



Comparativo financeiro de sistemas de tratamento e disposição de esgoto em zonas rurais

Financial comparison of sewage treatment and disposal systems in rural areas

Juliany Souza Palmeira¹; Carla Suellen Alves Santos²; Leandro de Assis Ferreira³; Ortelina Maiara Farias Ferreira Dantas⁴ & Zacarias Caetano Vieira⁵

Resumo: As comunidades rurais sofrem com a falta de esgotamento sanitário, o que acaba comprometendo a qualidade de vida dessas populações. Estudos mostram que as tecnologias de saneamento convencionais, em decorrência de seus elevados custos, acabam excluindo as populações rurais. Dentre as opções para realização do tratamento e disposição final dos esgotos em áreas rurais podemos citar fossa séptica com sumidouro e fossa biodigestora com jardim filtrante. Diante do exposto, esse artigo tem como objetivo realizar um comparativo financeiro de dois sistemas de tratamento individual de esgoto: Fossa séptica com sumidouro, e fossa séptica biodigestora com jardim filtrante. Para realização da análise financeira no caso da fossa séptica com sumidouro os quantitativos foram levantados com base nas dimensões indicadas ASPROESTE (2018). Para a fossa biodigestora com jardim filtrante, foram adotados os quantitativos de materiais indicados pela ASPROESTE (2018) para o caso de uma residência com 5 pessoas. Finalmente, após as quantidades levantadas, tomando como base os preços constantes do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) foram estimados os custos de execução desses dispositivos. Os resultados mostram que o sistema fossa séptica com sumidouro apresentou um custo de R\$ 2580,22 e o sistema fossa biodigestora custo total de R\$ 8.682, 93. Conclui-se o sistema fossa biodigestora é mais caro, mas possibilita a reutilização do efluente como biofertilizante, e os valores encontrados mostram-se relativamente altos para as populações de baixa renda, sendo indicado a criação de programas governamentais, que entreguem esses dispositivos para a população mais carente.

Palavras-chave: *Saneamento rural; Custos; Qualidade de vida.*

Abstract: Rural communities suffer from the lack of sanitary sewage, which ends up compromising the quality of life of these populations. Studies show that conventional sanitation technologies, due to their high costs, end up excluding rural populations. Among the options for the treatment and final disposal of sewage in rural areas we can mention septic tanks with sump and biodigester tanks with filtering gardens. In view of the above, the objective of this article is to make a financial comparison of two individual sewage treatment systems: septic tank with floor drain, and biodigester septic tank with filtering garden. To perform the financial analysis in the case of the septic tank with drain, the amounts were calculated based on the dimensions indicated by ASPROESTE (2018). For the biodigester septic tank with filtering garden, the quantities of materials indicated by ASPROESTE (2018) were adopted for the case of a residence with 5 people. Finally, after the quantities raised, taking as a basis the prices contained in the

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em XX/XX/XXX; aprovado em XX/XX/XXXX

¹ Aluna, curso de Bacharelado em Engenharia Civil, IFS – Instituto Federal de Sergipe, julianypalmeira@outlook.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1436-8589>; *

² Aluna, curso de Bacharelado em Engenharia Civil, IFS – Instituto Federal de Sergipe, eng.carlasualves@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5590-6526>;

³ Aluno, curso de Bacharelado em Engenharia Civil, IFS – Instituto Federal de Sergipe, englafcivil@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1660-4656>;

⁴ Aluna, curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, IFS – Instituto Federal de Sergipe, maia-rafarias@hotmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5213-4727>;

⁵ Professor, IFS – Instituto Federal de Sergipe, zacariascaetano@yahoo.com.br; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5019-0971>.

National Research System of Costs and Indexes of Civil Construction (SINAPI) the costs of implementation of these devices were estimated. The results show that the septic tank system with drain presented a cost of R\$ 2580.22 and the biodigester tank system a total cost of R\$ 8,682.93. It is concluded that the biodigester septic tank system is more expensive, but allows the reuse of the effluent as biofertilizer, and the values found are relatively high for low-income populations, being indicated the creation of government programs, which deliver these devices for the poorest population.

Keywords: *Rural sanitation; Costs; Quality of life.*

INTRODUÇÃO

Nas comunidades rurais, os investimentos em infraestrutura, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e abastecimento de água são mínimos e esses serviços são, na maioria das vezes, muito precários, influenciando diretamente na qualidade de vida dos moradores (KOLLING NETO; et al 2018).

Para Guimarães et al. (2001), o saneamento associa sistemas constituídos por uma infraestrutura física e uma estrutura educacional, legal e institucional, que abrange os seguintes serviços: abastecimento de água às populações, coleta, tratamento de esgotos sanitários e controle de vetores como insetos, roedores, moluscos, dentre outros. A falta de saneamento básico é apontada pela academia como um dos fatores atuais que estão fortemente associados aos problemas de saúde pública e à poluição do meio ambiente.

Nas zonas rurais dos municípios, os dejetos domiciliares comumente são lançados em fossas secas, que consistem em escavações irregulares e de tamanhos incertos no solo. Os esgotos brutos são recebidos nas fossas secas sem tratamento prévio e acabam infiltrando no solo, tornando-se bastante provável que as águas subterrâneas e solos onde são instaladas essas fossas sejam contaminados em certo ponto. Além disso, por vezes, as fossas secas se localizam próximos dos poços de captação de água, que também podem ser contaminados com patógenos e matéria orgânica indesejada. Essa situação deixa em risco a população, que pode ser contaminada por doenças de veiculação hídrica, tais como hepatite, cólera, salmonelose e outras. (SILVEIRA E SOUZA et. al, 2021, p.02)

Conforme afirma Silveira e Souza et. al (2021), sem infraestrutura básica em saneamento e expostos a problemas de saúde que podem ser provocados pelo mau manejo das instalações e efluentes domiciliares, as comunidades isoladas se colocam em uma posição bastante vulnerável no que diz respeito à saúde humana. Estudos indicam que uma melhoria nos serviços de saneamento prestados à população reduzirá consideravelmente a incidência de doenças de veiculação hídrica, mas em contrapartida, as tecnologias de saneamento convencionais (por serem caras), em pesquisas já realizadas vêm excluindo as populações rurais (JOÃO, SOUSA e SILVA, 2015).

Então, para as localidades rurais, onde não há a infraestrutura básica necessária para o tratamento do esgoto doméstico, é necessário que haja conhecimento dos elementos disponíveis e que evitem tais

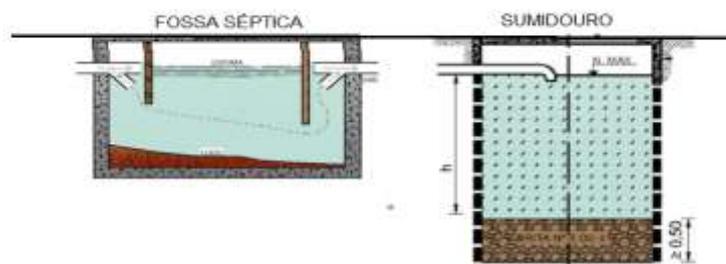
contaminações que interfiram na qualidade de vida, e dentre as opções para realização do tratamento e disposição final dos esgotos podemos citar fossa séptica com sumidouro e fossa biodigestora com jardim filtrante. Considerando que, no geral, as comunidades rurais apresentam um baixo poder aquisitivo, esse artigo tem como objetivo realizar um comparativo financeiro de dois sistemas de tratamento individual de esgoto: fossa séptica e sumidouro, e fossa séptica biodigestora e jardim filtrante.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Fossa séptica e Sumidouro

A fossa séptica é o dispositivo responsável pelo tratamento primário do esgoto doméstico. Seu principal objetivo é receber e armazenar os esgotos por um determinado período. São comumente utilizadas quando não há a opção da ligação da rede de esgoto do município, normalmente na zona rural (BRK, 2020). Podem ter o formato quadrado ou circular, ser de concreto ou alvenaria, sendo esse último material o mais utilizado. Conforme relata Dacach (1979) têm laje de fundo e cobertura de concreto armado, podendo ser as paredes de concreto armado ou de alvenaria de tijolo revestida internamente com argamassa de cimento e areia no traço 1:3. Uma vantagem que esse item oferece é o seu baixo custo de manutenção. Por ser confeccionado por um material extremamente resistente, como o concreto, ela não demanda de manutenções constantes. O sumidouro é uma unidade verticalizada de depuração e de destinação final de efluentes de tanques sépticos, construído em formato cilíndrico, deve garantir uma distância mínima de 1,50 m entre seu fundo e o nível máximo do aquífero (ARAGÃO, 2020). No fundo do sumidouro é colocada uma camada de brita, de pelo menos 50 cm, as paredes são comumente construídas em manilhas de concreto perfuradas (também conhecidas como zimbras), mas também podem ser feitas com tijolos com juntas secas – para permitir a percolação – ou blocos cerâmicos perfurados assentados de forma radial. Deve ter uma tampa de concreto armado, com uma tampa de inspeção de 60 cm.

FIGURA 01: Fossa séptica e sumidouro

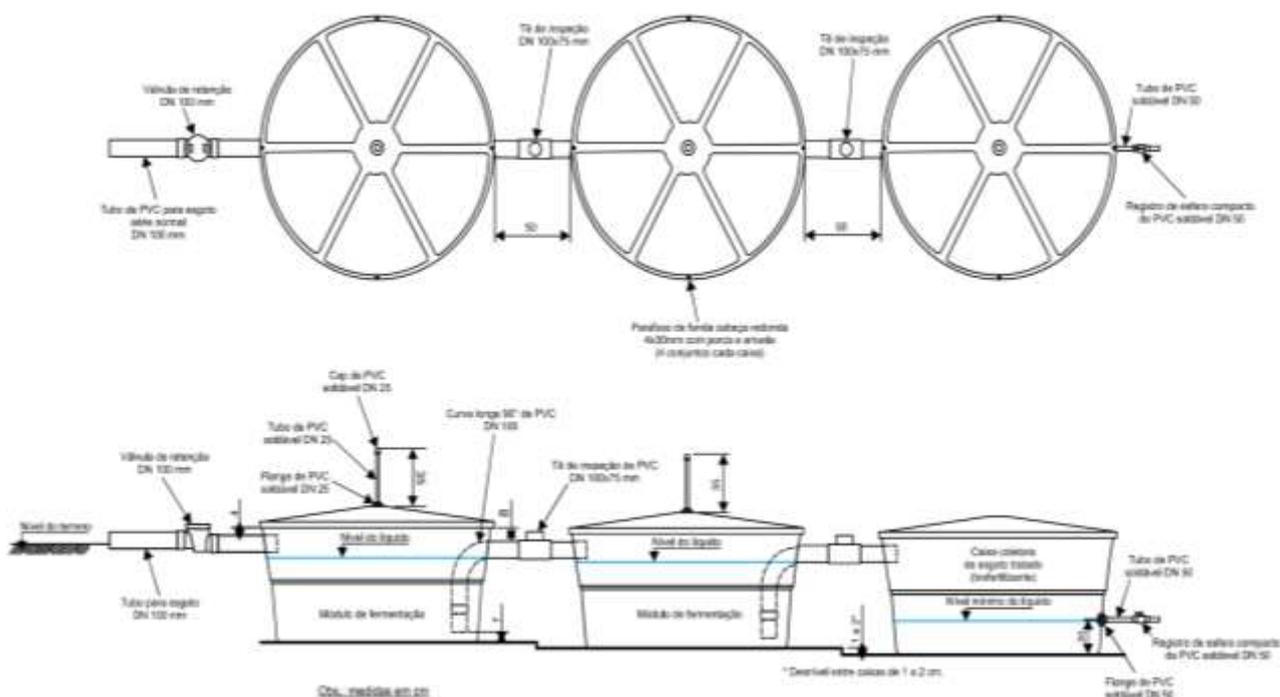


FONTE: Adaptado de CREDER (2006) *apud* GREEF; HELDT (2020).

Fossa séptica Biodigestora e o Jardim Filtrante

A Fossa Séptica Biodigestora (Figura 02) é formada por um conjunto de, no mínimo, 3 caixas d'água de fibra de vidro de 1000 litros - para residência com até 5 pessoas - conectadas por tubulações, cuja finalidade é o tratamento do esgoto do vaso sanitário das residências rurais, classificado como “águas negras” evitando a sua disposição de forma irregular que causam impactos ambientais e a disseminação de doenças de veiculação hídrica (SILVA; MARMO; LEONEL, 2017). Segundo esses mesmos autores o princípio do funcionamento da Fossa Séptica Biodigestora é a fermentação anaeróbia (ausência de oxigênio) realizada por um conjunto de microrganismos presentes no próprio esgoto; sendo o processo realizado sem o uso de energia elétrica, aplicando-se no início uma mistura de 5 litros de esterco bovino fresco e 5 litros de água, uma vez por mês.

FIGURA 02: Planta e vista frontal do sistema de fossa séptica biodigestora.

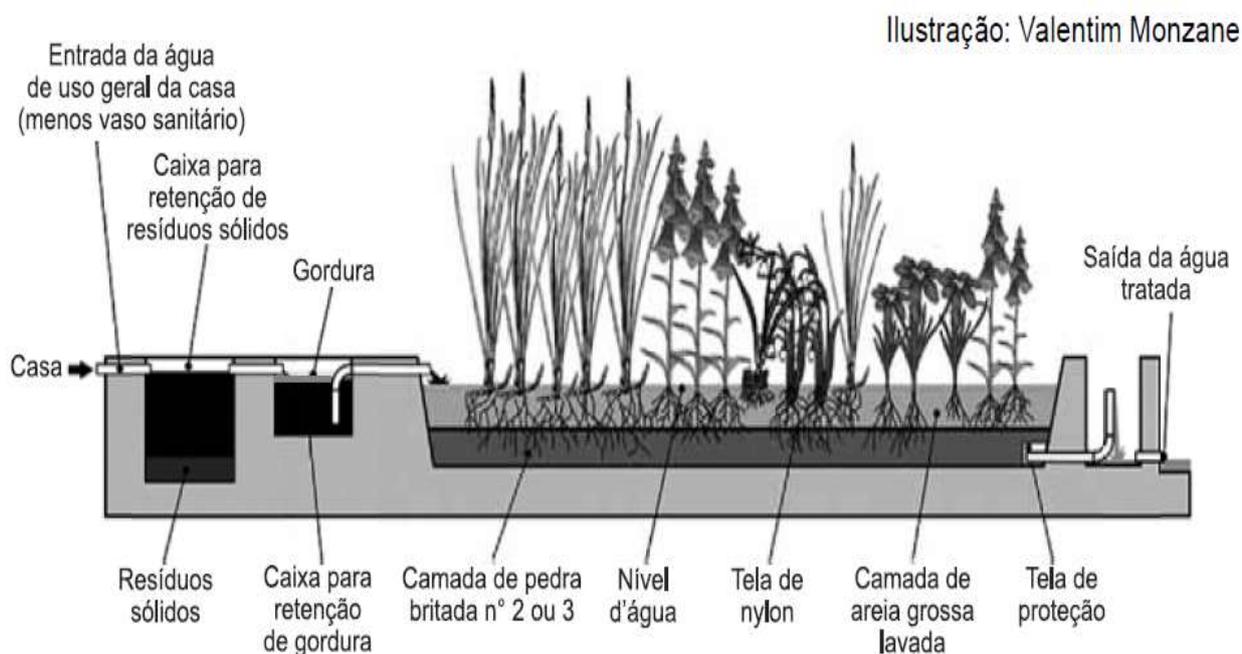


FONTE: SILVA; MARMO; LEONEL (2017).

O jardim filtrante é uma tecnologia adaptada para complementar o uso da fossa séptica biodigestora, sendo composto de um pequeno lago com pedras, areia e plantas aquáticas, onde o esgoto é tratado, contribuindo com a sustentabilidade do meio ambiente, trazendo harmonia paisagística, além de apresentar uma manutenção muito simples. Após o tratamento esse efluente possui diversas aplicações:

irrigação de lavouras, lavagem de pisos e janelas, uso no vaso sanitário, entre outras; mas não havendo interesse na reutilização, poderá ser descartado de maneira adequada ao meio ambiente (SILVA, 2014).

FIGURA 03: Esquema de montagem de jardim filtrante.



FONTE: SILVA (2014).

METODOLOGIA

A metodologia consistiu no dimensionamento da fossa séptica e do sumidouro, a partir de considerações adotadas (residência, quantidade de pessoas, característica do solo em que estará inserido), seguido da obtenção dos custos dos elementos: fossa séptica, sumidouro, jardim filtrante e fossa biodigestora, a fim de realizar as estimativas de custos de cada elemento (SINAPI– Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) e realizar comparação para cada conjunto de elementos.

Dimensões da fossa séptica e do sumidouro

Para realização desse trabalho será adotada uma residência hipotética com 5 pessoas construída em um solo arenoso. Serão adotadas para a fossa séptica e o sumidouro as dimensões de acordo com a Tabela 01, abaixo.

TABELA 01: Dimensões de fossa e sumidouro para uma residência com 5 pessoas.

Dimensões – Fossa Séptica Retangular para 5 pessoas		
Altura (H)	Comprimento (L)	Largura (B)
1,00 m	1,20 m	0,95 m
Dimensões – Sumidouro em solo arenoso		
Profundidade (H)	Diâmetro (D)	Nº de Sumidouro
3,00 m	1,30 m	1

FONTE: Adaptado de ASPROESTE (2018).

No caso da fossa séptica biodigestora serão utilizados três reservatórios de fibra de vidro com 1000 litros cada; e para construção do jardim filtrante será adotada uma área de 10 m² (2 m² por morador) conforme indicação da ASPROESTE (2018).

Quantitativo de materiais

Para realização da análise financeira será necessário o levantamento do quantitativo de materiais para execução de cada dispositivo. No caso da fossa séptica e do sumidouro esses quantitativos serão levantados com base nas dimensões apresentadas na Tabela 01. No caso da fossa biodigestora e do jardim filtrante, serão adotados os quantitativos de materiais indicados pela ASPROESTE (2018) para o caso de uma residência com 5 pessoas. Finalmente, após as quantidades levantadas, tomando como base os preços constantes no SINAPI– Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil será estimado o custo de execução desses dispositivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estimativa de custo da fossa séptica

Foi realizado o levantamento quantitativo dos serviços que compõem a execução da fossa séptica moldada in loco, que são: volume de escavação, execução do lastro de concreto magro, execução da tampa de concreto armado, levantamento das paredes de alvenaria, por fim, o revestimento das paredes. Os resultados são apresentados na Tabela 02.

TABELA 02: Custo de execução de fossa séptica para residência com 5 pessoas.

Serviço	Unid.	Quantidade	Custo Unit.	Custo Total
Escavação	m ³	3,56	34,29	122,07

Lastro de concreto (10 cm)	m ³	0,22	494,91	108,88
Tampa d Concreto Armado (e=5cm)	m ²	1,61	139,99	225,38
Parede de Alvenaria (e= 10cm)	m ²	6,45	141,76	914,35
Argamassa de Revestimento	m ³	0,1	560,62	56,06
				1426,75

FONTE: Dados da Pesquisa (2022).

Estimativa de custo do sumidouro

Foi realizado o levantamento quantitativo dos serviços que compõem a execução do sumidouro, que são: volume de escavação, execução da parede alvenaria, camada de brita e execução da tampa de concreto armado. Os resultados são apresentados na Tabela 03.

TABELA 03: Custo de execução de um sumidouro para residência com 5 pessoas.

Serviço	Unid.	Quantidade	Custo Unit.	Custo Total
Escavação	m ³	3,98	34,29	136,47
Parede de alvenaria	m ²	14,9	49,48	737,25
Camada de brita	m ³	0,66	141,76	93,56
Tampa de concreto	m ²	1,33	139,99	186,19
				1153,47

FONTE: Dados da Pesquisa (2022).

Estimativa de custo da fossa biodigestora

Foi realizado o levantamento quantitativo dos materiais e serviços que compõem a execução da fossa biodigestora, que são basicamente as caixas d'água de fibra de vidro, materiais hidráulicos (tubos, conexões, registros e válvulas), materiais diversos (cola, tinta, lixa, etc). Para evitar uma tabela muito extensa, foram somados os custos desses materiais, e inseridos na tabela, como dois itens. Os resultados são apresentados na Tabela 04.

TABELA 04: Custo de execução de um sumidouro para residência com 5 pessoas.

Materiais	Unid.	Quantidade	Custo Unit.	Custo Total
Caixa d'água em fibra de vidro	unid	3	1.051,03	3.153,09

Material hidráulico	-	-	-	1.412,72
Materiais	-	-	-	411,89
Escavação	m ³	6	34,29	205,74
				5.183,44

FONTE: Dados da Pesquisa (2022).

Estimativa de custo do jardim filtrante

Foi realizado o levantamento quantitativo dos materiais e serviços que compõem a execução do jardim filtrante. Os resultados são apresentados na Tabela 5. Vale salientar que nessa tabela não foi inserida a aquisição de plantas aquáticas (taboa, papiro, inhame, etc).

TABELA 05: Custo de execução de um jardim filtrante para residência com 5 pessoas.

Materiais	Unid.	Quant.	Custo Unit.	Custo Total
Geomembrana de EPDM (7 m x 4 m)	Unid.	1	798,00	798,00
Membranas geotêxteis (Bidim) - 7 m x 4 m	Unid.	2	382,48	764,96
Flange para geomembrana 100 mm	Unid.	2	197,00	394,00
Pedra britada nº 2 ou 3 (2 m ³)	m ³	2	139,38	278,76
Tela de nylon (1,2 x 10 m)	Unid.	1	26,98	26,98
Areia grossa	m ³	2,5	104,90	262,25
Caixa d'água (50 a 100 l)	Unid.	1	229,52	229,52
Caixa de gordura (DN 100) com tampa	Unid.	1	488,07	488,07
Tubo de PVC (6 m tubos)	m	6	85,50	85,50
Escavação	m ³	5	34,29	171,45
				3.499,49

FONTE: Dados da Pesquisa (2022).

Os resultados mostram que o sistema fossa séptica e sumidouro apresentou um custo total de R\$ 2580,22 sendo o item mais caro em ambos os dispositivos a parede de alvenaria. Esse custo pode ser reduzido substituição por materiais alternativos, como por exemplo, pneus usados. O sistema fossa biodigestora e jardim filtrante apresentou um custo total de R\$ 8.682, 93 sendo o item mais dispendioso as caixas d'água de fibra de vidro, devendo ser estudado a possibilidade de substituição desse item objetivando reduzir os custos de implantação.

CONCLUSÕES

Contudo, pode ser afirmado que:

- a) O sistema fossa séptica e sumidouro apresenta um menor de custo de execução, em contrapartida, para o efluente encaminhado para o sistema não é dada nenhuma utilidade;
- b) O sistema fossa biodigestora e jardim filtrante apresenta um custo maior, mas possibilita a reutilização desse efluente como biofertilizante,
- c) Os valores encontrados para execução dos sistemas mostram-se relativamente altos para a populações de baixa renda, sendo uma alternativa a implantação de programa governamentais, que entreguem para essas populações esses dispositivos.

REFERÊNCIAS

- [1] ARAGÃO, A. **Dimensionamento de Sumidouro – NBR 13969:1997**. 2020. Disponível em: <https://canteirodeengenharia.com.br/2020/09/16/dimensionamento-de-sumidouro/>. Acesso em: 08 out. 2022.
- [2] ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DO NÚCLEO RURAL LAGO OESTE (ASPROESTE). **Esgotamento sanitário para o Núcleo Rural Lago Oeste: como fazer**. 2018. Disponível em: www.ibram.df.gov.br. Acesso em: 08 out. 2022.
- [3] BRK. **Fossa séptica: saiba como funciona e seus impactos no meio ambiente**. 2020. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/fossa-septica/>. Acesso em: 28 set. 2022.
- DACACH, N. G. **Saneamento Básico**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979. 314p.
- [4] GUIMARÃES, J. R.; NOUR, E. A. A. **Tratando Nossos Esgotos: Processos que imitam a natureza. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**. 2001. Disponível em: Acesso em 15 de maio de 2020. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo demográfico brasileiro 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html> Acesso em: 29 de out. de 2022.
- [5] GREEF, R. C.; HELDT, L. **Alternativas Eficientes e de Baixo Impacto Ambiental para o Tratamento das Águas Servidas**. 2020. Disponível em: tratamentodeagua.com.br. Acesso em: 08 out. 2022.

[6] KOLLING NETO, A.; ANJOS, G. M. dos; BRANDOLFF, R. de S.; GOÉS, T. P.; SILVA, J. F. da. **Fatores relacionados à saúde pública e ao saneamento básico em comunidade rural de Barreiras, Bahia, Brasil.** Revista Baiana de Saúde Pública, [S.L.], v. 41, n. 3, p. 668-684, 19 maio 2018. Secretaria da Saúde do Estado da Bahia. <http://dx.doi.org/10.22278/2318-2660.2017.v41.n3.a2079>.

[7] MOTA, J. J. P.; SOUSA, C. D. S. S.; SILVA, A. C. da. **Saneamento básico e seu reflexo nas condições socioambientais da zona rural do baixo Munim (Maranhão).** Revista Caminhos de Geografia, v. 16, n. 54, p. 140-160, 2015.

[8] SILVA, W. T. L. da. **Saneamento Básico Rural.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. 68p. (ABC da Agricultura Familiar, 37).

[9] SILVA, W. T. L. da; MARMO, C. R.; LEONEL, L. F. **Memorial Descritivo: Montagem e Operação da Fossa Séptica Biodigestora.** São Paulo: Embrapa Instrumentação, 2017. 32 p. (Série Documentos 65).

[10] SILVEIRA E SOUZA, Saulo Bruno; ALMEIDA, Alexandre; PAIVA, Marcos Rafael Soares; GENIVAL, Stefany Cavalcante; RODRIGUES, Thais Alves. **DIAGNÓSTICO DE SANEAMENTO BÁSICO DE UMA PROPRIEDADE UNIFAMILIAR DA COMUNIDADE RURAL JARAGUÁ-GO. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC, [s. l.], ano 2021, 17 set. 2021. Disponível em: <https://www.confes.org.br/midias/uploads-imce/Contecc2021/Experi%C3%Aancia%20Profissional/DIAGN%C3%93STICO%20DE%20SANEAMENTO%20B%C3%81SICO%20DE%20UMA%20PROPRIEDADE%20UNIFAMILIAR%20DA%20COMUNIDADE%20RURAL%20JARAGU%C3%81-GO.pdf>. Acesso em: 28 out. 2022.**