CORREA, Bruno ; FÁBIO, Resende; et al. Tópicos Em Sustentabilidade & Conservação. [s.l.]: Juiz de Fora MG, 2017. Disponível em: <[https://www.fazendatriqueda.com.br/wp-content/uploads/2018/08/BARBOSA-et-al-2017\\_T%C3%B3picos-em-Sustentabilidade-Conserva%C3%A7%C3%A3o\\_Book.pdf](https://www.fazendatriqueda.com.br/wp-content/uploads/2018/08/BARBOSA-et-al-2017_T%C3%B3picos-em-Sustentabilidade-Conserva%C3%A7%C3%A3o_Book.pdf)>. Acesso em: 18 out. 2023.
3. BRASIL. Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Planalto. 2007 Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm)>. Acesso em: 19 mar. 2023.
4. CAPODAGLIO, A. G.; CALLEGARI, A.; CECCONET, D.; et al. Sustainability of decentralized wastewater treatment technologies. *Water Practice and Technology*, v. 12, n.2, p.463–477, 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/317574960\\_Sustainability\\_of\\_decentralized\\_wastewater\\_treatment\\_technologies](https://www.researchgate.net/publication/317574960_Sustainability_of_decentralized_wastewater_treatment_technologies)>. Acesso em: 7 out. 2023.
5. CAMPOS, José Roberto (Org.). REDE COOPERATIVA DE PESQUISAS TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS POR PROCESSO ANAERÓBIO E DISPOSIÇÃO CONTROLADA NO SOLO. [s.l.: s.n.], 1998. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosabcamposfinal.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2023.
6. COURY, Gabriela Cerqueira. Sistemas descentralizados de tratamento de esgoto em assentamentos precários urbanos: proposta de um modelo multicritério de apoio à decisão. *www.rlbea.unb.br*, 2021. Disponível em: <<http://www.rlbea.unb.br/jspui/handle/10482/40551>>. Acesso em: 7 out. 2023.
7. COSTA, Raul Leite da; TORRES, Dayana Melo; GOMES, Josimar Torres; et al. Tratamento de água cinza para reúso agrícola no semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 27, n. 5, p. 1031–1040, 2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/CfRPxRyYSYYZsB4x979WfWz/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 17 fev. 2023.
8. CRUZ, LUANA MATTOS OLIVEIRA. TANQUE SÉPTICO SEGUIDO DE FILTRO DE AREIA PARA TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO. Doutorado, UNICAMP, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/912776>>. Acesso em: 8 out. 2023.
9. DIAS, Alexandre Pessoa ; ROSSO, Thereza Christina de Almeida . OS SISTEMAS DE SANEAMENTO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. [s.l.]: Gandhi Giordano, 2012. Disponível em: <<http://www.coamb.eng.uerj.br/download/coamb-RHS-Volume2.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2023.
10. EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Memorial descritivo: Montagem e operação da fossa séptica biodigestora. - Portal Embrapa 2017. *www.embrapa.br*. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1081476/memorial-descritivo-montagem-e-operacao-da-fossa-septica-biodigestora>>. Acesso em: 7 out. 2023.
11. FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. Catálogo de Soluções Sustentáveis de Saneamento: Gestão de Efluentes Domésticos. [s.l.]: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/estudos-e-pesquisas1/-/asset\\_publisher/qGiy9skHw4ar/content/catalogos-catalogo-de-solucoes-sustentaveis-de-saneamento](http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/estudos-e-pesquisas1/-/asset_publisher/qGiy9skHw4ar/content/catalogos-catalogo-de-solucoes-sustentaveis-de-saneamento)>. Acesso em: 6 maio 2023
12. FUNASA. Manual de saneamento. 5. ed. Brasília: Fundacao Nacional De Saude, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/500?show=full>>. Acesso em: 10 fev. 2023.>. Acesso em: 10 fev. 2023.
13. GALBIATI, Adriana Farina. Tratamento Domiciliar De águas negras através de tanque de evapotranspiração. *repositorio.ufms.br*, p. Repositório UFMS, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/1163>>. Acesso em: 28 out. 2023.
14. GOIÁS. LEI No 14.939, DE 15 DE Setembro DE 2004. Institui o Marco Regulatório da Prestação de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Casa Civil . Disponível em: <<https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/80874/pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2023.As
15. GUIMARÃES, Érika Rocha. AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS POR BACIA DE EVAPOTRANSPIRAÇÃO -UM ESTUDO DE CASO DE ALDEIA VELHA, SILVA JARDIM, RJ. [s.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/14259/1/monopoli10028914.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2023.
16. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2022 | IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>>. Acesso em: 30 out. 2023.
17. KUMAR, J.L.G. ; ZHAO, Y.Q. A review on numerous modeling approaches for effective, economical and ecological treatment wetlands. *Journal of Environmental Management*, v. 92, n. 3, p. 400–406, 2011.



18. LIBRALATO, Giovanni; VOLPI GHIRARDINI, Annamaria ; AVEZZÙ, Francesco. To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. *Journal of Environmental Management*. v. 94, n. 1, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479711002751>>. Acesso em: 13 mar. 2023.
19. MARTINS, Marcia Viana Lisboa ; OLIVEIRA, Laís Gomes de . ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E SOCIO-AMBIENTAL DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM PROPRIEDADES RURAIS. [s.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <<https://boletimdosaneamento.com.br/wp-content/uploads/2023/06/saneamento-em-propriedades-rurais-marcia-v-l-martins-lais-g-de-oliveira-unifei-2019.pdf>>. Acesso em: 7 out. 2023.
20. NEVES, Ana Paula Nogueira das; FERREIRA, Dennis da Silva; CASTRO, Douglas Azevedo; et al. Avaliação da eficiência de remoção de matéria orgânica em efluente sanitário em função da idade do lodo de reator UASB: um estudo de caso. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 7, n. 4, p. 449–456, 2019.
21. RIO GRANDE DO SUL/ ASCAR COREG, EMATER . Cuide da sua saúde: faça uma privada tipo fossa seca. dspace.emater.tche.br, 1986. Disponível em: <<http://dspace.emater.tche.br/xmlui/handle/20.500.12287/10552>>. Acesso em: 27 out. 2023.
22. ROSSION, Antônio Carlos ; SANTOS, José de Araújo de Oliveira. Saneamento de baixo custo, uma tecnologia alternativa. *Revista Ambiente*. v. 1, n. 2, p. 102–108, 1987. Disponível em: <<https://revista.cetesb.sp.gov.br/revista/article/view/29>>. Acesso em: 27 out. 2023.
23. SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico temático Serviços de água e esgoto 2021. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <[http://antigo.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO\\_TEMATICO\\_VISAO\\_GERAL\\_AE\\_SNIS\\_2021.pdf](http://antigo.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2023.
24. TONETTI, Adriano Luiz ; BRASIL, Ana Lúcia ; MADRID, Francisco José Peña y Lillo ; et al. TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS EM COMUNIDADES ISOLADAS: referencial para a escolha de soluções. [s.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://www.fecfau.unicamp.br/~saneamentorural/wp-content/uploads/2018/11/Livro-Tratamento-de-Esgotos-Dom%c3%a9sticos-em-Comunidades-Isoladas-ilovepdf-compressed.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2023.
25. TRATA BRASIL, Instituto. RANKING DO SANEAMENTO: SNIS 2020. [s.l.: s.n.], 2022. Disponível em: <[https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Resumo\\_Executivo\\_-\\_Ranking\\_22.pdf](https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Resumo_Executivo_-_Ranking_22.pdf)>.
26. VIANA, Ingrid Luna Baia; CASTRO, Denize Mendes de; BATISTA, Jamile Caroline Moreira; et al. Banheiro seco como alternativa sanitária e ecológica: levantamento das implementações no Brasil. *Meio Ambiente (Brasil)*, v. 2, n. 4, 2020. Disponível em: <<https://www.meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/74>>. Acesso em: 2 maio 2023.
27. VON SPERLING, Marcos . Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2. ed. [s.l.]: Editora UFMG, 1996.
28. VON SPERLING, Marcos; CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos . Biological wastewater treatment in warm climate regions. 2. ed. London: Iwa, 2005. Disponível em: <<https://www.iwapublishing.com/sites/default/files/ebooks/9781780402734.pdf>>. Acesso em: 7 out. 2023.
29. VON SPERLING, Marcos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 4. ed. [s.l.]: UFMG, 2014. Disponível em: <[https://www.academia.edu/39149408/Introdu%CC%80%C3%A3o\\_%C3%A0\\_qualidade\\_das\\_%C3%A1guas\\_e\\_ao\\_tratamento\\_de\\_esgotos](https://www.academia.edu/39149408/Introdu%CC%80%C3%A3o_%C3%A0_qualidade_das_%C3%A1guas_e_ao_tratamento_de_esgotos)>. Acesso em: 5 fev. 2023.
30. VON SPERLING, Marcos. DIMENSIONAMENTO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS NO BRASIL. DOCUMENTO DE CONSENSO ENTRE PESQUISADORES E PRATICANTES. [s.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://gesad.ufsc.br/files/2018/12/Boletim-Wetlands-Brasil-Edi%CC%80%C3%A3o-Especial-Dimensionamento-de-Wetlands-Constru%CC%80%ADdos-no-Brasil-von-Sperling-Sezerino-2018-2.pdf>>.