

TECNOLOGIAS DESCENTRALIZADAS APROPRIADAS PARA TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO EM ÁREAS RURAIS: ESTUDO DE CASO PARA UMA COMUNIDADE RURAL DE SIMONÉSIA – MINAS GERAIS¹

Mariza Silva Bitarães Dias²
Alex Cardoso Pereira

RESUMO

A ausência de sistemas de tratamento de esgoto doméstico é uma das principais causas de insalubridade e degradação ambiental, além de ser uma forte ameaça à segurança alimentar das famílias rurais brasileiras. O estudo teve como objetivo fornecer subsídios para a elaboração de um programa de implantação de tratamento de esgoto doméstico na área da microbacia hidrográfica do Córrego do Mato, situado na comunidade rural São Braz, Simonésia, Minas Gerais. Foi investigada a situação do abastecimento de água e do esgotamento sanitário de 67 domicílios. Foi encontrado um cenário preocupante em relação à disposição final do esgoto doméstico, sendo que 96 % dos domicílios estão em situação inadequada - disposição in natura em cursos d'água ou fossas rudimentares. Foram propostas alternativas adequadas para o tratamento do esgoto doméstico de acordo com as necessidades e condições locais da área de estudo. As alternativas escolhidas são tecnologias sociais e ecológicas com replicação e já implantadas em outras localidades rurais.

Palavras-chave: Águas residuárias. Desenvolvimento rural. Bacia hidrográfica.

DECENTRALIZED TECHNOLOGIES APPROPRIATE FOR TREATING DOMESTIC SEWAGE IN RURAL AREAS: CASE STUDY FOR A RURAL COMMUNITY IN SIMONESIA - MINAS GERAIS

ABSTRACT

The absence of domestic sewage treatment systems is one of the main causes of unhealthy and environmental degradation, in addition to being a strong threat to the food security of Brazilian rural families. The study aimed to provide subsidies for the elaboration of a program for the implementation of domestic sewage treatment in the area of the watershed of the Córrego do Mato, located in the rural community of São Braz, Simonésia, Minas Gerais. The situation of water supply and sanitation for 67 households was investigated. A worrying scenario was found in relation to the final disposal of domestic sewage, with 96 % of households being in an inadequate situation - *in natura* disposal in water courses or rudimentary cesspits. Appropriate alternatives have been proposed for the treatment of domestic sewage according to the needs

¹ Como citar este artigo:

DIAS, M. S. B; PEREIRA, A. C. Tecnologias descentralizadas apropriadas para tratamento de esgoto doméstico em áreas rurais: estudo de caso para uma comunidade rural de Simonésia – Minas Gerais. **ForScience**, Formiga, v. 9, n. 2, e00995, jul./dez. 2021. DOI: 10.29069/forscience.2021v9n2.e995.

² Autor para correspondência: Alex Cardoso Pereira, alex.c.pereira@ufv.br.

ForScience, Formiga, v. 9, n. 2, e00995, jul./dez. 2021

and local conditions of the study area. The alternatives chosen are social and ecological technologies with replication and already implemented in other rural locations.

Keywords: Wastewater. Rural development. Hydrographic basin.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico é um instrumento fundamental para a melhoria das condições de saúde no cenário mundial, sendo intimamente relacionado às condições ambientais. No Brasil, mais de 60 % da população sem acesso a soluções adequadas ao esgotamento sanitário vive nas áreas rurais, o que equivale a 25 milhões de habitantes (BRASIL, 2019).

A ausência de sistemas de saneamento é uma das principais causas de insalubridade e degradação ambiental, além de ser uma forte ameaça à segurança alimentar das famílias, diminuindo consideravelmente a confiabilidade na qualidade dos produtos da agricultura familiar e/ou agroecológica, comprometimento da geração de emprego e renda.

A ocorrência de doenças, principalmente as infecciosas e parasitárias, ocasionadas pela falta de condições adequadas de destino dos dejetos, pode levar as pessoas à inatividade ou reduzir sua potencialidade para o trabalho (BRASIL, 2013; HUTTON *et al.*, 2020).

Segundo o Censo Demográfico de 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010a), no Brasil cerca de 29,9 milhões de pessoas residem em localidades rurais totalizando, aproximadamente, 8,1 milhões de domicílios. Os serviços de saneamento prestados a esta parcela da população apresentam elevado déficit de cobertura, sendo o maior no componente esgotamento sanitário, onde 54,2 % dos domicílios possuem atendimento precário e 28,6 % são considerados sem atendimento.

O tratamento de esgoto em grandes estações atende apenas às necessidades de uma pequena parcela da população urbana. Na zona rural, esta solução normalmente é escassa, portanto, adotam-se técnicas ou soluções rudimentares conhecidas há vários anos como o uso de fossas negras e sumidouros. Dessa forma, torna-se uma tarefa dos pesquisadores, dos técnicos especialistas e órgãos competentes a proposição de estratégias visando mudar esse paradigma, alterando a situação possibilitando o acesso dessa população a outras técnicas de tratamento de efluentes sanitários, que possam atender mais adequadamente suas necessidades.

O conhecimento e a pesquisa de diversos tipos de soluções individuais de esgotamento sanitário (tratamento de esgoto doméstico) possibilitam a identificação das possíveis tecnologias mais viáveis para as comunidades rurais. A lógica da construção de soluções de

saneamento sustentáveis, que incorpora a integração entre diversos atores, em uma perspectiva de participação social, vem contribuindo para a instalação de tecnologias sociais (SILVA *et al.*, 2019).

Outro aspecto a ser considerado é o cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável do Milênio ODS6, que trata de assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos e, especificamente, o ODS6b “apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento”, estabelecidos pela ONU para 2030 (ONU, 2015; KASULO *et al.*, 2020). Diante da existência de um significativo déficit nos serviços de saneamento básico, especificamente nas zonas rurais do País e de suas consequências e, em atendimento ao ODS6.b, iniciativas como desta pesquisa devem ser incentivadas.

Portanto, devido à situação alarmante observada no contexto do saneamento rural, propõe-se, no presente trabalho, fornecer subsídios para criação e elaboração de um programa de implantação do tratamento de esgoto sanitário de residências rurais da microbacia hidrográfica do Córrego do Mato, comunidade rural São Braz, em Simonésia – Minas Gerais, buscando a melhoria das condições de vida da população local, a sensibilização em termos de educação ambiental e sanitária e a diminuição dos impactos ambientais no local.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área estudada

O município de Simonésia localiza-se na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais e possuía uma população de 18.298 habitantes em 2010, com cerca de 61 % residentes na zona rural (IBGE, 2010b).

A atividade econômica principal das áreas rurais do município é a cafeicultura. Entretanto, o cultivo de hortaliças tem crescido bastante nos últimos anos, tornando-se a segunda atividade econômica mais importante na região. A região possui também atividades ligadas à pecuária e à silvicultura (IBGE, 2010b).

O estudo contemplou a área pertencente à microbacia hidrográfica do Córrego do Mato, situada na comunidade rural São Braz, município de Simonésia – Minas Gerais.

A microbacia do córrego do Mato consiste em uma bacia hidrográfica à montante de um importante patrimônio natural do município, a Cachoeira do Marreco, tendo essa grande relevância no ecoturismo regional. A área também faz parte do Corredor Ecológico que liga a

RPPN Mata do Sossego-Simonésia à RPPN Feliciano Miguel Abdala-Caratinga, importantes unidades de conservação que abrigam o primata muriqui-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*), cuja espécie é endêmica de Minas Gerais e Espírito Santo e, é uma das mais ameaçadas de extinção do mundo (IBGE, 2010b).

Além disso, o córrego do Mato desempenha papel fundamental na agricultura familiar da região, devido à produção de hortaliças que abastecem o mercado consumidor do município.

A delimitação da microbacia hidrográfica foi realizada por meio de técnicas de geoprocessamento utilizando a base na carta topográfica SE- 23-Z-D-VI – Caratinga (IBGE, 2020) e, as informações sobre os cursos d'água da região (MINAS GERAIS, 2020). Os dados foram processados com auxílio dos softwares Qgis®, versão 2.18.3 e Google Earth Pro. A área estudada está representada na Figura 1.

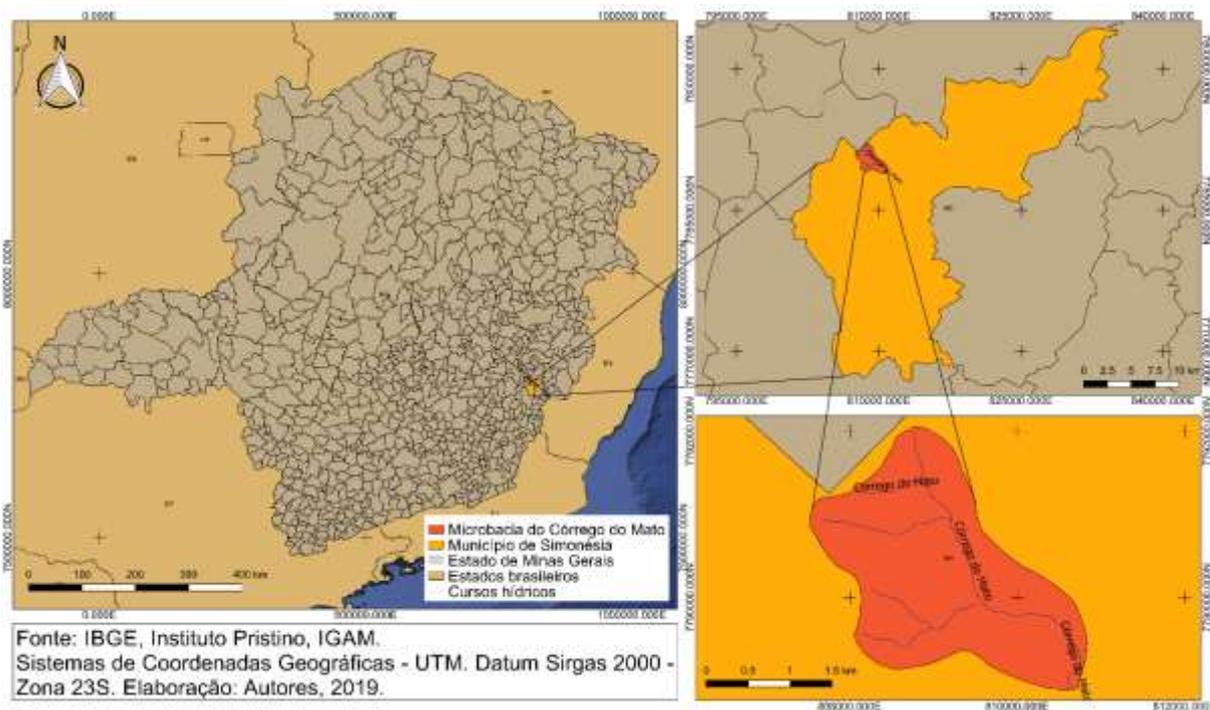


Figura 1 - Localização da área em estudo
Fonte: Autores (2019).

A microbacia hidrográfica do Córrego do Mato possui uma área de aproximadamente 5,7 km². Segundo informações do IBGE (2010a), a área de estudo possui 67 domicílios permanentes. Esses domicílios estão distribuídos na microbacia hidrográfica de forma difusa, sem a formação de aglomerações de domicílios.

2.2 Levantamento das informações sobre saneamento básico nos domicílios

Para a elaboração do programa de implantação do tratamento de esgoto das residências na área em estudo, foram abordadas as seguintes temáticas: o diagnóstico da situação do esgotamento sanitário; seleção da tecnologia de tratamento adequada e dimensionamento; e implantação dos sistemas.

O diagnóstico da situação do esgotamento sanitário nas residências foi realizado mediante visitas aos domicílios e aplicação de um questionário aos moradores, onde foi observado disposição das águas residuais e as características do domicílio. Verificou-se também o tipo de fornecimento de água para o consumo humano. A aplicação dos questionários ocorreu entre março e abril de 2019.

O questionário, o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e, o conjunto de dados tabulados estão disponíveis em <https://drive.google.com/drive/folders/1p-6Si5exOfwlmYb28OZAUPaWMbQ0WrCg?usp=sharing>.

2.2 Processo de escolha e dimensionamento das soluções individuais de tratamento de esgoto doméstico

As tecnologias para tratamento do esgoto doméstico selecionadas foram descritas por EMBRAPA (2013), Pinto e Paiva (2014), Von Sperling (2014) e Tonetti *et al.* (2018) e, escolhidas aquelas apropriadas para a realidade local da região em estudo.

A escolha do sistema de tratamento de esgoto doméstico foi feita considerando-se as vantagens econômico-financeiras da utilização de cada alternativa, a tecnologia de tratamento envolvida, construção e operação simples, baixo custo de investimento e que suportem variações hidráulicas e de carga orgânica.

A seleção da tecnologia de tratamento adequada foi realizada de acordo com as informações obtidas na visita aos domicílios, observando a disponibilidade de água para descarga de vaso sanitário; o grau de adensamento/aglomeração da população; o custo; o nível do lençol freático, área disponível e o número de pessoas por domicílio.

O dimensionamento foi realizado de acordo com as premissas das ABNT NBR 7229/93 (ABNT, 1993) e 13936/97 (ABNT, 1997) e, de acordo com Pinto e Paiva (2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Diagnóstico da situação do abastecimento de água e do esgotamento sanitário

Foram coletadas as informações sobre a situação do abastecimento de água e do esgotamento sanitário da totalidade dos domicílios existentes na área de estudo, totalizando 67 domicílios investigados.

Em relação à captação de água que abastece os domicílios da microbacia hidrográfica do Córrego do Mato (Figura 2), foi possível constatar que 80,6 % dos domicílios captam água em surgências, 18 % captam por meio de poços tubulares/poços manuais/cisternas³ e 2,4 % utilizam tanto poço quanto por surgências⁴.

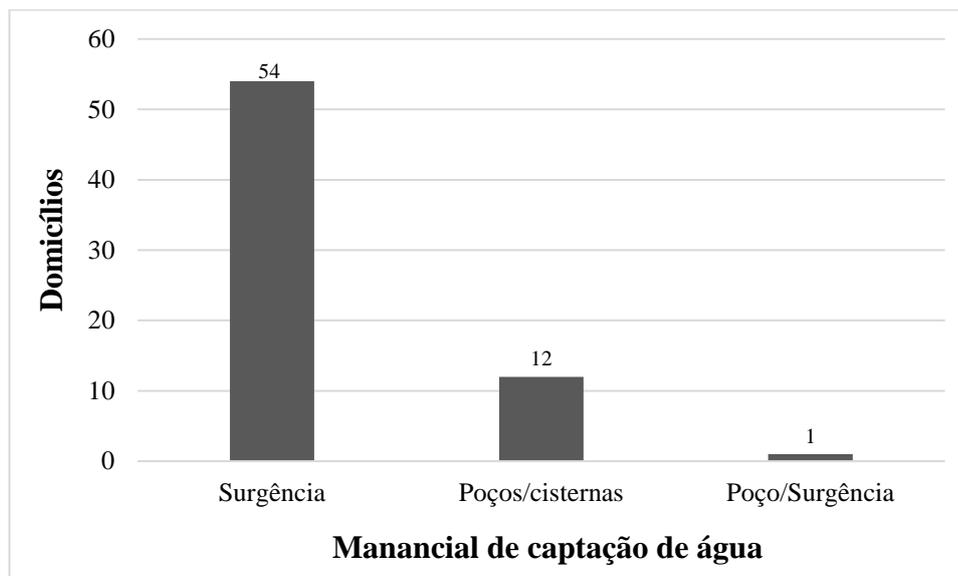


Figura 2 – Tipo manancial de captação de água para consumo humano por domicílio
Fonte: Autores (2019).

Nos domicílios onde a captação é feita por nascente, os moradores constroem um dique para aumentar o nível da água e realizar a captação por meio de tubos de PVC e, tendo a adução por gravidade até a residência. Quando o escoamento por gravidade não é possível, utiliza-se bomba para fazer o recalque até o reservatório, de onde é feita a distribuição da água para a residência. Nenhum dos moradores informou que havia problemas com disponibilidade hídrica.

O predomínio da utilização de nascentes para captação de água de abastecimento humano na área de estudo é uma realidade nas demais áreas rurais isoladas no Brasil. Segundo Roland *et al.* (2019), 42,7 % dos domicílios brasileiros captam água de nascentes para o

³Devido as condições das estruturas de captação de água subterrânea e a falta de informações por parte dos moradores, não foi possível diferenciar poços tubulares profundos de poços manuais e cisternas.

⁴Não foi informado pelos moradores a respeito da regularização ambiental (outorga ou cadastramento de usuários para uso insignificante).

consumo. Essa tendência é favorecida devido à ausência de aglomerações domiciliares e pela simplicidade da captação de água por meio de nascentes.

Em nenhuma das residências foram constatados tratamentos de água que envolvem produtos químicos, como o sulfato de alumínio, utilizado para fazer a floculação dos sólidos, e o hipoclorito de sódio, utilizado para a desinfecção da água. Em alguns domicílios, o único tratamento de água adotado é a filtração (filtro de barro ou similar), porém, na maioria, o consumo é feito sem o emprego desse processo, podendo implicar diretamente na saúde, visto que há riscos de a água estar contaminada por patógenos (devido à ausência da etapa de desinfecção), podendo ocasionar doenças de veiculação hídrica. Ressalta-se que apenas a utilização de processos de filtração não garante a remoção da totalidade de patógenos.

Em relação à disposição final do esgoto doméstico (Figura 3), apenas 6,0 % dos domicílios possuíam um sistema de disposição final de esgoto sanitário considerado adequado (fossa séptica econômica). Destaca-se que, apesar de utilizarem uma solução adequada, a situação operacional do sistema deve ser analisada, uma vez que a falta de manutenção do sistema, tais como o acúmulo de lodo nos sistemas por falta de limpeza, pode reduzir a sua eficiência de remoção de matéria orgânica.

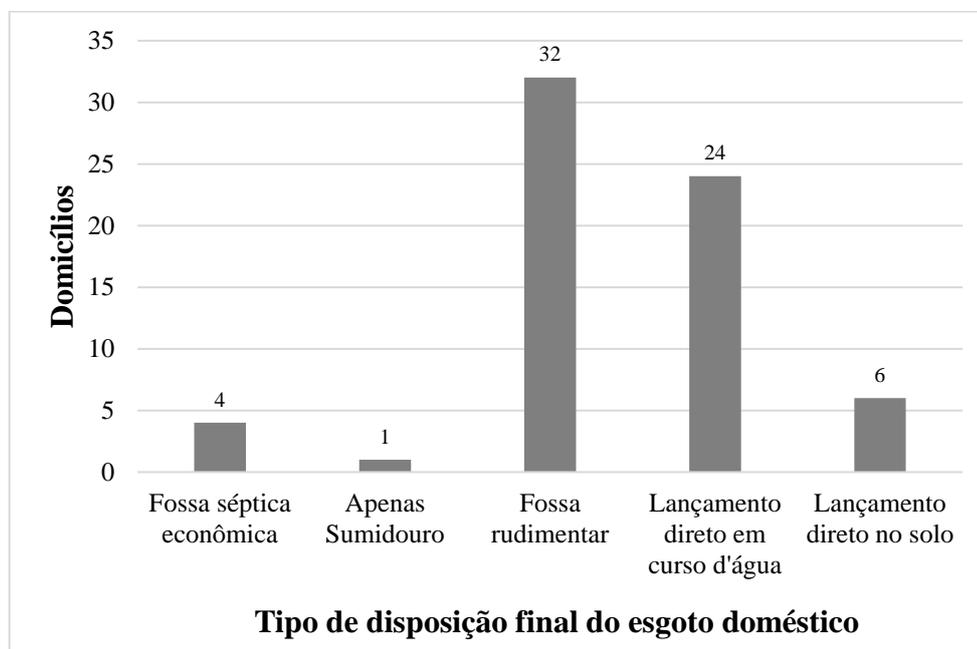


Figura 3—Tipo de disposição final do esgoto doméstico por domicílio
Fonte: Autores (2019).

Na microbacia hidrográfica do Córrego do Mato, 47,8 % dos domicílios destinam o esgoto doméstico para uma fossa rudimentar, 24 % lançam diretamente em um curso d'água e 9,0 % lançam diretamente no solo. Na Figura 4, é apresentado um conjunto de registro fotográfico com algumas fossas rudimentares utilizadas na área de estudo.



Figura 4 - Exemplos de fossa rudimentares utilizadas pelos domicílios na área de estudo
Fonte: Autores (2019).

Na Figura 5, são apresentados conjuntos de imagens evidenciando as situações em que os lançamentos de esgotos ocorrem diretamente nos cursos d'água e no solo, respectivamente.



Figura 5 - (A) Despejo de esgoto em curso d'água; (B) Lançamento de esgoto a céu aberto
Fonte: Autores (2019).

Com 96,0 % dos domicílios em situação considerada inadequada (Figura 6) em relação ao tratamento do esgoto doméstico, pode-se ser considerar a microbacia hidrográfica do Córrego do Mato em alta vulnerabilidade sanitária.

A microbacia hidrográfica em avaliação possui uma situação mais crítica que a média nacional. Segundo Roland *et al.* (2019), 53,3 % dos domicílios rurais brasileiros possuem fossa rudimentar, 13,9% possuem fossa séptica, 16,8 % não possuem banheiro e 14,6 % possuem outra forma de disposição final.

A utilização de fossas rudimentares como disposição final do esgoto doméstico aumenta o risco de poluição hídrica, visto que o efluente, sem o devido tratamento, pode contaminar as águas subterrâneas. A contaminação das águas subterrâneas pode ocasionar o aumento de doenças de veiculação hídrica nos moradores da região, uma vez que a água consumida nos domicílios não possui nenhuma forma de tratamento.

Além disso, o esgoto doméstico lançado diretamente no curso d'água implica no comprometimento da qualidade das águas superficiais, afetando os usuários dos recursos hídricos à jusante da microbacia hidrográfica do Córrego do Mato.

Já o lançamento direto no solo, à céu aberto, além de proporcionar a contaminação do solo, causa mau odores nas proximidades e cria um ambiente propício para o surgimento de vetores transmissores de doenças, além de afetar a estética do entorno do domicílio.

3.2 Tecnologias escolhidas para o tratamento do esgoto doméstico

Marangon e Pereira (2018) citam que existem inúmeras formas para o tratamento individual do esgoto doméstico, podendo ser constituídas por um sistema, de um ou mais unidades ou através da associação, para a obtenção de maior eficiência. Além de haver soluções para o tratamento das águas cinzas⁵ ou somente águas fecais⁶, há ainda opções para o tratamento de todas as águas residuárias domésticas.

Para esse estudo foram definidas cinco opções de soluções para o tratamento do esgoto doméstico: 1 - tanque séptico (TS) associado ao filtro anaeróbio de fluxo ascendente (FAN) e a um sumidouro (SU) 2 - tanque séptico biodigestor (TSB); 3 - fossa biodigestora econômica (FBE); 4 - jardim filtrante (JF); 5 - círculo de bananeiras (CB). A descrição da concepção dos sistemas de tratamento esgoto doméstico é apresentada no Quadro 1.

Aplicação da Tecnologia	Sistema	Concepção
Associada	Tanque Séptico (TS)	É uma unidade que realiza as funções de sedimentação e de remoção de materiais flutuantes, além de atuar como um digestor de baixa carga sem mistura e sem aquecimento.
	Filtro anaeróbio (FAN)	É um reator biológico preenchido por material filtrante no qual a biomassa anaeróbia e facultativa se fixa e se desenvolve promovendo a estabilização da

⁵Águas cinzas é a fração do esgoto provenientes do uso doméstico, exceto dos vasos sanitários.

⁶Águas fecais é a fração do esgoto doméstico proveniente dos vasos sanitários.

		matéria orgânica. A submersão do material no efluente provoca a entrada em estado anaeróbio por meio da inexistência de sistema de aeração constante.
	Sumidouro (SU)	Poço escavado no solo, de formato cilíndrico ou prismático, que tem como objetivo a depuração e disposição final do esgoto previamente tratado por outros sistemas.
Individuais	Jardim Filtrante (JF)	Canteiro artificial de solo, destinado ao tratamento das águas cinzas e à disposição final de esgoto, onde se permite a infiltração e evapotranspiração da parte líquida do esgoto.
	Círculo de Bananeira (CB)	É um sistema para tratamento e disposição final de águas cinza ou de esgotos previamente tratados (por exemplo, efluentes de tanques sépticos) no qual o efluente é despejado em uma vala circular com britas no fundo e preenchida com pedaços de madeira e restos vegetais, ao redor da qual são plantadas bananeiras ou outras plantas que tenham a capacidade de evaporar grandes quantidades de água.
	Tanque Séptico Biodigestor (TSB)	É uma tecnologia criada em 2001 pela EMBRAPA para o tratamento de água de vaso sanitário. É composta por três caixas d'água conectadas onde ocorrem a degradação da matéria orgânica do esgoto e a transformação deste em um biofertilizante que pode ser aplicado em algumas culturas. O sistema é capaz de atender a uma casa de até 5 pessoas, mas adaptações podem ser feitas caso o número de habitantes seja maior.
	Fossa Biodigestora Econômica (FBE)	O sistema de FBE é constituído por três (ou mais) tambores de polietileno de 250 L, popularmente chamados de bombonas, ligados em sequência. Há também variações deste sistema como, por exemplo, o uso de manilhas de concreto com 1m de diâmetro. Este sistema foi desenvolvido para tratar o esgoto proveniente do vaso sanitário.

Quadro 1 - Concepção dos sistemas individuais de esgotamento doméstico

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2013), Von Sperling (2014), Pinto e Paiva (2014) e Tonetti *et al.* (2018).

3.3 Processo de seleção das tecnologias individuais de tratamento de esgoto doméstico

Após a definição da solução mais adequada a cada localidade, foi realizado o dimensionamento das mesmas. A Figura 6 contém um esquema especificando a metodologia utilizada no dimensionamento das tecnologias de tratamento para a área em estudo.

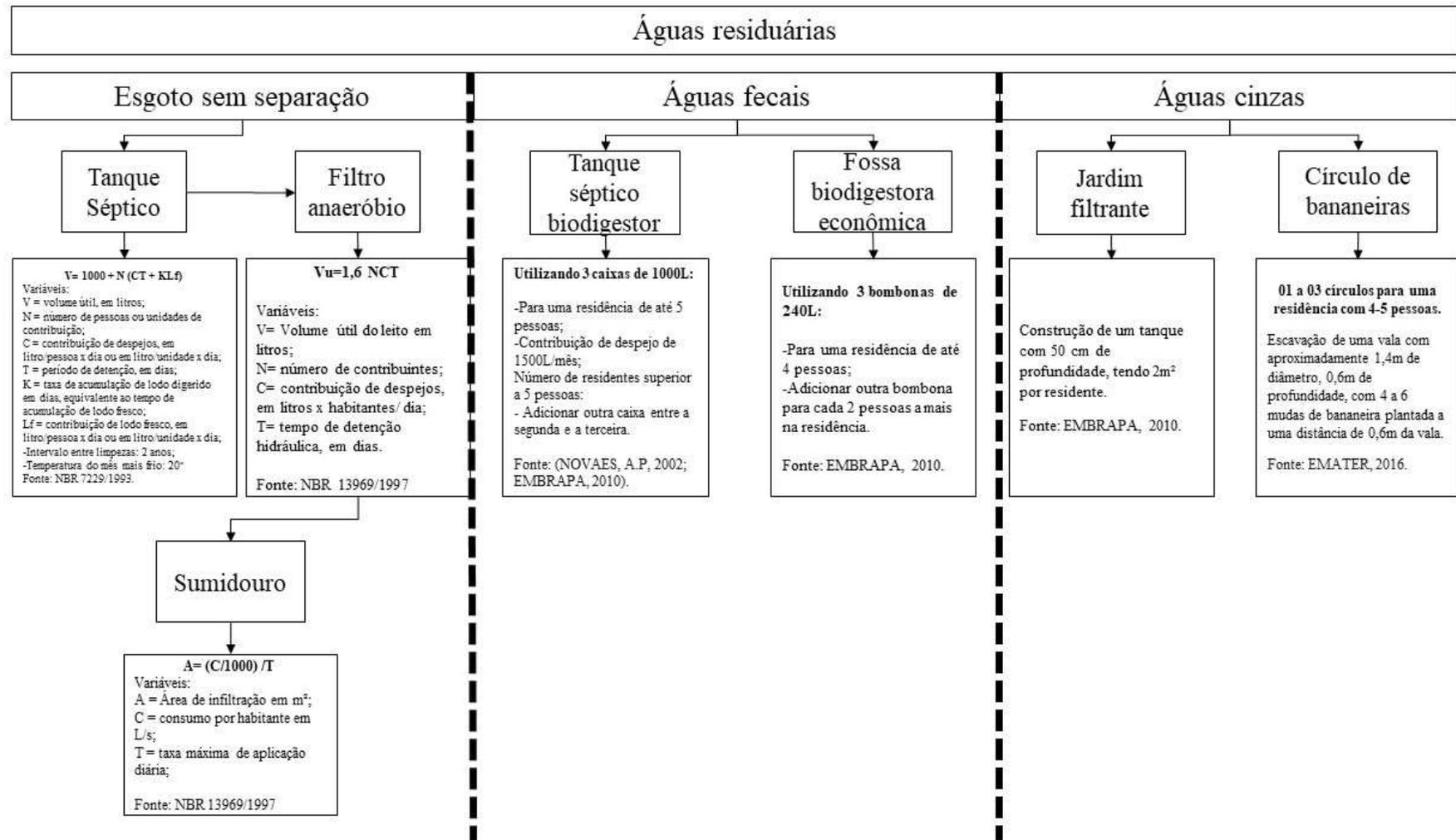


Figura 6 - Esquema detalhado dos métodos utilizados no dimensionamento das soluções alternativas de tratamento de esgoto
Fonte: Autores (2019).

O sistema TS + FAN + SUM, por se tratar de sistemas mais complexos, foi selecionado para propriedades em que o custo-benefício é viável, apresentam condições locais favoráveis, como nível do lençol freático e área disponível.

O TSB foi selecionado para propriedades com até cinco moradores, as quais apresentam condições locais adequadas e, ainda, o efluente poderá ser reutilizado na agricultura. A FBE foi empregada nas localidades em que o custo dos sistemas mais complexos se torna inviável. Já o JF foi selecionado para locais em que haja separação de águas servidas, área disponível para construção do tanque e facilidade de manutenção do sistema. E o CB designado para locais em que haja separação de águas residuais e grandes áreas.

3.4 Seleção da tecnologia de tratamento adequado

Na Figura 7, são apresentados os resultados do resumo dos sistemas escolhidos para o tratamento do esgoto doméstico dos domicílios da microbacia hidrográfica do Córrego do Mato.

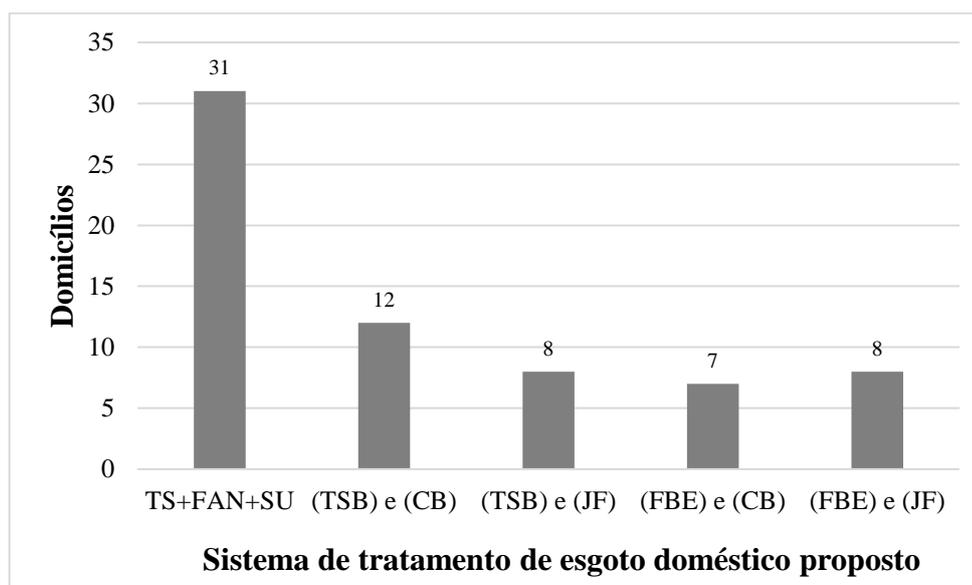


Figura 7 - Resumo dos sistemas propostos para o tratamento do esgoto doméstico por domicílios
Fonte: Autores (2019).

Nota: Tecnologias separadas por parênteses implicam em soluções diferenciadas para águas negras e cinzas, respectivamente. Conforme apresentado e descrito no Quadro 1.

De acordo com as visitas realizadas aos moradores, constatou-se que 31 propriedades apresentam condições locais favoráveis ao emprego do conjunto TS + FAN + SUM, portanto, foi realizado o dimensionamento das unidades de tratamento para essas localidades, conforme o método de cálculo descrito nas ABNT NBR 7229/93 (ABNT, 1993) e 13936/97 (ABNT, 1997).

O sistema construtivo adotado segue as orientações do Programa de Melhorias Sanitárias em Domicílios Rurais da Fundação Nacional da Saúde - FUNASA (BRASIL, 2013). O croqui do sistema é apresentado na Figura 8.



Figura 8 - Sistema tanque séptico seguido de filtro anaeróbio e sumidouro
Fonte: BRASIL (2013).

A tecnologia do TSB (Figura 9) foi selecionada para o tratamento das águas fecais de 20 domicílios (sendo que 12 TSB+CB e 8 com TSB+JF) da área estudada e dimensionados de acordo com as orientações da EMBRAPA (NOVAES, 2002). Nesse tipo de sistema de tratamento, o efluente final poderá ser reutilizado na fertirrigação.

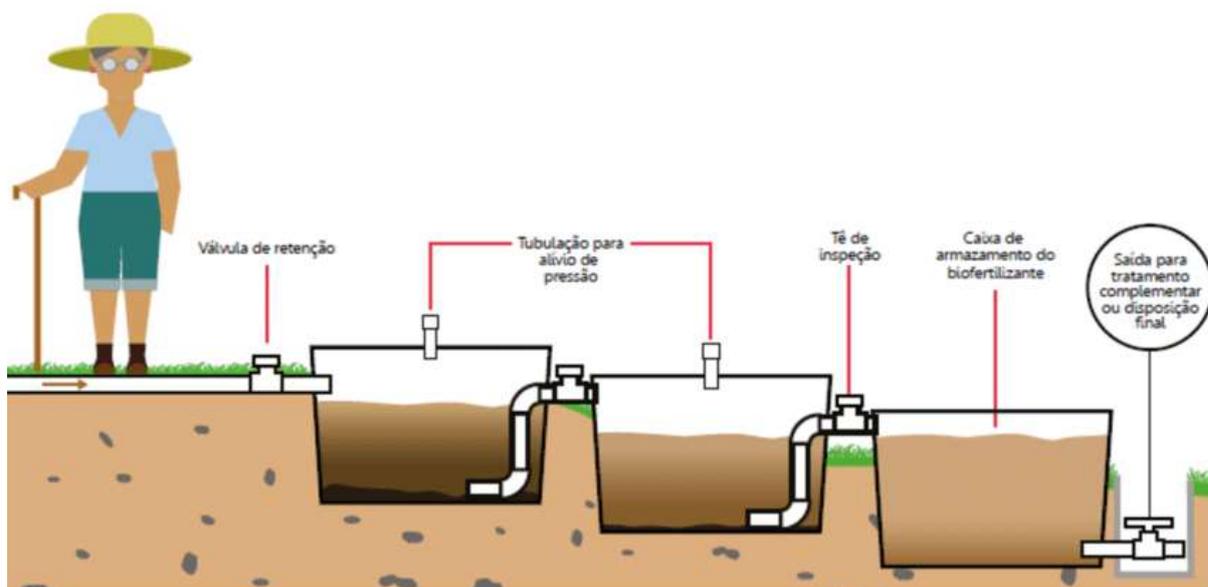


Figura 9 - Esquema de Tanque Séptico Biodigestor
Fonte: Tonetti *et al.* (2018).

O círculo de bananeiras e os jardins filtrantes (Figura 10) foram selecionados para o tratamento das águas cinzas de 35 domicílios dos 66 analisados. Esses dispositivos, por sua vez, possuem maior demanda de área e peculiaridades de operação e manutenção.

Dos domicílios que utilizariam a tecnologia TSB para tratamento de águas fecais, 12 tratariam as águas cinzas com o círculo de bananeiras e oito com os jardins filtrantes.



Figura 10 - Sistemas para tratamento de água cinza – A: Círculo de Bananeiras; B: Jardim Filtrante
Fonte: Embrapa (2013) e Paes *et al.* (2014).

A FBE é o sistema de tratamento para água fecal com o melhor custo-benefício. Essa tecnologia foi selecionada para os locais onde há maior carência de recursos financeiros, sendo indicadas para 15 domicílios. Também foram dimensionadas soluções para as águas cinzas desses domicílios, sendo CB (7 domicílios) e JF (8 domicílios). A Figura 11 apresenta um exemplo de FBE instalada em uma propriedade rural na cidade de Caratinga, Minas Gerais.



Figura 11 - Exemplo de implantação da Fossa Biodigestora Econômica em um imóvel rural
Fonte: Prefeitura Municipal de Caratinga (2013).

A implantação dos sistemas de tratamento de esgoto doméstico na microbacia hidrográfica do Córrego do Mato é necessária para melhoria da qualidade de vida da população residente. O impacto da implantação influencia tanto nas questões ambientais, quanto

econômicas e sociais. Segundo Costa e Guilhoto (2014), estima-se que com a melhoria no sistema sanitário da área rural do país haja uma redução de cerca de 2.592 mortes e 5,5 milhões de casos de doenças diarreicas por ano. Ou seja, com a implantação de sistemas de saneamento básico nas áreas rurais, a sociedade receberá como benefícios sociais a diminuição da pressão sobre o sistema público de saúde, melhoria da renda local e o aumento do engajamento ambiental.

3.5 Medidas para implantação, monitoramento e avaliação dos sistemas

É de suma importância que os moradores participem de todas as etapas de concepção, construção e operação dos sistemas, pois o sucesso do programa depende da conservação e manutenção dos sistemas. Conforme citam Roland *et al.* (2019), os aspectos da ruralidade influenciam a adoção de soluções sanitárias e não são captados por análises quantitativas, dependendo de análises qualitativas para serem considerados em pesquisas e políticas públicas, podendo alterar completamente o contexto.

Com o objetivo de alcançar êxito nos serviços de saneamento, desde a sua concepção até o final do horizonte, torna-se imprescindível o uso de estratégias sobre diferentes processos educativos (FERREIRA *et al.*, 2019). Sendo assim, a Administração Pública Municipal deve elaborar um programa de implantação, avaliação e estratégias de monitoramento de sistemas individuais de esgotamento sanitário; estrutura de forma que contemple os aspectos sociais, técnicos e ambientais da região. Destaque-se, ainda, a importância de acompanhamento e avaliação da aplicação das Políticas Públicas nas áreas, estabelecidas pelo Plano Municipal de Saneamento Básico do município.

A construção dos sistemas de tratamento pode ser realizada por meio de mutirões compostos pelos próprios moradores, com orientação técnica de profissionais de saneamento e com a utilização de materiais reaproveitáveis (como por exemplo, resíduos da construção civil como meio filtrante) para redução de custos.

Por fim, sugerem-se reuniões com os participantes para realizar um treinamento acerca da operação e manutenção dos sistemas e para a replicação das tecnologias.

Em relação aos programas e projetos de saneamento adequado, é necessário conseguir estabelecer uma relação de confiança entre os usuários, profissionais da área e os formuladores das Políticas Públicas, para que haja troca de saberes e anseios entre todos. Corroborando com Rossoni *et al.* (2014), a efetiva aplicação das Políticas Públicas da área de saneamento básico,

com o diálogo entre os atores sociais envolvidos, reduz as diferenças regiões e proporciona a universalização dos serviços de saneamento e o acesso à água com qualidade.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho possibilitou conhecer de forma mais ampla a situação do esgotamento sanitário na microbacia hidrográfica do Córrego do Mato e, dessa forma, propor medidas visando a melhoria da qualidade de vida das famílias e do ambiente.

Observou-se um cenário preocupante, apresentando 96,0 % dos domicílios com lançamento de esgoto doméstico diretamente no curso hídrico e/ou no solo, além da utilização de fossa rudimentar como disposição final.

Percebeu-se, por meio das visitas e diálogo com os moradores, que, na comunidade, a carência de informações e ausência de discussão a respeito do assunto são os principais empecilhos para a disseminação e emprego das tecnologias de tratamento.

Diante desse contexto, foram propostas, no presente trabalho, soluções alternativas que atendam às necessidades de cada imóvel e, se pretende fazer uma parceria com a Prefeitura Municipal de Simonésia para execução desses sistemas. Se o programa for concretizado, haverá grande melhoria das condições de vida e de saúde da população local e, do ambiente em questão.

Contudo, é indispensável fazer novas abordagens que estimulem a população e desperte mais interesse no assunto, podendo ser por meio de palestras e reuniões em que haja espaço para que a comunidade sane dúvidas. Também são necessários novos estudos para propor soluções a respeito do lodo gerado nas unidades de tratamento, uma vez que o município não possui usina de gerenciamento de lodo e nem caminhões limpa-fossa para fazer a coleta.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: tanques sépticos - unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. Brasília, DF. 2013. Disponível em:

http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf. Acesso em: 20 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília: Funasa, 2019. 260 p.

COSTA, C. C. da; GUILHOTO, J. J. M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, p. 51-60, 2014.

EMBRAPA. **Soluções Tecnológicas**. Jardins Filtrantes. Embrapa Instrumentação, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1035691/jardim-filtrante>. Acesso em: 07 fev. 2021.

FERREIRA, L. A. F. *et al.* Saneamento rural no planejamento municipal: lições a partir do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). **Revista DAE**, São Paulo, v. 67, n. 2020, p. 36-51, 2019.

HUTTON, G. *et al.* Comparison of the costs and benefits of the Clean India Mission. **World Development**, Amsterdã, v.134, n.105052, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Populacional 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Simonésia, Panorama**. Brasil, 2010b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/simonesia/pesquisa/10087/76819>. Acesso em: 15 out. 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas e Mapas**. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em 02 dez. 2020.

KASULO, V. *et al.* Enhancing sustainable sanitation through capacity building and rural sanitation marketing in Malawi. **Environment, Development and Sustainability**, Mol, v. 22, p. 201–215, 2020.

MARANGON, B. B; PEREIRA, A. S. A de P. **Projeto de sistema de esgotamento sanitário para clube de lazer na zona rural do município de Raul Soares**. 2018.76p.Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Viçosa, 2018.

MINAS GERAIS. Secretária Estadual de Desenvolvimento Sustentável. **Estrutura de Dados Espaciais IDE SISEMA**. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em 02 dez. 2020.

NOVAES, A. P. **Comunicado técnico 46**: utilização de uma fossa séptica biodigestora para a melhoria do saneamento rural e desenvolvimento da agricultura orgânica. São Carlos: Embrapa, 2002. Disponível em: http://saneamento.cnpdia.embrapa.br/tecnologias/Comunicado_Tecnico-46-2002.pdf. Acesso em: 16 out. 2018.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Water Annual International Zaragoza Conference**. Water and sustainable development: from vision to action. 2015. Disponível em: https://www.un.org/waterforlifedecade/waterandsustainabledevelopment2015/open_working_group_sdg.shtml. Acesso em: 21 dez. 2020.

PAES, M. *et al.* Uso de tecnologias ecológicas de saneamento básico para solução de conflitos socioambientais. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 8, p. 226-247, 2014.

PINTO, A. G.; PAIVA, S. M. B. **Uso de sistemas individuais para tratamento de esgoto sanitário em microrregiões de Araponga-MG**. Projeto Final de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014

PREFEITURA MUNICIPAL DE CARATINGA. **Prefeitura de Caratinga recebe prêmio da Fundação Banco do Brasil. Caratinga**, 2013 Disponível em: <https://www.caratinga.mg.gov.br/detalhe-da-materia/info/prefeitura-de-caratinga-recebe-premio-da-fundacao-banco-do-brasil/6913>. Acesso em: 07 fev. 2021.

ROLAND, N. *et al.* A ruralidade como condicionante da adoção de soluções de saneamento básico. **Revista DAE**, São Paulo, v. 67, n. 220, p.15-35, 2019.

ROSSONI, H. A. V. *et al.* Avaliação da política estadual de saneamento para a região Norte e Nordeste do Estado de Minas Gerais: uma análise do Projeto Vida no Vale. **Revista de Políticas Públicas**, São Luís, v. 18, n. 1, p. 241-254, 2014.

SILVA, B. B. *et al.* Evidenciando experiências positivas em saneamento básico: visões do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). **Revista DAE**, São Paulo, v. 67, n. 220, p. 69-86, 2019.

TONETTI, A. L. *et al.* **Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas**: referencial para a escolha de soluções. Campinas: Biblioteca/Unicamp. 153 p.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia sanitária e Ambiental, 2014. 452p.

DADOS DOS AUTORES:

Nome: Mariza Silva Bitarães Dias

E-mail: marizamzabitarães@outlook.com

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3771615653382919>

Graduação em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de Caratinga. Atualmente cursa especialização em Desenvolvimento Regional, Saneamento e Meio Ambiente no Centro Universitário de Caratinga.

Nome: Alex Cardoso Pereira

E-mail: alex.c.pereira@ufv.br

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4278514918681901>

Doutorando e Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa, especialista em Avaliação de Risco e Perícia Ambiental e bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário de Caratinga. Atuou como coordenador e professor titular dos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil do Centro Universitário de Caratinga e como engenheiro ambiental e sanitarista da Fundação Educacional de Caratinga. Tem experiência na área de Engenharia Ambiental e Sanitária, com ênfase em Engenharia Sanitária, atuando principalmente nos seguintes temas: saneamento básico, salubridade ambiental, saneamento ambiental, saneamento rural, gestão ambiental, avaliação de passivos ambientais, projetos hidro-sanitários, projetos hidroambientais e gestão de projetos.