

Uso de Tecnologias Sociais para Tratamento de Efluentes Domiciliares em Propriedade Rural da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão (Ugrhi Tietê-Jacaré - Sp)

Social Technologies' s use for Household Wastewater Treatment in Rural Property of Ribeirão do Feijão Hydrographic Basin (Ugrhi Tietê-Jacaré - SP)

Uso de Tecnologías Sociales para Tratamiento de Desechos Domiciliarios nn Propiedades Rurales de la Cuenca Hidrográfica del Ribeirão do Feijão (Ugrhi Tietê-Jacaré - SP)

Larissa Ferreira

Bacharel Gestão e Análise Ambiental
Educadora Ambiental na Fubá Educação Ambiental
larissa10ferreira@gmail.com

Karielle Ferreira da Silva

Bacharel em Gestão e Análise Ambiental - UFSCar
karielleferreira@gmail.com

Bene E. M. de Camargo

Mestrando em Eng. Urbana PPGEU_UFSCar e Gestão e Tecnologia em Saneamento Ambiental.
bn.camargo@gmail.com

Lucas S. Morales

Bacharel em Gestão e Análise Ambiental
lucs.morales@gmail.com

Pedro Bergamo Toledo

Graduando em Gestão e Análise Ambiental_UFSCar
53361420p@gmail.com

Renata B Peres

Doutora em Engenharia Urbana pela UFSCar
Profa. Dep. de Ciências Ambientais_UFSCar
renataperes@ufscar.br

RESUMO

O saneamento básico promove diversos impactos na qualidade de vida da população. No Brasil, a coleta e tratamento de esgoto apresenta um elevado déficit, principalmente em áreas periféricas e rurais, devido à carência de infraestrutura para tratamento. As tecnologias sociais são alternativas para o atendimento dessas carências, pois caracterizam a efetividade e a reaplicação, além de agrupar o saber popular, organização social e conhecimento técnico-científico. Nesse sentido, este trabalho visa apresentar tecnologias sociais viáveis para o tratamento de efluentes domésticos nas habitações do sítio Manacá, localizado em São Carlos (SP). Os métodos adotados foram visitas de campo, onde realizou-se o levantamento de fatores ambientais referentes aos locais potenciais de instalação dessas tecnologias, além da revisão bibliográfica para levantamento das características dos sistemas de tratamento para uma avaliação criteriosa em que foi indicado ao menos um tipo de sistema de tratamento por unidade habitacional. Como resultados, temos que as tecnologias que apresentaram alto potencial de utilização, levando em consideração o custo, facilidade de instalação e manejo, além da geração de bônus, foram o vermifiltro somado ao círculo de bananeiras para água negra e o círculo de bananeiras para água cinza. A necessidade de cuidar das saídas de água se dá também a fim de evitar que a água cause erosão. Para tanto, simples contenções físicas podem ser exploradas, a fim de facilitar a infiltração. Pesquisas e trabalhos relacionados ao saneamento rural descentralizado são fundamentais para ampliar as técnicas, conhecimentos e saberes, garantindo melhores condições ambientais e de saúde.

Palavras-chave: Planejamento ambiental rural; Qualidade de vida; Saneamento rural descentralizado.

ABSTRACT

Basic sanitation has several impacts on population's quality of life. In Brazil, sewage collection and treatment has a high deficit, mainly in peripheral and rural areas, due to the lack of infrastructure for treatment. Social technologies are alternatives to deal with these needs, as they characterize effectiveness and reapplication, in addition to connect popular knowledge, social organization and technical-scientific knowledge. In this way, this work aims to present viable social technologies for the treatment of domestic effluents in Manacá site's houses, located in São Carlos (SP). The methods adopted were field visits, where the survey of environmental factors related to the potential places of installation of these technologies were carried out, and also a bibliographic review to survey the characteristics of the treatment systems for a careful evaluation in which at least one type of treatment system was indicated per housing unit. As results, the technologies that showed high potential for use, taking into account the cost, ease of installation and management, in addition to the generation of bonuses, were the vermifilter connected to the banana circles for blackwater and the banana circles for greywater. The need to take care of water outlets is also in order to prevent water from causing erosion. Therefore, simple physical restraints can be explored to facilitate infiltration. Researches and studies related to decentralized rural sanitation are fundamental to expand techniques and knowledge, ensuring better environmental and health conditions.

Keywords: Rural environmental planning; Life quality; Decentralized rural sanitation.

Data da Submissão:
14062021

RESUMEN

El saneamiento ambiental básico promueve variados impactos en la calidad de vida de la población. En Brasil, la recogida y tratamiento de líquidos cloacales presenta un alto déficit, sobretudo en áreas marginales y rurales, debido a carencia de infraestructura para tratamiento. Las tecnologías sociales son alternativas para el atendimento de esta carencia, una vez que caracterizan la efectividad y la aplicación, además de agrupar saber social, organización social y conocimiento tecno-científico. En esa perspectiva, el presente trabajo visiona presentar tecnologías sociales viables para el tratamiento de desechos domiciliarios en viviendas del rancho Manacá, ubicado en São Carlos (SP). Los métodos adoptados fueran: visitas in situ, en las cuales se realizó el aporte de factores ambientales concernientes a los potenciales sitios para la instalación de las tecnologías; además de la revisión bibliográfica, aplicada en el aporte de las características de los sistemas de tratamiento según una evaluación criteriosa en la cual se indicó al menos un tipo de sistema de tratamiento por unidad domiciliario. Como resultados, se constata que las tecnologías que presentan alto potencial de aplicación, considerando el costo, la facilidad de instalación y manoseo, y la generación de extras, fue el vermifiltro instalado junto al círculo de bananos para el tratamiento de aguas negras y al círculo de bananos para aguas grises. La necesidad de atención a la salida de agua es importante para que no haya erosión de suelo. Por lo tanto, simples contenciones físicas pueden ser adoptadas, con el intuito de optimizar la infiltración. Investigaciones y trabajos que se relacionan con el saneamiento ambiental rural descentralizado son fundamentales para la ampliación de técnicas, conocimiento y saberes, y pueden garantizar mejores condiciones ambientales y de salud.

Palabras-Clave: Planeación ambiental rural; Cualidad de vida; Saneamiento ambiental básico descentralizado.

1. INTRODUÇÃO

Os serviços de saneamento básico podem promover diversos impactos na qualidade de vida e na saúde da população, assim como na proteção do meio ambiente (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011). No Brasil, a coleta e o tratamento de esgoto são setores que apresentam elevados déficits de atendimentos, principalmente em áreas periféricas das cidades. Contudo, são nas áreas rurais onde está concentrada a população mais carente de serviços (GALVÃO JUNIOR, 2009).

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS, 2018), em 2016, o índice médio de atendimento com rede de esgotos foi de 51,9%. Já o índice de atendimento urbano com rede de esgotos, esse valor equivale a 59,7%. O impacto da falta do saneamento básico sobre a saúde vem se tornando cada vez mais frequente, principalmente nas comunidades mais carentes (RIBEIRO; ROOKE, 2010).

Na zona rural, a situação da coleta e tratamento de esgoto é ainda mais alarmante devido a carência de infraestrutura para o tratamento (PERES; HUSSAR; BELI, 2010). De acordo com dados da Funasa (2018), a situação do esgotamento sanitário, considerado adequado, nas áreas rurais no Brasil corresponde a apenas 17,1%.

Como o uso convencional de coleta e tratamento de esgoto doméstico geralmente são inviáveis nas áreas rurais, comumente acarreta em fossas rudimentares, valas, disposição em rios e lagos ou diretamente no solo (SILVA; MOREJON; LESS, 2014). Segundo Silva, Morejon e Less (2014), essas alternativas são potenciais contaminadores da água e do solo, principalmente pela ausência da impermeabilização do solo, o que impediria o contato do esgoto neste e conseqüentemente, no lençol freático. As principais conseqüências da falta de saneamento nas áreas rurais são a exposição da população a doenças que provêm do consumo de

alimentos e água contaminada pelo esgoto doméstico (PERES ; HUSSAR ; BELI, 2010; SILVA; MOREJON; LESS, 2014).

Peres, Hussar e Beli (2010) apontam a necessidade de tecnologias para evitar a disposição incorreta de efluentes domésticos nas áreas rurais. Nesse sentido, as tecnologias sociais são importantes alternativas para o atendimento das carências das populações rurais em relação ao esgotamento sanitário.

As tecnologias sociais apresentam como características a efetividade e a reaplicação, além de agrupar o saber popular, organização social e conhecimento técnico-científico (MARQUES, 2010). São aplicadas em determinados locais visando a resolução de problemas, como por exemplo, o tratamento de esgoto, em que evidencia-se a participação ativa da comunidade para a solução de problemas que os afetam (RIBEIRO; ROOKE, 2010).

Cerca de 75% dos domicílios localizados na área rural do Brasil adotam sistemas inadequados de esgotamento sanitário, pois a implantação e utilização das tecnologias convencionais de coleta, transporte e tratamento de efluentes domésticos da área urbana, são ineficientes. O que leva as famílias a recorrerem às alternativas que lhes são acessíveis, como tecnologias sociais, fossa séptica, círculo de bananeiras, vermifiltro, quando não, adotam tecnologias rudimentares, como fossa negra, valas, disposição em rios e lagos ou diretamente no solo (SILVA; MOREJON; LESS, 2014).

A relação das ações de saneamento com o meio ambiente merece atenção, pois deve buscar e assegurar

o equilíbrio do ecossistema em um meio ambiente favorável à vida humana e de outros seres vivos, pois é através da ciclagem de nutrientes que há o controle da poluição da água, do solo e do ar. Ademais, as tecnologias sociais de saneamento têm uma vinculação direta com a saúde e a qualidade de vida das pessoas.

Este trabalho tem como finalidade apresentar os tecnologias sociais mais adequadas para o tratamento de efluentes domésticos em habitações localizadas no Sítio Manacá em São Carlos (SP), considerando o diagnóstico do tratamento de efluentes já existente, as características ambientais do entorno e as potencialidades locais.

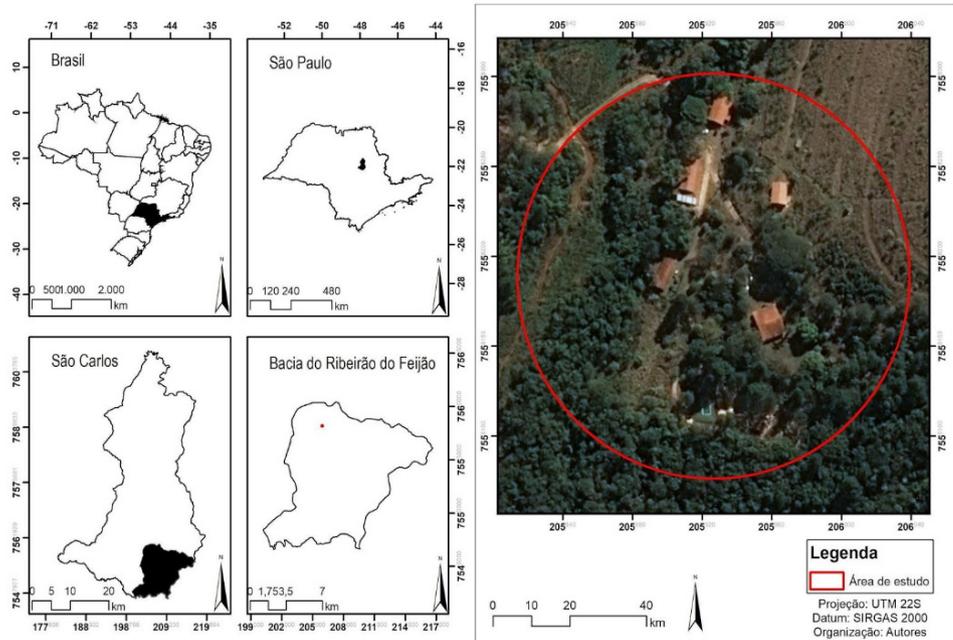
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho compreende as unidades habitacionais e seu entorno, situados na propriedade do sítio Manacá (Figura 1), pertencente ao município de São Carlos (SP), distante 230 quilômetros a noroeste da capital do Estado. A área também é parte da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão, que por sua vez, está inserida na Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré, correspondente a uma das Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI 13) do Estado de São Paulo. A Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Feijão é de grande representatividade para o município, pois integra a Área de Proteção e Recuperação de Mananciais (APREM), que é responsável por uma parcela do abastecimento hídrico captado superficialmente (FREITAS; SANTOS, 2020).

O sítio Manacá possui cerca de 14,5 ha, onde apresentam-se 6 unidades habitacionais (1 - Chegança + Osmarijuana, 2 - Barracão, 3 - Recanto, 4 - da Mata, 5 - Verde e 6 - Boa Vista) e 6 núcleos familiares que formam a comunidade de 12 moradores.

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Autoria própria (2019).

2.2 APOIO À TOMADA DE DECISÃO PARA PROPOSIÇÃO DOS SISTEMAS MAIS ADEQUADOS

Os métodos adotados foram as visitas de campo para a área de estudo, as quais foram possíveis realizar o levantamento de fatores ambientais referentes aos locais potenciais de instalação das tecnologias sociais, além de uma revisão bibliográfica para o levantamento das características dos sistemas de tratamento para uma avaliação criteriosa em que, a partir da combinação de fatores ambientais e características dos tratamentos, foi indicado ao menos um tipo de

sistema de tratamento por unidade habitacional.

2.2.1 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS

Tipo de resíduos tratado: Foi realizada a separação em 2 tipos de resíduos, sendo eles: águas negras, aquelas provenientes da descarga do vaso sanitário; e águas cinzas, aquelas provenientes do chuveiro, pias de banheiro, cozinha e lavanderia.

Área necessária: Áreas para tratamento de até 5 pessoas que serão usadas como padrão. Projetar

um sistema para menos pessoas pode implicar em questões de subdimensionamento, seja pelo aumento da família ou questões como o recebimento de visitas.

Manutenção: Sistemas descentralizados, em suas especificidades, requerem alguma frequência de manutenção. A avaliação dessa característica junto às pessoas que utilizarão o sistema é muito importante para o bom funcionamento e longevidade do sistema.

Custo: O custo do material necessário para a construção do sistema utilizado foi com base em materiais novos. Entretanto, há a possibilidade de se buscar materiais em lojas de materiais de demolição, ecopontos ou similares, o que pode reduzir drasticamente tais custos. Os custos foram classificados como: Baixo (até R\$ 500,00); Médio (até R\$ 1500,00); e Alto (até R\$ 2500,00).

Fluxo comportado: Quantidade máxima de pessoas que o sistema atende e possibilidade ou não de ampliação do sistema. Por exemplo: sistemas semicoletivos podem ser dimensionados para o atendimento de mais de uma unidade habitacional, já os unifamiliares, não.

Demanda por fotoperíodo: Necessidade ou não de luz para um bom funcionamento do sistema, visto que alguns deles utilizam plantas que podem demandar incidência solar para seu crescimento.

Resposta a declividade: Limitação ou favorecimento do processo de instalação dos sistemas, em resposta a declividade, por conta da área requerida pela tecnologia (grandes áreas em declive vão demandar

trabalho de nivelamento do terreno) e das alturas de entradas e saídas dos efluentes no sistema (valas mais ou menos profundas para transporte dos efluentes, o que requer mais ou menos trabalho). As variáveis respostas para esta característica foram: Limitada (tecnologia cuja instalação é dificultada em declividades acima de 30° (~58%); Neutra (tecnologia indiferente à declividade); e Favorecida (tecnologia cuja instalação é facilitada por declividade acima de 30°).

Ônus: Geração de produtos residuais (lodo) que demandem encaminhamento específico.

Bônus: Geração de algum produto positivo durante o processamento dos efluentes, classificados em: Material Orgânico (bananas e folhas de taioba, passíveis de consumo; flores ornamentais, para venda; biomassa em geral, para poda); Composto Líquido (efluente tratado e passível de ser seguramente encaminhado para irrigação de árvores frutíferas); e Composto (húmus de minhoca passível de adubar árvores, incluindo frutíferas).

2.2.2 FATORES AMBIENTAIS

Quantidade de fotoperíodo: Avaliação da quantidade de incidência solar no ponto de saída do efluente, classificada em: Baixa (menos de 2 horas); Média (de 2 à 6 horas); e Alta (mais de 6 horas).

Declividade do terreno: Avaliação da declividade no ponto de saída do efluente, classificada em: Baixa (menor que 15° (~28%); Média (entre 15° e 45°); e Alta (maior que 45° (100%)).

Caminho de água: Por se tratar

de um local que apresenta grande fragilidade quanto a erosão, foi adotado esse parâmetro para avaliar a viabilidade de instalação dos sistemas de tratamento nos locais onde estão posicionadas as saídas de efluentes.

2.3 TRATAMENTO DE EFLUENTES VIGENTE

Para conhecer os tipos de tratamento das unidades habitacionais foram realizadas entrevistas com os moradores e visita in loco para conhecer o seu histórico e verificar quais são os tipos de tecnologias utilizadas para a disposição do esgotamento doméstico.

2.4 TECNOLOGIAS SOCIAIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Para a escolha das tecnologias sociais foi utilizado como referencial o livro "Tratamento de esgoto doméstico em comunidades isoladas: referencial para escolha de soluções", elaborado pelo projeto Saneamento Rural da FEC/UNICAMP. Este apresenta um compêndio com um rol de tecnologias passíveis de serem implantadas em comunidades rurais ou isoladas (TONETTI et al., 2018).

2.5 IDENTIFICAÇÃO DA TECNOLOGIA SOCIAL CONVENIENTE

Foram realizados croquis para cada unidade habitacional. Nestes esboços identificou-se as características físicas do ambiente que foram apontadas anteriormente. Estes parâmetros atuaram como excludentes dos tipos de tecnologias elencadas da revisão bibliográfica, apresentados na Tabela 2. Do montante de tecnologias de tratamento que permaneceram,

buscou-se indicar ao menos 3 tecnologias segundo os critérios: área necessária, manutenção, fatores ambientais, custo e a ordenação elencada e discutida pelos autores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES HABITACIONAIS E ESTADO ATUAL DO TRATAMENTO DE EFLUENTES A PARTIR DE VISITA IN LOCO E CONVERSA COM MORADORES

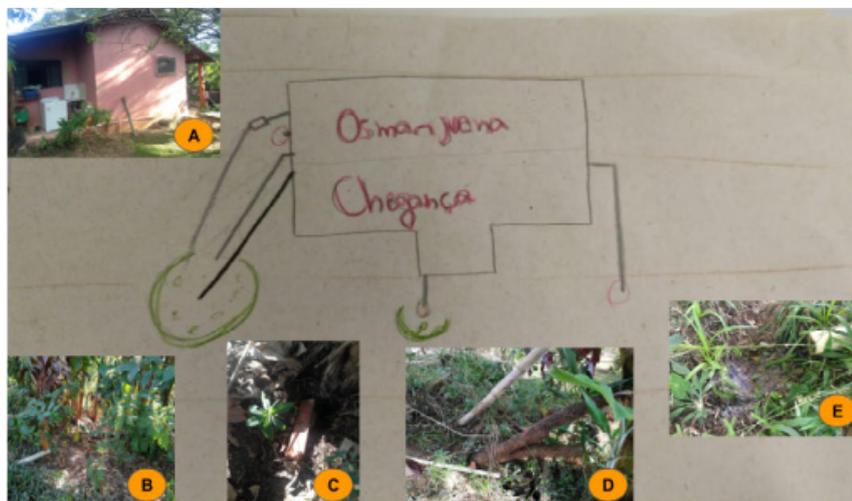
3.1.1 CASA DA CHEGANÇA + OSMARIJUANA

Trata-se da casa usualmente ocupada pelos "cuidadores do sítio", sendo que ela foi dividida ao meio e hoje abriga duas famílias de três pessoas, sendo dois adultos e uma criança (Figura 2). Uma das famílias ainda está em processo de mudança.

Cada metade possui um banheiro, sendo a água negra despejada pela mesma tubulação em local onde foram plantadas algumas bananeiras (letra B), o que diminui o impacto negativo, mas não é considerada como tecnologia social para tratamento adequado do efluente. Já as águas cinzas estão separadas em outras cinco saídas, sendo: de uma cozinha com passagem por caixa de gordura e destinação final nas bananeiras (letra B), bem próximo à saída de água negra; de uma cozinha destinada em local trabalhado e com uma bananeira plantada junto ao despejo (letra D); uma saída de água de lavanderia (máquina de lavar e tanque) recém construída e com despejo superficial no solo (letra A); de um banheiro, destinada às bananeiras próximas da saída de água negra (letra B); e de outro

banheiro, despejada superficialmente em terreno com declividade baixa e na grama (letra E). A casa e suas respectivas saídas se encontram em terreno com declividade baixa e médio fotoperíodo.

Figura 2: Croqui da Casa da Chegança + Osmarijuana com fotos.



Fonte: Aatoria própria (2019).

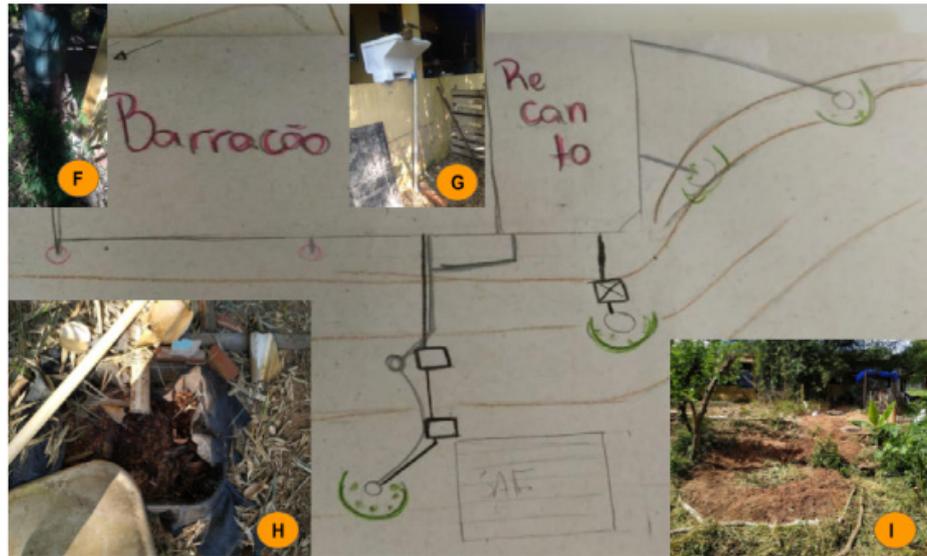
3.1.2 BARRACÃO

Consiste em um espaço comunitário com infraestrutura para acomodação de visitas e grupos (Figura 3). Existe aqui uma particularidade quanto a continuidade e quantidade do despejo dos efluentes. Sendo uma unidade em que não há pessoas residindo, pode haver grande espaçamento entre intervalos de uso (mais de uma semana), assim como o fato do espaço receber grupos para vivências, por exemplo, acarretando em volumes grandes de descargas em um mesmo dia.

Essa unidade possui dois banheiros, cujos efluentes são tratados, separadamente: para a água negra, um sistema de duas caixas de vermifiltro ligadas em série, favorecidas por declividade média (mais ou menos 30°) do terreno e com destinação final da água tratada

para um círculo de bananeiras (letras G e I), favorecido por fotoperíodo classificado médio e alto; já a água cinza passa por uma caixa de gordura e pode ser direcionada tanto para uma área de plantio agroflorestal já estabelecido, quanto para o círculo de bananeiras mencionado. Além disso, foram encontradas mais duas saídas de água cinza, que encaminham a água de uma pia de cozinha interna com passagem por caixa de gordura (letra F) e outra externa, com despejo final superficial e boa estrutura física de contenção do efluente (letra G). Essas duas saídas se encontram em local com baixo fotoperíodo e declividade média, além de proximidade de cerca de 15 (cozinha interna) e 5 metros (cozinha externa) com a tubulação que destina a água cinza dos banheiros para caixa de gordura, posteriormente destinada para irrigação de plantios.

Figura 3: Croqui do Barracão com as fotos.



Fonte: Autoria própria (2019).

3.1.3 CASA DO RECANTO

A princípio, onde hoje é a casa do Recanto, foram construídas duas kitnets - quarto/sala com banheiro e cozinha – onde um dia havia sido um dos lados da varanda do barracão (Figura 4). Com o passar do tempo e algumas passagens de moradores, até então sempre ocupando apenas uma kitnet por vez. O espaço foi se transformando, até que uma família passou a ocupar os dois espaços e após uma série de reformas, transformou as antigas kitnets em um único lugar para chamar de lar.

A água negra dos dois banheiros se conecta e vai para uma fossa caipira, onde a família que reside na casa pretende fazer um sistema de tratamento com uma caixa de vermifiltro e destinação final para um círculo de bananeiras (letras J e

K). Tais opções de tecnologias foram escolhidas por conta da declividade média do terreno e quantidade de fotoperíodo que contempla a necessidade das bananas. Quanto às águas cinzas, são três saídas: uma delas se conecta à tubulação de água cinza dos banheiros do barracão, passando por uma caixa de gordura e sendo destinada para irrigação dos plantios da família, e contém a água dos banheiros e da lavanderia; a segunda advém da pia e chuveiro do banheiro e pia do quarto, e é direcionada para um círculo de bananeiras já construído, mas que apresenta necessidade de manutenção e, talvez, redimensionamento (letra M); a última saída é em um círculo de bananeiras ainda não finalizado, cujo efluente vem da pia da cozinha (letra L).

Figura 4: Croqui da Casa do Recanto com as fotos.



Fonte: Autoria própria (2019).

3.1.4 CASA DA MATA

Casa que abriga um casal, contendo 1 banheiro e 3 pontos de despejo de efluentes (Figura 5), todos eles precisam de cuidado, visto que se encontram próximos de áreas com alta declividade, sem contenção apropriada e próximas ao rio que existe na propriedade.

A água negra é destinada para fossa caipira em condições precárias, inclusive apresentando necessidade de manutenção, devido à proximidade da tubulação com o "nível" dos resíduos da fossa. O morador da casa contou também que essa tubulação

entope com certa frequência, o que ele acha que pode ser ocasionado por raízes de árvores adentrando por ela. A quantidade de luz nessa saída é baixa e existe um "platô" em volta da área da fossa, estando ela em uma área de declividade baixa, mas a poucos passos de um barranco bem íngreme. Já as águas cinzas estão divididas entre a água que sai da cozinha (letra O), destinada para um ponto com quantidade de fotoperíodo e declividade médias; e água do banheiro e lavanderia, despejadas em um barranco de alta declividade e baixa quantidade de incidência solar (letra N).

Figura 5: Croqui da Casa da Mata com as fotos.



Fonte: Autoria própria (2019).

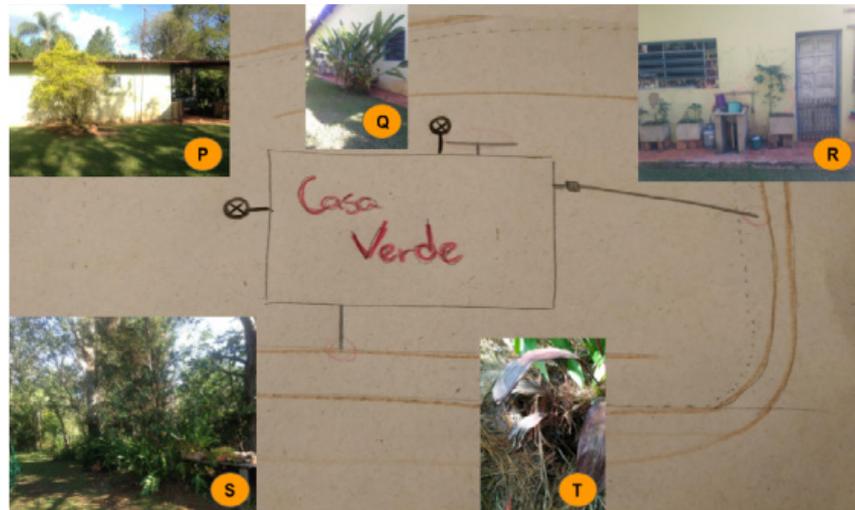
3.1.5 CASA VERDE

Casa em que reside apenas uma pessoa. Apesar disso, a casa possui três banheiros e cinco pontos de descarte de efluentes (Figura 6).

São duas saídas de água negras, sendo que uma comporta o fluxo de dois banheiros (letra P), e a outra, do terceiro banheiro (letra Q). Seus destinos são fossas caipiras cercadas por estrutura de alvenaria sem fundo, ou seja, que infiltram no solo sem tratamento. Essas estruturas possuem tampa e estão enterradas, possuindo inclusive grama plantada por cima. Ambas saídas possuem média quantidade de fotoperíodo e

declividade baixa. Restam, portanto, três saídas de água cinza: uma delas é do tanque, que é destinada a uma "espécie de vala de infiltração" (letra R), que recebe a água e permite que ela infiltre na grama; a segunda saída é da água da cozinha, que passa por uma caixa de gordura e é destinada para uma área de declividade alta e baixa quantidade de fotoperíodo (letra Y); a terceira saída provém dos três banheiros e é destinada para um nicho de plantas localizada em uma área de média/alta declividade e pouca incidência solar, devido às plantas que existem em sua volta (letras T e S).

Figura 6: Croqui da Casa Verde com as fotos.



Fonte: Autoria própria (2019).

3.1.6 CASA BOA VISTA

Casa que se encontra ainda com alguns detalhes para serem cuidados antes que os 2 moradores possam passar a ocupá-la de fato (Figura 7).

A casa possui um banheiro e "apenas" dois pontos de saída de água. Ambos foram pensados mais ecologicamente e, portanto, não possuem descarte

de efluentes diretamente no solo. O ponto que recebe a cinza é um círculo de bananeiras que carece de manejo (letra U). Já a água negra, está sendo encaminhada para uma bombona de 200 litros que funciona como uma espécie de tanque séptico (letra V), onde a parte mais pesada do efluente se decanta e a parte mais leve (líquida), segue para dois tanque de fibrocimento de igual

funcionamento (letra W), mas que ao encher, permite que o líquido (muito provavelmente com uma DBO minimamente reduzida e menos carga biótica de patógenos) esorra por sua lateral e caia no solo. Ambas saídas de efluentes se encontram em pontos com alta quantidade de fotoperíodo e declividade média.

Figura 7: Croqui da Casa Boa Vista com as fotos.



Fonte: Autoria própria (2019).

A Tabela 1, apresentada na panorama das saídas de águas das seqüência, aponta uma síntese do unidades habitacionais.

Tabela 1: Síntese das condições das saídas de Fonte: Autoria própria (2019).

ID	Unidade	Nº de moradores	Nº de saídas	Saída	Água	Quantidade de fotoperíodo	Declividade do terreno	Estado atual
B1	Chegança + Osmarijuana	6	6	1	cinza	Média	Baixa	círculo de bananeira
A				2	cinza	Média	Baixa	sem tratamento
B2				3	cinza	Média	Baixa	círculo de bananeira
C				4	negra	Média	Baixa	círculo de bananeira
D				5	cinza	Média	Baixa	círculo de bananeira
E				6	cinza	Média	Baixa	sem tratamento
F	Barração	-	4	1	cinza	Baixa	Média	sem tratamento
G				2	cinza	Baixa	Média	sem tratamento
H				3	negra	Média	Média	vermifiltro + círculo de bananeiras
I				4	cinza	Média	Média	círculo de bananeira
M	Recanto	3	4	1	cinza	Média	Alta	círculo de bananeira
I				2	cinza	Média	Alta	círculo de bananeira
JK				3	negra	Média	Média	fossa negra
L				4	cinza	Média	Média	círculo de bananeira

O				1	cinza	Média	Alta	sem tratamento
X	Mata	2	3	2	negra	Baixa	Baixa	sem tratamento
N				3	cinza	Baixa	Alta	sem tratamento
ST				1	cinza	Baixa	Alta	sem tratamento
R				2	cinza	Média	Baixa	sem tratamento
Q	Verde	1	5	3	negra	Média	Baixa	fossa negra
P				4	negra	Média	Baixa	fossa negra
Y				5	cinza	Baixa	Alta	sem tratamento
U	Boa vista	2	2	1	cinza	Alta	Média	círculo de bananeira
VW				2	negra	Alta	Média	tanque séptico

Fonte: Autoria própria (2019).

3.2 TECNOLOGIAS

Das tecnologias para tratamento de efluentes em ambientes rurais, a Tabela 2, a seguir, aponta o rol dos elencados nesta proposta. Esta Tabela traz uma adaptação das informações apontada pelo projeto Saneamento Rural (TONETTI et al., 2018) com o viés do olhar às condições ambientais que a área de estudo apresenta.

Tabela 2: Quadro resumo das principais características das tecnologias de tratamentos de esgoto no ambiente rural.

Tecnologia	Usa água	Águas negras	Águas cinzas	Área p/ 3-5 pes. (m ²)	Manutenção	Bônus	Ônus	Custo R\$	Demanda por fotoperíodo	Resposta à declividade
Fossa Seca	não	não	não	2 - 4	média	não	não	baixo	não	neutra
Banheiro Seco Compostável	não	não	não	3 - 5	alta	composto	não	médio	não	favorecida
Estocagem e Uso da Urina	não	não	não	1 - 3	alta	composto	não	baixo	não	neutra
Sistemas Alagados Construídos (SAC)	sim	sim*	sim	7,5 - 15	média	M.O.	não	alto	sim	limitada
Círculo de Bananeiras	sim	sim*	sim	3 - 5	média	M.O.	não	baixo	sim	neutra
Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente Compacto	sim	sim	sim	1,5 - 4	média	composto líquido	lodo	alto	não	favorecida
Fossa Verde ou Bacia de Evapotranspiração (BET)	sim	sim	não	7 - 10	baixa	M.O.	não	alto	sim	limitada
Fossa Séptica Biodigestora (FSB)	sim	sim	não	10 - 12	alta	composto líquido	não	alto	não	limitada
Tanque Séptico	sim	sim	sim	1,5 - 4	baixa	não	lodo	médio	não	neutra
Filtro Anaeróbico	sim	sim*	sim	1,5 - 4	baixa	não	não	médio	não	neutra
Filtro de Areia e Vala de Infiltração	sim	sim*	sim	2 - 5	alta	não	lodo	médio	não	favorecida
Vermifiltro	sim	sim*	sim	2 - 4	alta	composto	não	médio	não	favorecida
Biodigestor	sim	sim	sim	5 - 6	alta	não	lodo	alto	não	neutra
Reator Anaeróbico Compartmentado (RAC)	sim	sim	sim	3 - 8	baixa	não	lodo	alto	não	neutra

Biosistema Integrado (BSI)	sim	sim	sim	25 - 100	alta	composto líquido	lodo	alto	sim	limitada
sim*: trata águas negras porém estas precisam de pré-tratamento antes de entrar neste sistema	Frequência de Manutenção			Custo R\$ (material)			Resposta à declividade			
	Alta: mensal a bimestral			baixo = até R\$500,00			Limitada: instalação dificultada em declividades acima de 30° (~58%)			
	Média: trimestral a semestral			médio = até R\$1500,00			Neutra: tecnologia indiferente à declividade			
	Baixa: anual ou menos			alto = até R\$2500,00			Favorecida: instalação facilitada por declividade acima de 30°			

Fonte: Adaptado de TONETTI et al., (2018).

3.3 INDICAÇÕES DE TECNOLOGIAS E CUIDADOS PARA AS SAÍDAS DE EFLUENTES

Tratando-se de unidades habitacionais já construídas convencionalmente com carregamento dos excrementos pela água, optou-se por excluir das indicações, àquelas tecnologias que não utilizam água, pois demandam a construção de uma estrutura externa (ou anexada) às casas, a fim de se facilitar o manejo das fezes recolhidas.

A maioria dos efluentes resultantes das tecnologias de tratamento de água negra carecem ser encaminhados para unidades de disposição final para uma maior garantia da eficácia do tratamento. Por questões de custo, facilidade de obtenção dos materiais, facilidade de implantação e produção de alimento (bônus), o círculo de bananeiras foi escolhido como uma tecnologia apropriada à realidade local para tal disposição final.

As tecnologias mais convenientes, são apontadas a seguir, onde foram elencadas para cada unidade habitacional.

3.3.1 CASA DA CHEGANÇA + OSMARIJUANA

Essa unidade habitacional apresenta algumas saídas de água cinza próximas e que podem ser conectadas

a fim de se unificar sistemas de tratamento. Sugere-se, assim, que se conecte as saídas A, B1 e B2, assim como as saídas D e E. Para ambas saídas (unificadas), sugere-se: Círculo de bananeiras; Vermifiltro; Sistema alagado construído.

O círculo de bananeiras terá funcionamento potencializado pela poda das árvores do entorno, favorecendo a entrada de luz e conseqüentemente, a produção de bananas. Essa tecnologia, ao contrário das outras duas, não possui saída de efluente. No caso do vermifiltro e sistema alagado construído, os efluentes podem ser destinados para um círculo de bananeiras ou irrigação, principalmente de árvores. Tais tecnologias apresentam ainda custo mais elevado que o círculo de bananeiras, porém, maior eficiência no tratamento. O vermifiltro também apresenta a vantagem de gerar húmus para adubação de árvores, enquanto o sistema alagado construído, pode produzir, além de material orgânico compostável, flores ornamentais para venda.

Atualmente 6 pessoas abastecem essa saída de água negra, portanto, o sistema tem que ser dimensionado para comportar tal uso. São indicados: Fossa séptica biodigestora; Vermifiltro; Tanque séptico.

A fossa séptica biodigestora, apesar do custo mais elevado que as

outras duas tecnologias indicadas, tem vantagens por conta da baixa declividade e fotoperíodo médio do local onde se encontra a saída do cano. Tal tecnologia também carece do maior espaço para construção, dentre as três, e pelo número de moradores, o sistema precisaria de quatro compartimentos. A necessidade de se colocar esterco fresco no sistema também pode ser um empecilho, apesar disso, é a que apresenta melhor tratamento do efluente, que inclusive pode ser utilizado para fertilização de cultivos de hortaliças, respeitando devidas indicações de diluição. O vermifiltro e tanque séptico precisam de disposição final em círculo de bananeiras (escolha dos autores), assim, podas teriam que ser feitas no local para maior entrada de luz. A baixa declividade não ajuda na construção do vermifiltro por conta da altura da saída de seu efluente, por baixo do recipiente impermeabilizado. Ou seja, há necessidade de escavação de vala profunda. Mas isso não é um grande empecilho para sua construção, e o bônus por ele gerado é interessante. Já o tanque séptico, apesar de mais eficiente no quesito espaço ocupado, sai perdendo pela necessidade de remoção do lodo gerado na câmara e pouco potencial de tratamento do efluente, sendo comumente usado como pré-tratamento.

3.3.2 BARRACÃO

Sugere-se para o tratamento das águas cinzas: Círculo de bananeiras; Sistema alagado construído. As águas cinzas das cozinhas interna e externa são os únicos efluentes ainda sem destinação adequada dessa unidade e, como já mencionado na seção 3.1.2, se encontram a poucos metros da tubulação de água cinza

dos banheiros do barracão. Dessa forma, a união de todas essas saídas é uma opção viável. Atualmente essa água é direcionada para rega de plantios localizados em pontos mais baixos do terreno, porém se faz necessária a avaliação da qualidade deste efluente, visto que ele apenas passa por uma caixa de gordura. A destinação dessa água para o círculo de bananeira existente na região é a opção mais correta. Por tratar-se do espaço comunitário, a instalação de um sistema alagado construído para fins de educação ambiental, pode ser bem vinda. Apesar de seu custo elevado, seu efluente seria ideal para irrigação do cultivo agroflorestal ali presente.

3.3.3 CASA DO RECANTO

Por tratar-se de uma unidade em que os moradores estão em processo de cuidado com a disposição de seus efluentes, cabem mais dicas e considerações sobre o que vem sendo feito, do que indicações.

Para as águas cinzas, sugere-se a instalação de caixas de gordura prévias aos círculos de bananeiras, assim como dimensionamento adequado, caso da saída M, cujas plantas do sistema se encontram visivelmente não saudáveis. Para a água negra fica a mesma reflexão quanto ao dimensionamento e construção do círculo de bananeiras. Além disso, aconselha-se cuidar de tampar o vermifiltro apropriadamente, a fim de se evitar proliferação de moscas, principalmente pela proximidade do ponto de lançamento do efluente com a casa.

3.3.4 CASA DA MATA

Para a saída de água cinza (letra O), sugere-se: Biossistema integrada;

Círculo de bananeiras. O círculo de bananeiras é a opção mais facilmente aplicável e barata, além da existência de bananas no local, que necessita apenas de manejo adequado e escavação do buraco central e preenchimento com matéria orgânica. Já o biossistema integrado seria uma opção ousada que visaria aliar o espaço disponível, próximo de área com alto potencial para cultivo e restauração; e localidade que apresenta certo risco por ser um caminho de água, em que sua construção auxiliaria na estruturação do local e contenção das águas pluviais. O custo de implantação é bem alto, mas existe a possibilidade de retorno financeiro com o sistema, que pode comportar inclusive tanque para peixes. Há de se avaliar a conformidade legal da instalação desse tanque com peixes tão próximo do córrego da propriedade.

A outra saída de água cinza (letra N) encontra-se em situação ainda mais delicada, por conta da alta declividade, sendo as tecnologias sugeridas: Vermifiltro; Círculo de bananeira. As opções restritas para esse espaço, o círculo de bananeiras necessitaria de constante manejo da mata presente no local, portanto o vermifiltro é o sistema mais indicado, principalmente pela não necessidade de fotoperíodo, não geração de lodo e declividade do terreno. Seu efluente tem que ser encaminhado de modo a não favorecer a erosão já existente no local.

Para a saída da água negra sugere-se: Fossa séptica biodigestora; Vermifiltro; Bacia de e e evapotranspiração. Para qualquer das opções, é recomendável que se desloque esse ponto de saída de efluente para mais próximo da casa, trazendo o tratamento para dentro

da cerca da casa, a fim de deixá-lo menos vulnerável a alta declividade (barranco) ali presente. Com isso, ganha-se também um pouco mais de luz, o que talvez permita que a destinação final do efluente seja em um círculo de bananeiras. Caso essa mudança de lugar não seja suficiente para o crescimento das bananeiras, a poda de algumas árvores pode ajudar. Outra opção, seria a instalação da fossa séptica biodigestora para o tratamento, uma vez que ela não necessita de fotoperíodo e de destinação final do seu efluente para um círculo de bananeiras. Em contrapartida, a área demandada para sua instalação é grande, talvez demais para essa unidade habitacional. Uma solução para isso seria a diminuição dos tanques utilizados, o que diminuiria a capacidade de recebimento de fluxo, de até 5 pessoas, para 3 ou menos, o que também diminuiria o alto custo de sua implantação.

A escolha do vermifiltro pode gerar certa dificuldade para a instalação do sistema de disposição final - círculo de bananeiras - pela profundidade da saída da água do vermifiltro. Apesar disso, é uma tecnologia viável. Outra possibilidade é a bacia de evapotranspiração, que também precisa de certa iluminação. Essa tecnologia tem certo apelo paisagístico, o que é positivo para essa unidade, visto que a proposta de aproximação do ponto de saída de efluente faria com que o sistema de tratamento ficasse no quintal da casa. Essa tecnologia também não carece de disposição final, outro ponto positivo.

3.3.5 CASA VERDE

Para as águas cinzas, sugere-se: Círculo de bananeiras; Sistema

alagado construído. A primeira sugestão é conseguir unir a saída da água do tanque à da cozinha. Feito isso, sugere-se como tratamento para as águas cinzas, o círculo de bananeiras. No caso da saída que foi unificada, ele deve ser plantado do lado de fora da cerca (letra Y). As duas saídas se encontram em lugares bastante sombreados. Apesar disso, a poda das árvores poderia ser bem útil para utilização de seus troncos para ajudar a lidar com processos erosivos devido à alta declividade do local. Assim como para a estruturação e preenchimento do “buraco” onde será depositada a água. Outra possibilidade seria a instalação de um sistema alagado construído, porém, para a instalação desse sistema, que tem um custo alto, seria melhor todas as saídas de água cinza tivessem o mesmo destino, o que necessitaria de um estudo de campo mais aprofundado para entender a viabilidade. Essa tecnologia combina bem com o local pelo seu potencial paisagístico.

Para a água negra, sugere-se: Bacia de evapotranspiração; Vermifiltro; Fossa séptica biodigestora. Novamente, a primeira sugestão é a unificação das saídas de efluentes, que novamente precisaria de um estudo mais aprofundado, principalmente por se tratar da água negra, cuja má projeção pode levar a entupimentos e necessidade de manutenção constante. Independente da viabilidade dessa união, as sugestões de tratamentos são as mesmas. A bacia de evapotranspiração tem um apelo paisagístico, e seria ideal para ser construída na saída P (letra P). Já a fossa séptica biodigestora, poderia se encaixar melhor na saída Q (letra Q), em local um pouco mais reservado.

Ambas tecnologias não precisam de destinação final, sendo que a bacia de evapotranspiração não possui nenhuma saída de efluente, toda a água que chega no sistema é evapotranspirada pelas plantas. Ambas podem ser construídas em qualquer um dos dois pontos. Da mesma maneira, o vermifiltro, que encontra pontos negativos, nesse caso, como a baixa declividade do terreno, dificultando a construção do sistema de destinação final do efluente; e a própria necessidade de destinação final. Seu baixo custo de materiais para a instalação é um ponto positivo.

3.3.6 CASA BOA VISTA

Para essa unidade foram feitas mais sugestões de manejo e cuidados, devido à situação mencionada anteriormente em que se encontra. Para o círculo de bananeiras que trata a água cinza (letra U), o manejo das bananeiras com o “copinho”, técnica utilizada para evitar a “broca” da bananeira.

Para a água negra, sugere-se: Tanque séptico (já instalado) + vermifiltro. As caixas d’água, que estão recebendo o efluente do tanque séptico, podem ser transformadas em vermifiltro, assim como construção posterior de círculo de bananeiras para disposição final. Praticamente todos os materiais já estão disponíveis, diminuindo o custo final e facilitando bastante o processo de instalação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias sociais que apresentaram alto potencial de aplicação no sítio Manacá, levando em consideração aspectos como custo, facilidade de instalação, manejo, geração de bônus (húmus

e/ou bananas), foram: o vermifiltro somado ao círculo de bananeiras para a água negra e o círculo de bananeiras para água cinza. Como já existe um sistema desse tipo instalado e operando na unidade do Barracão, sua continuidade é importante, como forma de aprofundamento do aprendizado e troca com o espaço, para avaliação desse sistema de tratamento e para maior entendimento de sua potencialidade, assim como forma de construir mais conhecimento científico sobre o sistema.

Ressalta-se que as tecnologias de tratamento de efluentes citadas neste trabalho dependem de organismos vivos, ou seja, possuem atividade biológica no processo de tratamento. O vermifiltro é um ótimo exemplo, pois possui minhocas em sua camada superior e uma gama de microrganismos nas camadas mais baixas. Dessa forma, deve-se atentar para a utilização de produtos químicos com características antibióticas (bactericidas, fungicidas), visto que podem comprometer o bom funcionamento do sistema.

Para as futuras instalações de tecnologias de saneamento, reforça-se que existem maneiras de se buscar alternativas mais baratas e igualmente funcionais para os sistemas citados, pelo reaproveitamento de materiais e uso de materiais alternativos, sempre respeitando o dimensionamento e a capacidade de suporte dos sistemas. A necessidade de cuidar das saídas de água não é apenas em termos de tratamento desses efluentes, mas também pensando em evitar que a água cause erosão no terreno, que é muito vulnerável por conta de sua declividade e solo arenoso. Para tanto, contenções físicas mais

simples podem ser exploradas, a fim de facilitar a infiltração e não o escoamento superficial.

As pesquisas e trabalhos relacionados à temática do saneamento rural são fundamentais para ampliar as técnicas, conhecimentos e saberes sobre o tratamento de efluentes domésticos, a fim de garantir melhores condições ambientais e de saúde para as pessoas. Estas pesquisas e trabalhos necessitam ser realizadas de maneira participativa e promover o diálogo com as pessoas que vivem nas áreas rurais para que atendam à realidade de maneira mais coerente e tenha mais possibilidade de implementação pelos moradores. Assim, o uso das tecnologias sociais para a destinação da água utilizada em cada instalação das residências rurais se torna uma oportunidade de transformar cada saída de efluente em rega e nutriente para o ecossistema ali presente.

AGRADECIMENTOS

As autoras e os autores agradecem à VI JORNADA DE GESTÃO E ANÁLISE AMBIENTAL, realizada pelo DCAM / UFSCar em 2020.

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2016*. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2018. 218 p. Disponível em: http://etes-sustentaveis.org/wp-content/uploads/2018/03/Diagnostico_AE2016.pdf. Acesso em: 4. jun. 2019.

FREITAS, D.; SANTOS, S. A. M. Atlas histórico e socioambiental das regiões hidrográficas de São Carlos - SP. *Diagrama Editorial*, 2020.

- Disponível em: <https://cdcc.usp.br/atlas-historico-e-socioambiental-das-regioes-hidrograficas-do-municipio-de-sao-carlos-sp/>. Acesso em: 15 mai. 2019.
- FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. *Saneamento rural*. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/web/guest/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil>. Acesso em 5 mai. 2019.
- GALVÃO JUNIOR, A. C. Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil. *Revista Panamerica de Salud Publica*, v. 25, n. 6, p. 548-556, 2009. Disponível em: <https://scielosp.org/pdf/rpsp/2009.v25n6/548-556/pt>. Acesso em: 15 mai. 2019.
- LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. *Revista de Administração Pública*, v. 45, n. 2, p. 331-48, 2011. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/6995>. Acesso em: 15 mai. 2019.
- MARQUES, E. G. *Educação ambiental e tecnologia social: juntas por um desenvolvimento rural sustentável*. Monografia de Especialização - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/2905>. Acesso em: 9 jun. 2019.
- PERES, L. J. S.; HUSSAR, G. J.; BELI, E. Eficiência do tratamento de esgoto doméstico de comunidades rurais por meio de fossa séptica biodigestora. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, v. 7, n. 1, p. 20-36, 2010. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=460&layout=abstract>. Acesso em: 7 jul. 2019.
- RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. *Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública*. Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Especialização em Análise Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010. Disponível em: <https://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC-SaneamentoeSa%C3%BAde.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2019.
- SILVA, D. F.; MOREJON, C. F. M.; LESS, F. R. Prospecção do panorama do saneamento rural e urbano no Brasil. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, V. Especial, p. 245- 257, 2014. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/4449>. Acesso em: 9 jun. 2019.
- TONETTI, A. L. et al. *Tratamento de esgotos domésticos em comunidades isoladas: referencial para a escolha de soluções*. - Campinas, SP.: Biblioteca/Unicamp, 2018. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~saneamentorural/index.php/publicacoes/livro/>. Acesso em: 15 mai. 2019.