

AVALIAÇÃO DA DESTINAÇÃO FINAL DE EFLUENTES DOMÉSTICOS NA REGIÃO ALTA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MARIA DA VITÓRIA, ES, SUDESTE DO BRASIL

**EVALUACIÓN DEL DESTINO FINAL DE LOS EFLUENTES DOMÉSTICOS EN
LA ZONA ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO SANTA MARIA DA VITÓRIA, ES,
SURESTE DE BRASIL**

**ASSESSMENT OF DOMESTIC EFFLUENTS FINAL DESTINATION IN THE
SANTA MARIA DA VITÓRIA WATERSHED UPPER REGION, ES,
SOUTHEAST BRAZIL**

Leandro José Schaffer¹; Michel Trarbach Bleidorn²; Isamara Maria Schmidt³; Charles Moura Netto⁴

1. Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Faculdade da Região Serrana (FARESE). E-mail: leandrojschaffer@gmail.com

2. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus Goiabeiras. E-mail: michelbleidorn@gmail.com

3. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus Goiabeiras. E-mail: isamaraschmidt@gmail.com

4. Mestre em Tecnologias Ambientais pela Faculdade de Aracruz (FACHA). Membro do Comitê da Bacia do Rio Santa Maria de Vitória. E-mail: cmnetto@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Percepção Ambiental; Destinação de Efluentes Domésticos; Zona Rural.

PALABRAS CLAVE

Percepción Ambiental; Disposición de Efluentes Domésticos; Zona rural.

KEY WORDS

Environmental Perception; Disposal of Domestic Effluents; Countryside.

RESUMO

O lançamento inadequado do esgoto doméstico provoca impactos no meio ambiente, sociedade e economia. Em áreas rurais, esse problema se torna ainda mais acentuado devido a recorrente adoção de práticas inadequadas de tratamento e destinação do esgoto gerado. Nesse contexto, esse trabalho teve como objetivo avaliar a destinação final do esgoto doméstico da Unidade de Planejamento do Alto Santa Maria da Vitória, que abriga a cabeceira do rio Santa Maria da Vitória, um dos principais mananciais responsáveis pelo abastecimento d'água da Região da Grande Vitória, Espírito Santo, sudeste do Brasil. O estudo se classifica como quantitativo e de cunho exploratório, cuja coleta de informações se deu pela aplicação de questionários por meio de abordagens aleatórias aos moradores. Os resultados indicam a destinação do esgoto doméstico predominantemente em fossas negras, valões

e córregos. Foi possível inferir o desconhecimento dos riscos de contaminação e dos impactos causados pelos métodos inadequados de destinação final. Os resultados do teste estatístico Qui-quadrado comprovam não haver relação do fator escolaridade e idade na maioria das respostas, tornando evidente que toda estratificação social deve ser trabalhada com ações de conscientização. Os achados nesse estudo evidenciam a necessidade de ações do poder público, fundamentais para alcançar a sustentabilidade na destinação final dos efluentes domésticos na região.

RESUMEN

La descarga inadecuada de aguas residuales domésticas provoca impactos en el medio ambiente, la sociedad y la economía. En las zonas rurales, este problema se acentúa aún más debido a la adopción recurrente de prácticas inadecuadas de tratamiento y destino de las aguas servidas generadas. En ese contexto, este estudio tuvo como objetivo evaluar el destino final de las aguas residuales domésticas de la Unidad de Planificación Alto Santa Maria da Vitória, que alberga las cabeceras del río Santa Maria da Vitória, una de las principales fuentes responsables por el abastecimiento de agua de la Región de la Gran Vitória, Espírito Santo, sureste de Brasil. El estudio se clasifica en cuantitativo y exploratorio, cuya información se recopiló a través de la aplicación de cuestionarios mediante abordajes aleatorios a los pobladores. Los resultados indican el destino de las aguas residuales domésticas predominantemente en fosas, zanjas y arroyos. Se pudo inferir la falta de conocimiento sobre los riesgos de contaminación y los impactos causados por métodos inadecuados de disposición final. Los resultados de la prueba estadística Chi-cuadrado muestran que no existe relación entre educación y edad en la mayoría de las respuestas, evidenciando que toda estratificación social debe ser abordada con acciones de concientización. Los hallazgos de este estudio muestran la necesidad de acciones por parte del gobierno que son fundamentales para lograr la sostenibilidad en el destino final de los efluentes domésticos en la región.

ABSTRACT

Domestic sewage inappropriate release causes impacts on the environment, society and economy. In rural areas, this problem becomes even more accentuated due to recurrent adoption of inadequate treatment and destination practices for the generated sewage. In this context, this study aimed to evaluate the domestic sewage final destination of Upper Santa Maria da Vitória Planning Unit, which houses Santa Maria da Vitória river headwaters, one of the main sources responsible for water supply to Greater Vitória Region, Espírito Santo, Southeastern Brazil. The study is classified as quantitative and exploratory, whose information was collected through questionnaires application with random approaches to the residents. Results indicates the destination of domestic sewage is predominantly septic tanks, ditches, and streams. It was possible to infer the lack of knowledge about contamination risks and impacts caused by inadequate methods of final disposal. Chi-square statistical test results show that there is no relationship between education and age factor in most responses, making it evident that all social stratification must be addressed with awareness-raising actions. The findings in this study highlight public power actions need which are fundamental to achieve sustainability in domestic effluents final destination in the region.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento exponencial da população e da economia nas últimas décadas resultou no uso de mais recursos naturais e, como consequência, houveram aumentos nunca vistos na geração de subprodutos, como rejeitos e resíduos sólidos. Nesse contexto, especial atenção deve ser dada ao volume de efluentes domésticos gerado e, principalmente, sua gestão que, quando inadequada, promove impactos negativos. Em decorrência, é comum a relação da má qualidade do saneamento básico com a prevalência de doenças, como reportado pela literatura (d'ÁGUILA *et al.*, 2000; MORAES e JORDÃO, 2002; QUEIROZ; WHO, 2017).

Considerando a gestão de efluentes domésticos, dados disponibilizados pelo Ministério do Desenvolvimento Regional por meio do Sistema de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2021) apontam uma situação preocupante no país, visto que no ano de 2020, pouco mais da metade da população brasileira (55%) era atendida com redes de esgotos e apenas 50,8% do efluente coletado era tratado. Além disso, zonas rurais e pequenas comunidades apresentam maior dificuldade na adequada gestão, conforme evidenciado pelos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011) os quais apontam que, apenas 24% dos residentes destas localidades possuem acesso ao esgotamento sanitário. Conforme Larsen (2010), é comum a adoção de tecnologias de tratamento do esgoto doméstico mais viáveis e simples em localidades de baixa densidade populacional, onde técnicas urbanas de saneamento quase nunca são apropriadas.

O Art. 225 da Constituição Federal de 1988 expressa o direito que todos cidadãos tem ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à sadia qualidade de vida e impõe ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Adicionalmente, o Art. 23, Inciso VI, retrata a competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios em proteger o meio ambiente e combater a poluição em quaisquer de suas formas (BRASIL, 1988). Para proporcionar tais garantias, a principal ferramenta é o saneamento básico, definido pela Lei de nº. 14.026/2020 em seu Art. 3, Inciso I, como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza e drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais (BRASIL, 2020). A referida Lei é considerada como o novo Marco Legal do Saneamento Básico e, em seu Art. 49, Inciso IV, reporta a necessidade de proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais e às pequenas comunidades, porém, é recorrente o uso de fossas rudimentares nessas localidades, considerada como uma forma inadequada de destinação final do esgoto doméstico (BRASIL, 2020).

Nesse contexto, estudos que estabelecem as percepções ambientais da relação homem e meio ambiente contribuem no entendimento de sua interação. Menezes e Bertossi (2011) levantaram dados relativos ao uso da água, infraestrutura sanitária e contaminação por agrotóxicos de residentes da bacia hidrográfica do rio Alegre, no estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil. Os resultados indicam a inexistência de saneamento básico, condições precárias do fornecimento de água potável, falta de informação sobre os agrotóxicos, além de sintomas e doenças decorrentes do seu manejo.

Cavalcante (2014) estudou a ocorrência de *Escherichia coli* (*E. coli*) em diferentes fontes de água e locais de consumo, na comunidade Olho d'Água Grande, no semiárido alagoano, nordeste do Brasil. De modo complementar, foram analisados os parâmetros Cor, Turbidez e presença de Coliformes Totais. Os resultados apontaram que todas as amostras analisadas apresentaram índices de *E. coli* acima do permitido para consumo humano, baseando-se nos padrões estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Além disso, os autores verificaram o armazenamento inapropriado e a ausência de medidas de desinfecção da água. Os resultados relatam a necessidade de intervenções para melhoria estrutural do abastecimento de água.

Biolchi *et al.* (2015) buscaram avaliar a ocorrência de parasitos intestinais em estudantes entre 7 e 14 anos de idade residentes de zonas rurais e urbanas do município de Campos Novos, Santa Catarina, sul do Brasil. Os resultados da pesquisa mostraram que, 24 (58,5%) e 21 (30,9%) amostras de estudantes da zona rural e urbana, respectivamente, apresentaram parasitos. A prevalência com maior ocorrência em crianças residentes da zona rural reporta uma condição mais preocupante e precária nessas áreas. Devido a isso, os autores concluíram que as condições sanitárias nas zonas rurais merecem especial atenção e medidas a serem tomadas para minimização desse problema.

Araújo *et al.* (2016) realizaram um trabalho para obter um diagnóstico sobre a realidade do acesso aos serviços de saneamento na zona rural do município de Pombal, Paraíba, nordeste do Brasil. A metodologia adotada consistiu na análise de dados oriundos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) por meio do Sistema de Informações Georreferenciadas Estatcart e espacialização das informações com auxílio de ferramenta de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os resultados mostraram que a cobertura de domicílios que possuem sistema de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos é ineficiente, uma vez que as residências não são atendidas ou tem um atendimento inferior a 20%. Constatou-se ainda uma desproporcionalidade dos serviços entre as zonas urbana e rural do município, com maior precariedade na área rural.

Silva, Alves e Portilho (2016) procederam um levantamento participativo com residentes da comunidade rural do Baixo Rio Araguari, no município de Ferreira Gomes, Amapá, norte do Brasil, com objetivo de coletar informações acerca da condição do saneamento básico nas residências. A coleta de dados consistiu de entrevistas com perguntas fechadas, baseadas em um questionário adaptado de LENE/MSD – Levantamento de Necessidades de Melhorias Sanitárias Domiciliares, da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA e no mapeamento geográfico das informações. Os resultados indicam que a obtenção de água é feita por uso de igarapés e rios (60,5%), seguida de poços individuais (37,2%) e de fontes alternativas (2,3%). A destinação do esgotamento sanitário é realizada por fossas negras (70,9%), fossa séptica (23,3%) e por fontes alternativas (5,8%). No saneamento domiciliar, 33,7% possuem reservatório de água e 65,12% privada rudimentar, além de nenhuma residência possuir tanque séptico. Esse cenário pode contribuir na contaminação do solo, lençol freático e corpos hídricos.

Diante desse contexto, o estudo teve como objetivo avaliar a destinação final do esgoto doméstico da Unidade de Planejamento do Alto Santa Maria da Vitória, em Santa Maria de Jetibá, Espírito Santo, sudeste do Brasil, estabelecendo-se relação do grau de percepção dos habitantes sobre os possíveis impactos decorrentes. Esse estudo pode subsidiar a elaboração ou reformulação de planos de saneamento básico na zona rural e no auxílio de políticas públicas que vise melhorias para a sociedade e qualidade ambiental da bacia do rio Santa Maria da Vitória, um dos principais mananciais de abastecimento de água da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV).

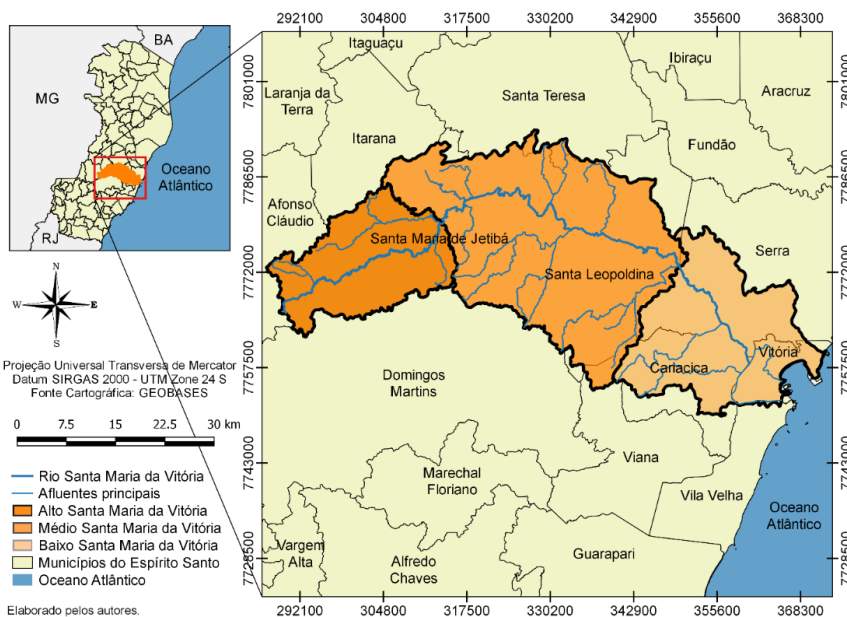
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória (RSMV) está localizada na região Centro-Sul do Estado do Espírito Santo. Possui uma área de drenagem de aproximadamente 1.876 km² abrangendo todo o município de Santa Maria de Jetibá e parte dos municípios de Cariacica, Santa Leopoldina, Serra e Vitória (AGERH, 2016). O RSMV tem um percurso aproximado de 95 km, nascendo na serra do Garrafão, em Santa Maria de Jetibá (SMJ), nas divisas com o município de Domingos Martins e deságua na Baía de Vitória (PMSL, 2018). Para fim de um melhor gerenciamento, a Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) do Espírito Santo, dividiu a bacia em três unidades territoriais de planejamento, denominadas de Unidades Alto (UASMV), Médio (UMSMV) e Baixo (UBSMV) Santa Maria da Vitória, que podem ser visualizadas na Figura 1.

A pesquisa em questão limitou sua área de estudo a UASMV devido à importância que esta tem para a bacia como um todo, sendo responsável por abrigar a nascente do RSMV e todo seu sistema fluvial inicial (AGERH, 2016). A região é formada por um conjunto de sub bacias que contemplam 21 comunidades rurais do município de Santa Maria de Jetibá, sendo elas: Alto Rio Lamego, Rio Taquara, Alto Santa Maria, Garrafão, São João do Garrafão, São Bento, Rio Taquarinha, Rio do Queijo, Rio Possmoser, Barracão, Rio Veado, Rio Parasita, Rio Plantoja, Alto Rio Plantoja, Rio Cristal, Barra do Rio Claro, Alto Rio Triunfo, Barra do Rio Possmoser, Rio Lamego, Rio Sabino e Córrego Simão. Conforme dados disponibilizados pela Secretaria Municipal de Saúde do município (SMS-SMJ), a população é estimada em 13 mil habitantes (SMS-SMJ, 2018).

Figura 1 - Mapa da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória dividida em Unidades Territoriais de Planejamento e Gestão.



2.2 Métodos

Conforme Moresi *et al.* (2003), o presente estudo pode ser classificado como: Pesquisa bibliográfica, Pesquisa de campo e Estudo de caso, por contextualizar o tema através de material acessível ao público, principalmente por meio de artigos científicos; aplicação de questionários e definição de uma área para aplicação dos questionários, respectivamente. A leitura das fontes referentes ao tema de interesse, permitiu elaborar um questionário semiestruturado composto por questões objetivas de múltipla escolha, cujos respondentes foram abordados de forma aleatória.

2.2.1 Delimitação da amostra

Para determinar o número de questionários a serem aplicados, utilizou-se a metodologia proposta por Vieira (2011) em que se determina a quantidade amostral que garanta representatividade da população, conforme Equação 1,

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1)\varepsilon^2 + z^2 \cdot p \cdot (1 - p)} \quad (1)$$

sendo n o tamanho da amostra; N o tamanho da população; z a abscissa da normal padrão; p a proporção populacional que pertence a categoria de interesse; $1 - p$ a proporção populacional que não pertence a categoria de interesse; e ε a margem de erro.

A precisão estatística adotada para o cálculo do tamanho amostral foi de 5%, o que equivale a dizer que, o intervalo de confiança admitido é de 95%. Partindo destes pressupostos e, utilizando-se a distribuição normal padrão, infere-se que o valor z tabelado é de 1,96. Como a população total da área de estudo é conhecida ($N = 13.000$ habitantes), aplicou-se esse fator de correção ao cálculo do tamanho amostral. Como as proporções populacionais de indivíduos que pertencem a categoria de interesse (p) e que não pertencem a categoria de interesse ($1 - p$) não são conhecidas, adotaram-se os valores 0,5 e 0,5 para cada uma, conforme recomendação de Fonseca e Martins (1996).

Para analisar o grau de dependência das respostas com os fatores idade ou escolaridade, aplicou-se aos dados o teste Qui-quadrado, testando-se as seguintes hipóteses:

- H_0 = os grupos testados são independentes; e,
- H_1 = os grupos testados não são independentes.

Um p -valor foi considerado estatisticamente significativo quando menor que 0,05 (p -valor < 0,05), isto é, para um p -valor menor que o nível de significância, rejeita-se a hipótese H_0 de independência dos grupos. Os dados foram tabulados e analisados em planilha eletrônica e, os gráficos produzidos por meio do *software* livre R (R Development Core Team, 2020).

2.2.2 Estimativa de geração de efluente

Procedeu-se a estimativa de geração média diária de esgoto doméstico da população total, baseando-se nos resultados encontrados por meio do estudo amostral. A vazão doméstica de esgoto é calculada com base na vazão de água consumida de uma respectiva localidade. Considerou-se a estimativa de consumo feita pela AGERH equivalente a 125 l/hab.d. A Equação 2 relaciona a

população, consumo *per capita* e o coeficiente de retorno que é o volume de água consumida convertida em esgoto.

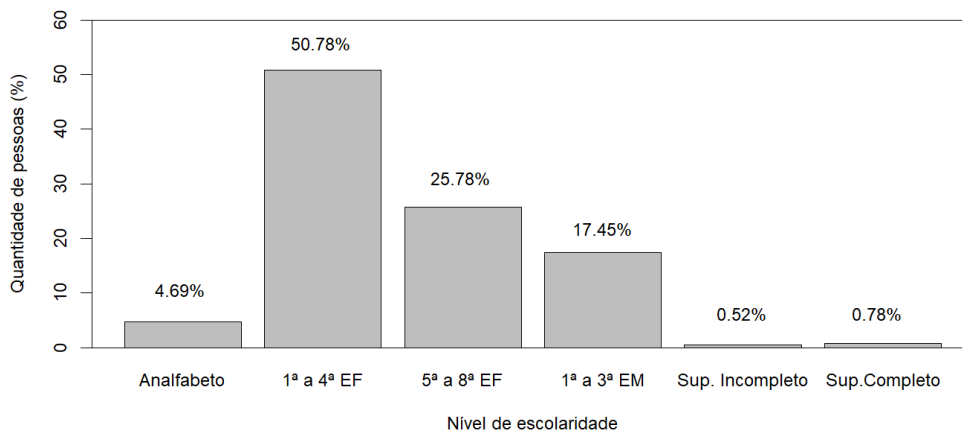
$$Q_{méd} = p \times q \times c \quad (2)$$

sendo $Q_{méd}$ a vazão média de esgotos (m^3/d); p a poluição (habitantes); q o consumo *per capita* de água ($l/hab.d$); e , c o coeficiente de retorno (0,8).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cálculo amostral indicou a necessidade de 386 questionários para garantir representatividade da população estudada. A média de idade da amostra foi de aproximadamente 39 anos, com variação de 15 a 83 anos. A maioria (53%) dos entrevistados é formada por mulheres. Apesar de não haver uma diferença tão notória, a prevalência do gênero feminino se deve basicamente ao papel que a mulher tem na região, visto que além de contribuir com os afazeres agrícolas na propriedade, é responsável também pelas tarefas domiciliares e, por esse motivo, foram por ora abordadas em sua residência. Quanto ao grau de ensino (Figura 2), é possível verificar que a maioria dos entrevistados possuem nível baixo de escolaridade, visto que os anos iniciais do ensino fundamental (1ª a 4ª séries) e finais (5ª a 8ª séries) representam, respectivamente, 50,78% e 25,78% do grau de escolaridade.

Figura 2 - Grau de escolaridade dos entrevistados.

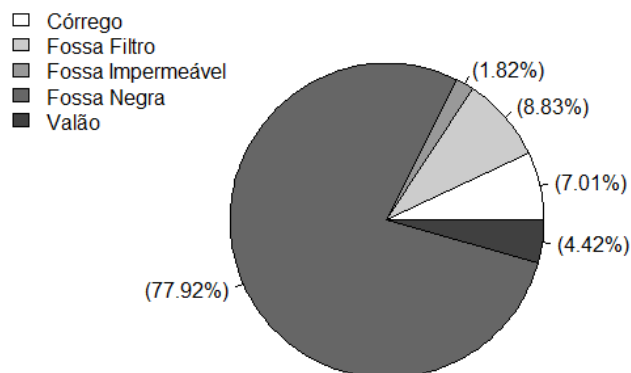


Quando questionados sobre a destinação dada ao esgoto doméstico em suas residências (Figura 3), aproximadamente, 78% dos entrevistados afirmaram que esse é lançado em fossa negra (ou rudimentar), 9% em fossas filtro, 7% lançam diretamente no córrego, 4% destinam em valões e 2% possuem fossa impermeável. O plano de Saneamento Básico do Município de Santa Maria de Jetibá (PMSB-SMJ) também reporta uma situação precária da disposição do esgoto sanitário na área rural

do município, especificamente no Distrito de Garrafão (área de estudo), no qual 50% deste é destinado em fossas rudimentares, seguido por corpos hídricos (8%) e valas (2%) (PMSB-SMJ, 2018). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva, Alves e Portilho (2016), em que, cerca de 70,9% da destinação do esgoto sanitário da comunidade rural do Baixo Rio Araguari, Ferreira Domes, Amapá, é feita em fossas negras, seguido por fossas sépticas (23,3%) e fontes alternativas (5,8%).

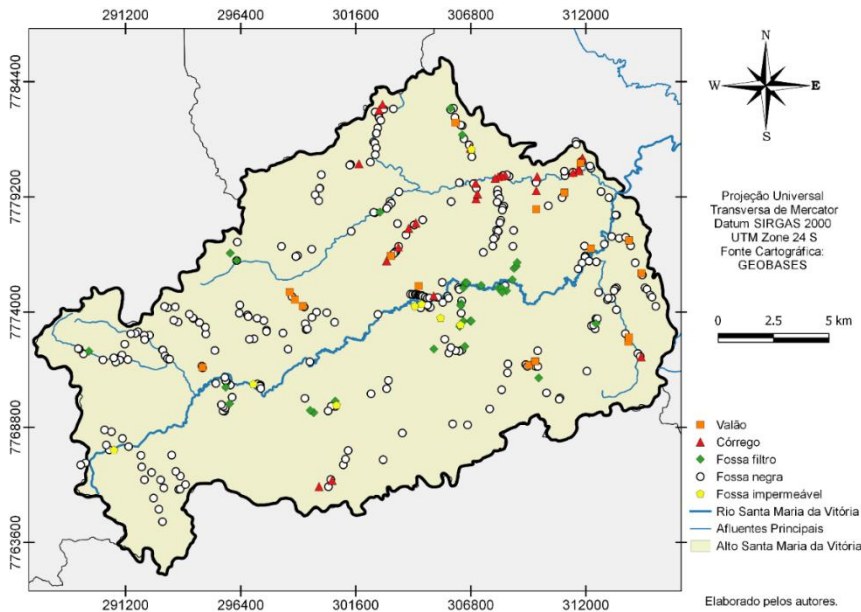
A predominância deste método de destinação se torna comum em áreas rurais, devido à dificuldade que esses locais possuem ao acesso ao saneamento básico. Devido a isso, a falta de tratamento adequado do esgoto doméstico traz várias consequências negativas para a sociedade, principalmente pelas doenças denominadas feco-orais, que têm como marco principal as diarreicas (BALTAZAR *et al.*, 1988; e, ESREY, 1996).

Figura 3 - Destinação final dada ao esgoto doméstico nas residências abordadas.



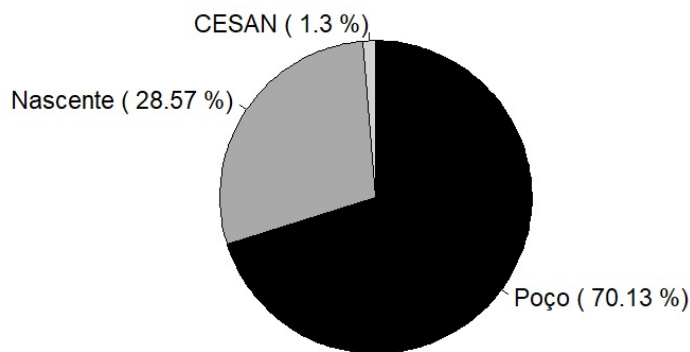
A Figura 4 apresenta a espacialização dos dados obtidos referente as formas de destinação final do esgoto doméstico na região. Nota-se que a destinação em fossas negras ocorre de maneira homogênea. Ao contrário, a comunidade Alto Santa Maria se destaca por concentrar as fossas filtro como forma de destinação final para o esgoto doméstico. Isso se deve ao plano piloto realizado pelo órgão público municipal que beneficiou os produtores rurais orgânicos desta comunidade.

Figura 4 - Espacialização dos pontos referentes a cada tipo de destinação final do esgoto doméstico.



Ao avaliar a origem da água utilizada nas residências (Figura 5), apenas 1% dos entrevistados possuem acesso a água tratada e distribuída pela Companhia Espírito-Santense de Saneamento (CESAN), 29% utilizam água oriunda de nascentes e 70% de fonte subterrânea (ou cacimba, como é popularmente conhecido). Dados do PMSB-SMJ (2018) relatam que cerca de 80% das residências apresentam deficiência no abastecimento de água potável. Esse cenário, no qual, 99% das residências utilizam água de origem subterrânea e, adicionado a problemática dos lançamentos majoritários do esgoto doméstico em fossas negras, pode-se haver um cenário preocupante, decorrente de um potencial risco de contaminação do manancial subterrâneo por meio da introdução de cargas orgânicas, íons, e microrganismos nocivos. Autores como Gomes, Souza e Fujinaga (2011), Cavalcante (2014) e Vallim *et al.* (2019), associaram a qualidade da água e a prevalência de doenças de veiculação hídrica de localidades rurais com as condições de saneamento. Desta forma, se torna importante o controle microbiológico d'água proveniente de mananciais subterrâneos (BRUM *et al.* 2016), tendo em vista que essas fontes abastecem a maioria da população em estudo.

Figura 5 - Origem da água utilizada nas residências da área de estudo.



Questionou-se os entrevistados se a forma de destinação dada ao efluente é classificada como correta. Como resultado, 74% dos entrevistados classificam sua forma de destinação do esgoto sanitário como correta, mesmo que a grande maioria lança seu efluente em fossas negras, valões e córrego. Deste modo, é possível verificar o desconhecimento sobre a correta forma da destinação do esgoto doméstico. Neste caminho, o estudo da percepção ambiental se mostra ferramenta fundamental para estabelecer uma compreensão das inter-relações entre o homem e o ambiente, suas expectativas, anseios, satisfações e insatisfações, julgamentos e condutas (FERNANDES *et al.*, 2004).

Em seguida, perguntou-se aos respondentes se eles possuíam, em suas propriedades, nascentes ou cursos d'água. Apenas 7% não possuem esses corpos d'água em suas propriedades. Entre os 93% de entrevistados que possuem esse recurso natural em suas respectivas propriedades, 62% lançam seus efluentes em fossas negras e classificam esta forma de destinação como correta, tornando-se evidente a necessidade de um trabalho de educação ambiental para conscientização dos moradores da localidade. Confirmando a necessidade de conscientização da população dessa localidade, apenas 13% participaram de alguma capacitação relacionado ao saneamento, o que demonstra, também uma fragilidade por parte do poder público quanto ao interesse em melhorar o saneamento básico da zona rural do município.

Ao serem perguntados sobre a sensação de segurança com a atual destinação que dão ao esgoto, 67% dos entrevistados responderam que sim, se sentem seguros, e 33% disseram que não possuem segurança no atual método que utilizam. Dentre os 67% dos respondentes que se sentem seguros com o atual método que utilizam, 54,66% representam moradores que utilizam a fossa negra como forma de destinação final de seu esgoto. Isso demonstra a falta de políticas públicas de gestão ambiental e retratam que essas localidades podem gerar impactos sociais e ambientais. Quanto ao lançamento do esgoto em fossas negras, 65% dos entrevistados acreditam que essa forma de destinação final do

efluente não causa doenças e 62% disseram que não causa danos ao meio ambiente. Esses resultados são justificados pela falta de informação que os moradores da região têm em relação a destinação adequada do esgoto doméstico, visto que, na concepção destes, o fato do esgoto ser depositado em um local coberto, mesmo que não impermeabilizado, acaba com os problemas que poderia causar, ao contrário se fosse lançado a céu aberto ou em córregos.

No entanto, esse lançamento pode incidir em uma frequentemente contaminação freática. De acordo com a ABNT NBR 7229/93 (ABNT, 1993) que trata do projeto, construção e operação de sistemas de tanque sépticos, considerado como alternativa adequada de tratamento de efluentes sanitários, dispõe que a sua instalação deve possuir uma distância mínima de 15,00 metros de poços freáticos e de corpos d'água de qualquer natureza. Além do predomínio de fossas rudimentares, não se leva em conta a distância dos corpos d'água, sendo muitas vezes construídas próxima aos pontos de captação d'água de consumo humano. Adicionalmente, são adotadas dimensões da fossa negra que visam atender longos períodos de lançamento dos efluentes, perfazendo no afloramento da água subterrânea, causando sua contaminação direta e contínua.

Quando perguntados se acham que áreas rurais necessitam de tratamento do esgoto gerado, a maioria dos entrevistados (66%) concordam ser necessário. Porém, os 34% que disseram não haver necessidade de tratamento justificaram seu ponto de vista baseados na suposição de que, a geração e descarte de esgoto em zona rural é caracterizada por grandes distâncias (lançamentos difusos), que, conforme a percepção destes, diminui os impactos.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os resultados do teste Qui-quadrado que mede o grau de dependência da idade dos entrevistados e suas respostas; e da escolaridade dos entrevistados e suas respostas, respectivamente. É possível verificar que não existem relações significativas entre a forma de destinação do esgoto, capacitação, impactos ambientais e se a zona rural necessita de tratamento dos efluentes com as idades dos respondentes. Já se a destinação é correta, se sentem seguros com a referida destinação e se o descarte inadequado pode causar doenças, tem relação estatística significativa com as idades dos respondentes.

Tabela 1 - Teste Qui-quadrado para idade dos entrevistados.

	Faixa etária				p-valor	Hip
	12 a 20	21 a 40	41 a 60	> 60		
Destinação dada ao esgoto doméstico em sua residência						

Fossa impermeável	5	5	2	0		
Fossa negra	23	159	91	25		
Fossa filtro	4	16	13	1	0,0600	H_1
Córrego	2	13	10	2		
Valão	1	7	8	1		
A destinação dada é adequada						
Sim	20	149	90	25	0,3639	H_0
Não	10	52	33	4		
Participação em algum curso de capacitação						
Sim	9	18	23	1	0,011	H_1
Não	21	183	101	28		
Se sente seguro com a atual destinação						
Sim	20	135	84	22	0,8078	H_0
Não	10	67	40	7		
Pode causar doença						
Sim	15	73	40	7	0,1625	H_0
Não	15	128	85	22		
Pode causar danos ao meio ambiente						
Sim	22	82	33	8	1,68 x 10 ⁻⁵	H_1
Não	8	118	90	21		
Há necessidade de tratamento do esgoto doméstico em Zona Rural						
Sim	26	125	85	17	0,0438	H_1
Não	4	76	39	12		

Nota: Hip.: Hipótese. Fonte: Os autores (2022).

Tabela 2 - Teste Qui-quadrado para grau de escolaridade.

	Grau de escolaridade					p-valor	Hip.
	Analf.	1 ^a a 4 ^a	5 ^a a 8 ^a	E. M.	S. In.		
Destinação dada ao esgoto doméstico em sua residência							
Fossa impermeável	0	1	2	3	0	0	0,3230 H_0

Fossa negra	15	152	82	46	2	2		
Fossa filtro	1	13	8	11	0	1		
Córrego	2	15	4	6	0	0		
Valão	0	13	3	1	0	0		
A destinação dada é adequada								
Sim	13	148	78	44	0	1	0,0369	H_1
Não	5	47	21	22	2	2		
Participação em algum curso de capacitação								
Sim	1	20	9	18	1	2	0,001	H_1
Não	17	175	90	49	1	1		
Sente segurança com a atual destinação								
Sim	13	133	72	40	0	1	0,1082	H_0
Não	5	63	27	27	2	2		
Pode causar doença								
Sim	5	54	32	38	2	3	3×10^{-5}	H_1
Não	13	142	66	30	0	0		
Pode causar danos ao meio ambiente								
Sim	6	47	46	42	2	2	5×10^{-8}	H_1
Não	12	147	53	24	0	1		
Há necessidade de tratamento do esgoto doméstico em Zona Rural								
Sim	11	114	65	57	2	3	0,0023	H_1
Não	7	81	34	10	0	0		

Nota: Analf.: Analfabeto; E. M.: Ensino Médio; S.In.: Superior Incompleto; S. Co.: Superior Completo; p -va.: p -valor; e, Hip.: Hipótese. Fonte: Os autores (2022).

Em relação a Tabela 2, pode-se inferir que as formas de destinação e seu aspecto de segurança, apresentam relação estatisticamente significativa com o grau de escolaridade. Já as questões relativas à destinação, participação em curso, se o descarte inadequado pode causar doenças, impactar o meio ambiente e se é preciso tratar o efluente na zona rural, não tiveram relação significativa com o grau de escolaridade dos respondentes. A ausência de relação estatística significativa na maioria das respostas, em ambos fatores (escolaridade e idade) evidenciam que toda estratificação social deve ser trabalhada com ações de conscientização, por exemplo.

Na Tabela 3 é apresentado a estimativa do volume de esgoto gerado, considerando-se a população total da região estudada. Pode-se verificar que o lançamento em fossa negra representa o maior volume destinado de forma inadequada, o que já era esperado. Destaca-se também, a estimativa do volume que é lançado em córregos/rios. Portanto, somando-se as destinações inadequadas, chega-se à porcentagem de 91% do volume total, o que equivale dizer que 1.127,75 m³ são destinados diariamente de forma inadequada.

Tabela 3 - Geração do esgoto estimado pela amostra representativa da região.

Formas de lançamento	<i>Q_{méd}</i> (m³/d)
Fossa impermeável	35,5
Fossa negra	1.014,00
Fossa filtro	117,00
Córrego/Rios	113,75
Valão	65,00
Total	1.345,25

4 CONCLUSÃO

O objetivo desse trabalho foi avaliar as formas de destinação final do esgoto doméstico da Região Alta da bacia hidrográfica do Rio Santa Maria da Vitória. Foi possível verificar que o lançamento em fossas negras é a forma mais predominante de destinação. Além disso, um fato que se torna preocupante é o risco de contaminação hídrica, podendo ser associado a prevalência de doenças dos habitantes. Outro aspecto a ser destacado se refere ao fato de a localidade possuir forte atividade agrícola, e, por conseguinte, o comprometimento do manancial de irrigação pode comprometer questões sanitárias dos alimentos produzidos.

Verificou-se destinação adequada de forma tímida, por meio de poucas fossas filtro. Além da baixa adesão voluntária, a maior quantidade de instalações se deu pela iniciativa do órgão público municipal devido ao alto índice da esquistossomose na comunidade em que se teve maior incidência desse tipo de destinação. Adicionalmente, os produtores orgânicos, em boa parte, aderiram ao referido sistema em decorrência das exigências comerciais e sanitárias.

Os resultados encontrados nesse estudo evidenciam situação preocupante no que se refere a gestão dos efluentes domésticos, visto que, além da majoritária destinação final em fossas negras, os moradores da região acreditam que essa forma de destinação não causa doenças e danos ao meio

ambiente e, por isso, se sentem seguros descartando seu efluente desta forma. Devido a isso, os impactos ambientais na bacia do rio Santa Maria da Vitória podem ocorrer já em sua porção alta. Por fim, esse trabalho demonstra a necessidade de se estabelecer políticas públicas que busquem conscientizar a população e promova a adoção de práticas sustentáveis de destinação de efluentes domésticos.

Contribuições dos autores

Leandro José Schaffer: Conceituação; metodologia; validação de resultados; redação da minuta (1ª versão).

Michel Trarbach Bleidorn: Conceituação; metodologia; redação, revisão e edição.

Isamara Maria Schmidt: Conceituação; metodologia; redação, revisão e edição.

Charles Moura Netto: Conceituação; metodologia; redação da minuta (1ª versão).

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESPÍRITO SANTO (AGERH). **Projeto de restauração e conservação da biodiversidade e dos recursos hídricos no estado do Espírito Santo, nas bacias dos rios Jucu e Santa Maria da Vitória: “Projeto Florestas Para Vida**, Vitória: AGERH, 2016. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/cbh-smv>. Acesso em: 13 set. 2018.

ARAÚJO, S. C. de; FILHO, J. A. S.; SILVA, G. M. S.; SOBRINHO, L. G. A. e NOGUEIRA, V. F. B. N. Espacialização dos serviços básicos de saneamento na zona rural do município de Pombal, PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 3, p. 122-130, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Brasil). **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. ABNT, 1993.

BALTAZAR, J.; BRISCOE, J.; MESOLA, V.; M.O.E.C.; SOLON, F.; VANDERSLICE, J.; YOUNG, B. Can the case-control method be used to assess the impact of water supply and sanitation on diarrhoea? A study in the Philippines. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 66, n. 5, p. 627-635, 1988.

BIOLCHI, L. C.; COLLET, M. L.; DALLANORA, F. J.; D'AGOSTINI, F. M.; Nardi, G. M.; MÜLLER, G. A. e WAGNER, G. Enteroparasitos e comensais em estudantes entre 7 e 14 anos em áreas rurais e urbanas do município de Campos Novos, Oeste de Santa Catarina, Brasil. **Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology**, v. 44, n. 3, p. 337-342, 2015.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 out. 2020.

BRASIL. **Marco Regulatório de Saneamento - Lei 14.026 de 15 de julho de 2020. Dispõe sobre a atualização do marco regulatório de saneamento no Brasil**. Brasília, 2020. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm. Acesso em: 05 de jan. 2021.

BRUM, B. R.; OLIVEIRA, N. R.; REIS, H. C. O.; LIMA, Z. M.; MORAIS, E. B. Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá - MT: Avaliação microbiológica, físico-química e fatores de risco à saúde. **Holos**, Rio Grande do Norte, v.2, p.179-188, 2016.

CAVALCANTE, E. B. L. Ocorrência de *Escherichia coli* em fontes de água e pontos de consumo em uma comunidade rural. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 3, p. 550-558, 2014.

d'ÁGUILA, P. S.; ROQUE, O.C.C.; MIRANDA, C.A.S.; FERREIRA, A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Caderno de Saúde Pública**, 16, 3, 791-798.

ESREY, S.A. Water, waste, and well-being: a multicountry study. **American Journal of Epidemiology**, v. 143, n. 6, p. 608-623, 1996.

FERNANDES, R. S.; SOUZA, V. J.; PELISSARI, V. B.; FERNANDES, S. T. Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental. **Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade**, v. 2, n. 1, p. 1-15, 2004.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de estatística**. São Paulo: Atlas, 1996. Cap. 7.

GOMES, M. C. R. L.; SOUZA, J. B. de; FUJINAGA, C. I. Estudo de caso das condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos moradores da estação ecológica de Fernandes Pinheiro (PR). **Ambiência**, v. 7, n. 1, p. 25-38, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010: Características da população e dos domicílios resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf. Acesso em: 13 fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Espírito Santo, Santa Maria de Jetibá. IBGE. 2010. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?codmun=320455>. Acesso em: 04 maio 2018.

LARSEN, D. **Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. Estudo de caso: bacia contribuinte ao reservatório do Rio Verde, região metropolitana de Curitiba-PR**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná, 2010.

MENEZES, J. P. C.; BERTOSSI, A. P. A. Percepção do uso e contaminação da água na zona rural: um estudo de caso no sul do estado do Espírito Santo, Brasil. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 8, n. 4, 2011.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 370–374, 2002.

MORESI, E (Organizador). **Metodologia da pesquisa**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, v. 108, n. 24, p. 5, 2003.

QUEIROZ, J. T. M.; HELLER, L.; SILVA, S. R. Análise da Correlação de Ocorrência da Doença Diarreica Aguda com a Qualidade da Água para Consumo Humano no Município de Vitória-ES. **Saúde e Sociedade**, v. 18, n. 3, p. 479–489, 2009.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, URL <http://www.R-project.org>, ISBN 3-900051-07-0.

SANTA LEOPOLDINA, Prefeitura Municipal de Santa Leopoldina (PMSL). **Ponto Turístico**. Disponível em: <http://www.santaleopoldina.es.gov.br/VerPontoTuristico.aspx?no=19>. Acesso em: 13 set. 2018.

SANTA MARIA DE JETIBÁ (Município). **Lei Nº 2071/2018**: Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico destinado à execução dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no município de Santa Maria de Jetibá - ES, e autoriza o poder executivo a celebrar convênio de cooperação com o estado do Espírito Santo nos moldes do art.241 da CF/88, a celebrar contrato de programa com a Companhia Espírito Santense de Saneamento, e delegar a regulação e fiscalização dos serviços à agência de regulação dos serviços públicos- ARSP, nos termos das leis federais nº 11.445/07 e 11.107/05, e lei estadual nº 9.096/08, e dá outras providências. Santa Maria de Jetibá: PMSB, 2018. Disponível em: https://arsp.es.gov.br/Media/arsi/Saneamento/Municipios%20Regulados/Santa%20Maria%20de%20Jetiba%20C3%A1/2Lei2071_2018_PMSB_SantaMariaJetiba.pdf. Acesso em 23 mai. 2022.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE SANTA MARIA DE JETIBÁ. Prefeitura Municipal de Santa Maria de Jetibá – **Processo Nº 007540/2018**, Santa Maria de Jetibá: SMS, 2018.

SILVA, E. B.; ALVES, C. S.; PORTILHO, J. C. S. P. Diagnóstico Participativo de Saneamento Básico na comunidade rural do Baixo Rio Araguari, Município de Ferreira Gomes-Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 2, p. 17-23, 2016.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Esgotamento Sanitário 2020. Brasília: SNIS, 2021. Disponível em <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-esgotamento-sanitario>. Acesso em 06 de jan. 2021.

VALLIM, C. A.; RESENDE, C. A. L.; RODRIGUES, D. M.; COSTA, M. S.; MELO, E. D. Casos de doença diarreica aguda e qualidade da água da comunidade rural do Taquaral, no Município de Três Corações–MG. **Revista Augustus**, v. 24, n. 49, p. 241-259, 2019.

VIEIRA, S. **Introdução a bioestatística**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2011.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, 1996.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**. Switzerland: WHO, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>. Acesso em: 18 out. 2020.