UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CÂMPUS DE JABOTICABAL

USO DE JARDINS FILTRANTES COMO ALTERNATIVA DE TECNOLOGIA SOCIAL PARA O SANEAMENTO RURAL

Luís Rodrigo Ribon Pinotti

Orientadora: Profa. Dra. Regina Aparecida Leite de Camargo

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, para graduação em ENGENHARIA AGRONÔMICA.

JABOTICABAL - SP

FEVEREIRO DE 2022

P657u

Pinotti, Luís Rodrigo Ribon
Uso de jardins filtrantes como alternativa de tecnologia social para o saneamento rural / Luís Rodrigo Ribon Pinotti. -- Jaboticabal, 2022
43 f. : tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agronômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Regina Aparecida Leite de Camargo

1. Agricultura familiar. 2. Saneamento Rural. 3. Água Reuso. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE JABOTICABAL

DEPARTAMENTO:

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: **Uso de Jardins Filtrantes como Alternativa de Tecnologia Social para o Saneamento Rural**

ACADÊMICO: **Luís Rodrigo Ribon Pinotti**

CURSO: **Engenharia Agronômica**

ORIENTADOR (ES): **Profa. Dra. Regina Aparecida Leite de Camargo**

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)	(Assinaturas)
Presidente	**Regina Aparecida Leite de Camargo**	
Membro	**Marcelo Odorizzi de Campos**	
Membro	**João Paulo Galvão Travassos Souza**	

Jaboticabal 15 / 02 / 2022

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: / /

"Ad-Referendum" em 21/02/2022

Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente ao Balthazar, que muito tem me acompanhado nas horas que passo sentado em cadeiras. A Nadime, que é a sua dona, também tem sido de grande apoio, nos quatro ou cinco anos que a conheço.

Aos meus pais, àqueles que considero minha família, àqueles que já se foram ou ainda estão aqui: já sabem o tamanho do meu agradecimento. Não poderia alcançar nada sem o amparo e a compreensão que me ofereceram.

Também agradeço à Prof. Regina, que me concedeu, além das oportunidades acadêmicas, o prazer de conhecer todo os agricultores do Assentamento de Córrego Rico. E no Córrego Rico, um agradecimento especial para Dona Neide, onde comia o melhor bolo de Jaboticabal e região.

Agradeço aos amigos que fiz durante a Faculdade. Agradeço ao sistema público de ensino do Brasil, especialmente o campus da Unesp de Jaboticabal, que já forma três agronômos da mesma família. Também gostaria de agradecer à Embrapa Instrumentação de São Carlos, que possibilitou grande parte do projeto.

Para a Bia, ofereço um agradecimento mais que especial. Outro para o Nolli e a Manu, que passaram por poucas e boas ultimamente. Mando beijos imensos para o Vini, Guto, Du e Cine, Thiago e o Rex.

Dedico esse trabalho para meu tio Zeca, que sempre incentivou nosso estudo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
1.1. Objetivos 3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4
2.1. Saneamento Básico Rural 4
2.2. Águas Residuárias - Reuso de águas cinzas 6
2.3. Tecnologias Sociais 9
2.4. Atuação da Embrapa Instrumentação de São Carlos no contexto do saneamento básico rural 12
2.5. Fitorremediação e Jardins Filtrantes 13
3. MATERIAIS E MÉTODOS 17
3.1. Pesquisa-ação 17
3.2. Local de desenvolvimento do projeto 18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 20
4.1. Planejamento e aquisição de materiais 27
4.2. Divulgação e realização dos Workshops 27
4.3. Participação dos agricultores, voluntários e profissionais da Embrapa Instrumentação 29
5. CONCLUSÕES 30
REFERÊNCIAS 32

Uso de Jardins Filtrantes como Alternativa de Tecnologia Social para o Saneamento Rural

RESUMO:

Existe um grave problema de saneamento em áreas rurais brasileiras. A ausência da rede coletora de esgoto, em parte decorrente da maior dispersão entre os domicílios rurais, prejudica principalmente as populações mais vulneráveis. Agricultores familiares muitas vezes sofrem com a falta de saneamento, acompanhada pela escassez hídrica e consequente insegurança alimentar. O emprego de tecnologias sociais é uma possível solução parcial para esse problema, por serem de fácil manutenção, baixo custo e contarem com a participação ativa de seus beneficiados. Dentro desse princípio, duas estações de tratamento de efluentes domiciliares para reaproveitamento de águas cinzas, denominadas Jardins Filtrantes, foram construídas como exemplo de tecnologia social no Assentamento Córrego Rico, em Jaboticabal. Os sistemas são constituídos por plantas macrófitas, capazes de realizar a fitorremediação radicular. A construção ocorreu na forma de workshops com a participação de profissionais da Embrapa Instrumentação de São Carlos/SP, além de alunos e agricultores do assentamento, visando conscientizar sobre o uso da água e difundir conhecimentos técnicos e acadêmicos. Ao final, os Jardins Filtrantes foram capazer de tratar os efluentes gerados e a água filtrada foi posteriormente direcionada para a irrigação de frutíferas.

Palavras chave: água cinza; agricultura familiar; reuso de água

Use of Filtering Gardens as a Social Technology Alternative for Rural Sanitation

ABSTRACT:

There is a serious sanitation problem in Brazilian rural areas. The absence of a sewage collection network, partly due to the greater dispersion among rural households, mainly harms the most vulnerable populations. Family farmers suffer from a lack of sanitation, accompanied by water scarcity and consequent food insecurity. The use of social technologies is a possible partial solution to this problem, as they are easy to maintain, low cost and rely on the active participation of their beneficiaries. Therefore, two domestic effluent treatment plants for reuse of gray water, called Filtering Gardens, were built as a form of social technology in the Córrego Rico Settlement, in Jaboticabal. The systems are made up of macrophyte plants, capable of performing root phytoremediation. The construction took place in the form of workshops with the participation of professionals from Embrapa Instrumentação from São Carlos/SP as well as students and farmers from the settlement, with the aim of raising awareness about the use of water and disseminating technical and academic knowledge. In the end, the Filtering Gardens were able to treat the effluents generated and the filtered water was later directed to the irrigation of fruit trees.

Keywords: gray water; family farming; water reuse

1. INTRODUÇÃO

De maneira geral, existe um grave problema de saneamento nas áreas rurais brasileiras, impactando principalmente a agricultura familiar. A falta de saneamento é justificada, em parte, porque domicílios em áreas rurais são mais dispersos entre si do que nas áreas urbanas. Baixas concentrações de residências em uma mesma área dificultam a distribuição do saneamento básico (RESENDE, 2018).

Para além da questão do saneamento, há a escassez hídrica, protagonista na discussão sobre o uso adequado dos recursos naturais. A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) define a água como um recurso natural limitado e dotado de valor econômico (Brasil, 1997). A necessidade de água potável e a tensão gerada pelas suas demandas de uso definem a questão hídrica no Brasil.

A falta de saneamento básico, aliada a escassez de água, é problema cotidiano em assentamentos rurais (GUANZIROLI, 2003; MELO; SCOPINHO,

2018).

Nesse trabalho, considerou-se que as tecnologias sociais seriam uma possível solução para a questão do saneamento e escassez hídrica em assentamentos rurais. Dentre as tecnologias socias, foi escolhida a tecnologia dos Jardins Filtrantes, utilizada no tratamento das águas cinzas, que são efluentes provenientes da lavagem de roupas, louças e outros usos não relacionados ao vaso sanitário, como uma forma de se realizar o manejo integrado de recursos naturais renováveis.

Jardins Filtrantes realizam o tratamento das águas cinzas, que, como colocado acima, são aquelas provenientes de uso doméstico excluindo o vaso sanitário (lavagem de louça e roupas, por exemplo) através das plantas macrófitas utilizadas na construção de seu sistema. As macrófitas são plantas adaptadas para ambientes de alta saturação por água e conseguem performar a fitorremediação, que é uma forma de tratamento de água associada às raízes das plantas e microorganismos da zona radicular.

Neste trabalho será contextualizada a experiência de construção de dois jardins filtrantes como alternativa de tecnologias sociais voltadas ao saneamento rural. Os sistemas foram construídos com a tecnologia e parceria da Embrapa Instrumentação de São Carlos/SP, visando auxiliar no combate aos problemas de saneamento e escassez de água enfrentada pelos produtores familiares rurais do assentamento de Córrego Rico.

A seguir serão apresentados os objetivos do trabalho e as ações extensionistas que serviram para fundamentar os Jardins Filtrantes como tecnologia social para tratamento das águas cinzas no contexto de um assentamento rural. Também será definido o que se entende por Tecnologia

Social e reuso de águas cinzas, e apresentado o modo de funcionamento dos Jardins Filtrantes.

1.1. Objetivos

Objetivos gerais: Caracterizar a questão do saneamento básico e disponibilidade hídrica no meio rural brasileiro, apresentando os Jardins Filtrantes como tecnologia social capaz de solucionar parte do problema da falta de saneamento básico no meio rural.

Objetivos específicos: Relatar a experiência de construção de dois Jardins Filtrantes para tratamento de águas cinzas associados com a realização de workshops sobre saneamento, executados no âmbito de projetos de extensão da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, no Assentamento do Córrego Rico, Jaboticabal/SP, em 12 de dezembro de 2018, e 09 e 10 de dezembro de 2019.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Saneamento Básico Rural

É amplamente conhecido o valor do saneamento para a saúde pública (e na diminuição dos custos com saúde), principalmente no combate das doenças de veiculação hídrica, como diarreias, hepatite A, dermatites, verminoses, esquistossomose, e muitas outras (NERI, 2007).

Mesmo assim, apenas 5,1% dos domicílios rurais possuem coleta de esgoto ligada à rede geral e 26,2% possuem fossa séptica, ligada ou não à rede coletora. Ainda, 49,9% dos domicílios utilizam fossas rudimentares e 11,4 % não dispõem de qualquer solução, ou seja, metade dos domicílios rurais apresenta destino incorreto para os dejetos (PNAD, 2014).

O problema é agravado pela falta de recursos e informações adequadas: muitas vezes a população rural recorre a soluções alternativas para o esgotamento sanitário, que podem se revelar inadequadas, como as fossas rudimentares presentes em cerca de 50% dos domicílios rurais (RAMOS, 2017).

Ainda, segundo o Instituto Trata Brasil (2017), em áreas rurais o problema de saneamento se torna mais complexo, por conta da falta de conhecimento acerca dos riscos e das potenciais alternativas, além dos poucos dados sobre indicadores de água e esgoto.

O Marco Legal do Saneamento Básico, instituído em 2007 pela “Lei do Saneamento” (número 11.445), tinha por finalidade estabelecer diretrizes nacionais para o saneamento básico. Tal normativa foi alterada em 15 de julho de 2020, pela Lei 14.026, no que se convencionou chamar “Novo Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil”. Essa foi a alteração mais radical já feita desde o Plano Nacional de Saneamento em 1970 (SOUZA, 2020). O Novo Marco se insere no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), sendo particularmente relacionado ao Objetivo 06: Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.

Os ODS foram construídos baseados nos antigos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, com metas a serem atingidas até 2030. Tais objetivos são intimamente relacionados, indivisíveis e almejam equilibrar as três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômica, social e ambiental. Os ODS visam o consumo e produção sustentáveis e a gestão sustentável dos recursos naturais (VIEIRA, 2020).

O Objetivo 06, especificamente, se relaciona com os direitos fundamentais de acesso à água e ao saneamento e foram base para a formulação do Novo Marco Legal do Saneamento Básico no Brasil (VIEIRA, 2020).

O Novo Marco Legal estabeleceu metas de universalização que pretendem garantir água potável para 99% da população e coleta e tratamento

de esgoto para 90% da população até 31 de dezembro de 2033. Forneceu também novo conceito para “universalização”, sendo agora definida como “a ampliação progressiva do acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico, em todos os serviços: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário, incluídos o tratamento e a disposição final adequados dos esgotos sanitários; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas” (BRASIL, 2020). O presente trabalho, que inclui o relato da construção dos jardins filtrantes, alinha-se com os princípios elencados acima.

O acesso à água é um importante limitador de desenvolvimento regional, por ser indispensável para as atividades produtivas. O déficit hídrico também está diretamente relacionado com uma menor oferta de alimentos e a consequente insegurança alimentar das populações rurais. Dessa maneira, torna-se necessário encontrar soluções próprias para as condições e características singulares da agricultura familiar brasileira, que sejam capazes de realizar a junção das questões de saneamento básico e disponibilidade hídrica.

Ações voltadas ao saneamento e uso racional da água devem ser inseridas em um contexto interdisciplinar e multidisciplinar que abarque ações ambientais, políticas de saúde pública, desenvolvimento rural e urbano e preocupação com os recursos hídricos, dentre outras áreas (PAGANINI & BOCCHIGLIERI, 2015).

2.2. Águas Residuárias - Reuso de águas cinzas

Segundo estimativas da FAO (2015), o Brasil se enquadra na condição de

país susceptível à escassez de água, mesmo detendo a maior quantidade de água doce do planeta, o que acontece devido a sua distribuição territorial e consumo excessivamente desiguais. O Estado de São Paulo, por exemplo, apresenta uma capacidade de suporte hídrico preocupante, principalmente dentro das regiões metropolitanas. (TUNDISI, 2008)

Com a crescente escassez de água, é imperativo o uso racional dos bens hídricos e a busca por soluções alternativas ao paradigma atual, a fim de garantir a manutenção de seu ciclo. Uma opção é o reuso das águas geradas no ambiente doméstico.

Através do reuso, a água potável pode ser destinada ao que é essencial, possibilitando que a água reaproveitada possa ser direcionada para as atividades agrícolas, por exemplo (SCHAER-BARBOSA; SANTOS; MEDEIROS, 2014). Justifica-se o uso da água reaproveitada na irrigação agrícola, por ser a irrigação um dos fatores que contribuem para um cenário de escassez crescente (REBOUÇAS, 2003).

Define-se reuso como o aproveitamento direto ou indireto de águas que já foram utilizadas pelo menos uma vez, para suprir outras necessidades. Ainda, água de reuso é determinada pela reutilização de águas, estas provenientes de efluentes tratados (MORAIS et al., 2015). O reuso pode ser classificado como um instrumento para a redução do consumo de água e como um recurso hídrico complementar (RODRIGUES, 2005).

Existem basicamente dois tipos de efluentes gerados em condições domésticas, as águas negras, provenientes do vaso sanitário, consequentemente infectadas com material fecal e biologicamente ativo. Todas as demais atividades domésticas originam as águas cinzas.

Águas cinzas são aquelas que já foram utilizadas em ambiente doméstico para lavagem de roupa, louça, banho e outros fins, excluindo os efluentes sanitários. As soluções tecnológicas propostas nesse trabalho possuem enfoque nas águas cinzas.

Hespanhol (2008) ainda faz mais uma distinção ao dividir águas cinzas entre escuras e claras, distinguidas por serem ou não procedentes da lavagem de louça. Ou seja, águas cinzas claras não contém água oriunda da pia da cozinha. Tal separação se faz necessária por conta da grande quantidade de material flutuante (gorduras e detergentes) que é gerada pela lavagem de louça, conferindo uma maior carga orgânica ao efluente. No caso dos Jardins Filtrantes instalados em Córrego Rico, a caixa de gordura realiza a separação e filtragem desses resíduos, possibilitando o uso das águas cinzas escuras.

O reuso da água cinza gerada em âmbito doméstico é uma alternativa apresentada para o contexto da agricultura familiar. Isso se justifica porque:

a) permite o aproveitamento em atividades que não requerem qualidade tão elevada quanto a da água potável (GENGO; HENKES, 2012; LEONEL; MARTELLI; SILVA, 2013; RODRIGUES; FÁTIMA; BRANDÃO, 2015);

b) representa 67% da quantidade de efluentes gerada nas residências (CHANAKYA; KHUNTIA, 2014);

c) tem pequena variação de vazão durante todo o ano;

d) e é coletada sem dificuldade (HESPANHOL, 2008).

O reuso diminui o lançamento de águas cinzas sem tratamento na natureza, e o aproveitamento de um recurso que já estava disponível para uso na propriedade, mas era descartado. No caso de produtores rurais, muitas vezes há escassez de água, que mesmo assim é descartada sem

reaproveitamento.

O reaproveitamento das águas cinzas ajuda a evitar a liberação de contaminantes que seriam destinados ao solo e corpos de água. Ainda, a realização do reaproveitamento é alternativa economicamente mais vantajosa, para alguns casos, do que o uso de águas pluviais (ALVES et al, 2009).

O reuso de efluentes está se consolidando como parte integral da gestão hídrica, promovendo a preservação de água de alta qualidade e reduzindo tanto a poluição do meio ambiente como os custos altos com abastecimento (AL-HAMAIEDEH, 2010). Uma boa solução local para o problema de escassez de água, que evita a poluição do local onde vivem e trabalham as famílias agricultoras.

O grande potencial para reuso após tratamento apropriado, para aplicações que não exigem qualidade de água potável, se justifica porque a água cinza é relativamente pouco poluída desde sua origem. (HERNÁNDEZ-LEAL et al., 2011). Suas fontes de contaminação são principalmente detergentes, que inclusive podem ter função bactericida.

O volume diário médio de água cinza gerado por uma pessoa é de 90 a 120 litros, mas para as condições impostas às populações de baixa renda e com escassez hídrica, pode-se esperar um volume tão baixo quanto o de 20 a 30 litros por pessoa por dia (LI; WICHMANN; OTTERPOHL, 2009)

2.3. Tecnologias Sociais

Tecnologia Social (TS) é definida como um produto, técnica e/ou metodologia reaplicável desenvolvida de modo colaborativo com a comunidade para a resolução de problemas sociais e socioambientais (GUILHERMINO; JUNIOR, 2020). Ou seja, tem como elemento definidor a promoção da autonomia

e a participação dos usuários na concepção e gestão dos instrumentos e metodologias capazes de melhorar suas condições de vida.

Ainda, pode-se resumir o conceito de TS da seguinte forma:

> “Um conjunto de técnicas e procedimentos, associados às formas de organização coletiva, que representa soluções para inclusão social e melhoria da qualidade de vida. Uma tecnologia de produto ou processo que de maneira simples e de fácil aplicação e reaplicação, com baixo custo e uso intensivo de mão-de-obra, tem impacto positivo na capacidade de resolução de problemas sociais. Uma tecnologia que depende tanto de conhecimentos gerados e difundidos na comunidade, os chamados conhecimentos populares, como daqueles técnico-científicos, desenvolvidos no ambiente acadêmico. Em suma, tecnologias sociais dizem respeito aos processos que visem não apenas à busca por modernos conhecimentos, como também à superação das desigualdades na distribuição da riqueza e da pobreza” (RUTKOWSKI, 2005, p. 182)

A TS, no contexto do saneamento rural, visa incluir a sociedade e possibilitar acesso aos serviços de saneamento sobretudo para a agricultura familiar, que não é atendida adequadamente pelas tecnologias convencionais. Algumas alternativas de tecnologias sociais para o tratamento de esgoto foram implantadas em áreas rurais com sucesso. Entre elas, podem-se destacar as fossas sépticas biodigestoras, desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (RAMOS, 2017).

Outra alternativa de tecnologia social, no contexto do saneamento rural, são os Jardins Filtrantes, que podem ser considerados uma Tecnologia Social de base Agroecológica por conta de seu propósito de conservação dos recursos naturais renováveis e pela diversidade de espécies de plantas empregadas.

Por definição, os atores sociais que irão utilizar a TS também são participantes na sua construção, agregando saberes acadêmicos e científicos com os populares e práticos, o que é uma importante ferramenta educativa e de inclusão social (RUTKWOSKI, 2005).

A participação da comunidade no processo de decisão, o baixo custo relativo para realização (ao redor de 4 mil reais em 2018), a escala pequena de

intervenção, e os efeitos positivos para a saúde e renda definem os Jardins Filtrantes como uma forma de TS. Além disso, a TS não objetiva o lucro, mas à resolução dos problemas sociais e da exclusão social.

Para diminuir os danos causados pela falta de saneamento básico em regiões rurais, a aplicação e eficiência de uma tecnologia social apenas será positiva se associada a processos educativos contínuos, através de mobilização e conscientização (MARQUES, 2012). Por isso, a realização de palestras e workshops com participação da comunidade é essencial.

No contexto desse trabalho, a TS tem como sujeito de enfoque o agricultor familiar**,** cuja categoria é definida pela da Lei 11.326, de 24 de julho de 2006 (BRASIL, 2006), compreendendo os seguintes requerimentos:

> I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
>
> II - utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
>
> III - tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;
>
> IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Essa é uma definição operacional para um grupo social bastante heterogêneo, mas similar em seu contraste frente à agricultura patronal (ALTAFIN, 2007).

Segundo o censo agropecuário de 2017, dos mais de cinco milhões de propriedades rurais brasileiras, 77% dos estabelecimentos foram classificados como de agricultura familiar. São 80,9 milhões de hectares, ou 23% da área total da agropecuária brasileira (IBGE, 2017). Ainda, o Brasil possui cerca de 31,2 milhões de habitantes na área rural, sendo sua maioria composta de agricultores familares.

Mesmo cultivando áreas menores, a agricultura familiar é essencial para a segurança alimentar do país, gerando produtos da cesta básica consumidos pelos brasileiros.

O interesse pela agricultura familiar como categoria para aplicação das Tecnologias Sociais é justificado pela vulnerabilidade desses atores sociais e pela flagrante ausência de saneamento básico nas áreas rurais. A falta de saneamento básico no meio rural prejudica a produção da agricultura familiar e consequentemente a segurança e soberania alimentar nacional.

2.4. Atuação da Embrapa Instrumentação de São Carlos no contexto do saneamento básico rural

Dentro do contexto de realização desse presente trabalho, foi essencial a participação de profissionais da Embrapa Instrumentação, cujos esforços em ajudar a sanar o problema do saneamento básico rural resultaram, dentre outras coisas, em tecnologias adaptadas à condição do agricultor familiar. São destaques o Clorador Embrapa, para tratamento de água para consumo humano, a muito difundida fossa séptica biodigestora, para tratamento de águas negras na zona rural e que teve 12 mil unidades instaladas em 260 municípios em todo o território nacional (SILVA, 2021), e por fim a adaptação da tecnologia social dos Jardins Filtrantes para a realidade rural brasileira, lançada em 2013.

O Clorador Embrapa é uma tecnologia simples para aplicação de cloro na água utilizada na residência rural através de um funil instalado na rede que leva a água da captação até a caixa d'água da casa. A fossa séptica biodigestora trata as águas negras através de fermentação anaeróbica feita por microorganismos presentes no próprio esgoto. Por fim, os Jardins Filtrantes

seguem com a ideia de simplicidade operacional e baixo custo, para aplicação no âmbito rural. Segundo Silva (2021, p.17):

> Um Jardim Filtrante mimetiza uma área alagada natural (brejo, pântano etc.), onde plantas adaptadas a áreas saturadas de água (tecnicamente chamadas de macrófitas aquáticas) e micro-organismos associados às raízes destas plantas, trabalham em conjunto para retirar nutrientes e eliminar contaminantes de maneira natural.

2.5. Fitorremediação e Jardins Filtrantes

O sistema de tratamento de água denominado Jardim Filtrante, ou “constructed wetland” é um pequeno lago com pedras, areia e plantas aquáticas (macrófitas) onde o esgoto é tratado através de um processo conhecido como fitorremediação, que é capaz de tratar contaminantes como solventes clorados, pesticidas, nitratos, sulfatos e cianetos, explosivos e metais pesados, entre outros (MCCUTCHEON; SUSARLA; MEDINA, 2002, p. 650).

O Jardim Filtrante é uma alternativa sustentável de tratamento de água, que combina funcionalidade e harmonia paisagística, sendo de implantação e manutenção simples (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2017).

De acordo com Salati (2003), existem três tipos de jardins filtrantes, no que se refere ao modo da passagem da água:

a) Sistema de fluxo superficial, o mais similar à ecossistemas naturais de áreas alagadas (brejos e pântanos), cuja superfície de água é facilmente visível, mais similar a um lago;

b) o de fluxo vertical, em que o efluente corre verticalmente pela estrutura de areia e cascalho, passando pelas plantas macrófitas que fazem o tratamento da água através de suas raízes;

c) de fluxo sub-superficial horizontal, no qual a água é distribuída horizontalmente pela estrutura semelhante ao sistema de fluxo vertical.

A figura abaixo representa um esquema da passagem dos efluentes pelo sistema Jardim Filtrante do tipo de fluxo horizontal, que foi o tipo instalado no Assentamento de Córrego Rico.

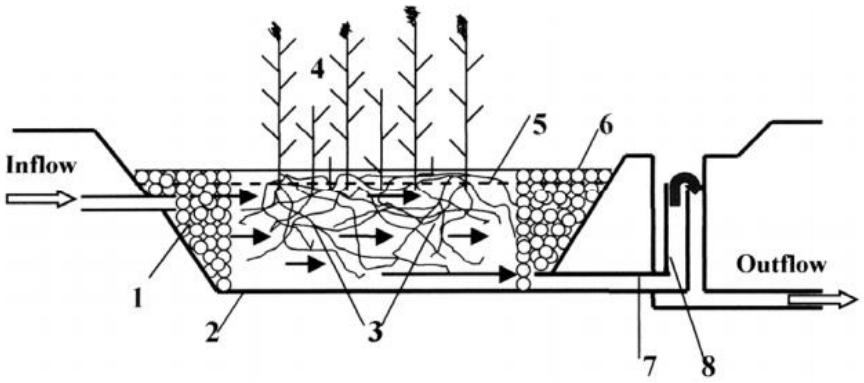


Figura 1: Jardim Filtrante de fluxo horizontal
Fonte: Vymazal (2010, p. 536)

O fluxo da água ocorre conforme as setas indicativas, da esquerda para a direita (Figura 1). Os números indicados na imagem designam: 1) zona de distribuição da água coberta por pedra brita; 2) camada impermeabilizante; 3) material de filtração (zona radicular); 4) plantas macrófitas; 5) nível adequado da água no sistema; 6) região final do jardim coberta por pedra brita; 7) cano para drenagem; 8) estrutura de saída com ajuste para o nível da água (VYMAZAL, 2010, p. 536).

No caso da aplicação dos Jardins Filtrantes como alternativa de tratamento de água cinza no meio rural, principalmente voltado aos agricultores familiares, a Embrapa Instrumentação de São Carlos teve protagonismo em adaptar e difundir essa tecnologia, além de outras associadas ao saneamento, como o clorador da Embrapa ou as fossas sépticas biodigestoras (SILVA, 2021).

No Jardim Filtrante a purificação dos efluentes ocorre através das plantas cujo sistema radicular fica anexados aos sedimentos, mas com caule e folhas parcialmente submersos. Dependendo da espécie utilizada, a grande

penetração das raízes permite contato com alto volume de sedimentos. As plantas macrófitas podem ser de inúmeras famílias botânicas e são chamadas informalmente de juncos.

O sistema é inspirado nos ecossistemas em que ocorre a inundação parcial ou total durante determinados períodos do ano, como no caso de brejos ou do Pantanal brasileiro, onde é verificada a capacidade de modificação da qualidade das águas através de processos naturais em que as macrófitas e a população microbiana presente na região radicular degradam e seqüestram contaminantes (SALATI, 2003).

Plantas aquáticas apresentam intensa capacidade de absorção de nutrientes, além de crescimento acelerado, possuindo alta eficiência em aprimorar os parâmetros de qualidade do efluente. O baixo custo de implantação e alta produção de biomassa de ampla utilização (podendo ser utilizada na geração de energia, produção de ração animal, ou ainda como fertilizante) são atributos positivos e que justificam o uso das plantas (RODRIGUES; FÁTIMA; BRANDÃO, 2015).

No caso dos assentamentos rurais, a velocidade de reprodução das plantas pode significar uma forma de renda acessória através da venda de mudas produzidas no Jardim Filtrante. Algumas das espécies com potencial de uso, como o papiro (*Cyperus Papyrus*), são consideradas de valor paisagístico, e atingem preços elevados no mercado. Outras plantas utilizadas são o lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*), heliconia (*Heliconia latispatha*), Taboa (*Typha domingensis*). As espécies mais utilizadas tem sido *Phragmites australis*, a *Typha latifolia* e a *Scirpus lacustris* (SALATI, 2003).

Áreas de solo alagado possuem disponibilidade de oxigênio menor do

que em ambientes bem drenados, por conta dos poros do solo estarem preenchidos com água. A difusão do oxigênio na água é lenta, portanto, as condições se tornam anaeróbicas, exceto pelas camadas mais superficiais dos perfis.

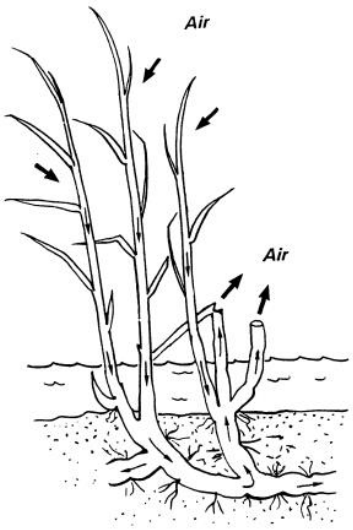


Figura 2: Adaptações morfológicas das macrófitas, permitindo passagem de ar. As setas da figura indicam a entrada e saída de ar.
Fonte: Vymazal (2010, p. 540)

As plantas macrófitas adaptaram-se morfológicamente à pressão de seleção dos ambientes saturados por água, e consequentemente conseguem obter a maior parte de oxigênio de outras formas, principalmente por intermédio de suas folhas, através de um extenso sistema interno de lacunas em suas estruturas (Figura 2) , por onde ocorre a passagem de ar (VYMAZAL, 2010, p. 540).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Pesquisa-ação

O trabalho se insere dentro do contexto de um projeto de extensão, que visou promover a agroecologia nos assentamentos rurais, através do aproveitamento dos conhecimentos empíricos dos produtores rurais e conhecimentos acadêmicos dos alunos e professores, propiciando a troca de experiências.

A primeira etapa do trabalho envolveu a pesquisa bibliográfica extensiva de conceitos, definições e outros aspectos importantes acerca do tema para apropriação do conhecimento já produzido na área.

A metodologia do trabalho pode ser classificada como de pesquisa-ação, que é frequentemente utilizada no Brasil como horizonte teórico para atuação e desenvolvimento das tecnologias sociais, buscando produzir uma solução técnica que responda às necessidades do grupo através de diálogo com saberes tradicionais e com respeito aos valores das pessoas impactadas (CRUZ, 2017).

Pesquisa-ação pode ser definida nos seguintes termos:

> “um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos do modo operativo ou participativo.” (THIOLLENT, 2011, p.14)

3.2. Local de desenvolvimento do projeto

A região onde se encontra o assentamento de Córrego Rico sofre de escassez hídrica, principalmente durante o inverno. O clima é caracterizado como Tropical de Savana, com seca de inverno, segundo a Classificação de Köppen-Geiser (ANDRE & GARCIA, 2015). Isso significa que há déficit hídrico entre os meses de Abril e Setembro, com deficiência mais acentuada em Julho.

O Assentamento Rural de Córrego Rico está localizado na região nordeste do Estado de São Paulo, a cerca de 10 km de Jaboticabal, no distrito de Córrego Rico. A região se caracteriza por extensa produção canavieira. O Assentamento foi implantado em 1998, com 47 famílias que ocuparam áreas da Estrada de Ferro FEPASA e possui 468 hectares, sendo 362 ha de área agrícola sob domínio das terras estadual definitivo.



Figura 3: Localização do Assentamento
Fonte: Veronezzi (2013)

O Assentamento está dentro da Microbacia do Córrego Rico, vinculada ao Comitê de Bacias do Rio Mogi Guaçu. Nessa região, segundo Assunção, et al (2015) demonstraram, a qualidade da água consumida pelos moradores na área rural está comprometida, principalmente pela presença de *Escherichia coli*. Segundo os autores, isso ocorre por ser a região desprovida de serviços públicos adequados de saneamento.

Ainda, Assunção et al (2015) realizaram entrevistas com os proprietários rurais da região, concluindo que estes não estavam informados sobre os problemas de qualidade. Muitos moradores da área rural inclusive consideravam as fontes de água de suas propriedades mais límpidas e de melhor qualidade do que na zona urbana. Tais resultados demonstram a necessidade de práticas educacionais sobre saneamento, e a necessária preocupação com a instalação de tecnologias capazes de realizar o tratamento da água.

Na região, a falta de água é fator limitante da produção agrícola, justificando a pesquisa científica e projetos com intuito de mitigar tal condição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Planejamento e aquisição de materiais

A necessidade do tratamento das águas cinzas no assentamento de Córrego Rico foi identificada através de diversos encontros da equipe do projeto de extensão universitária com os agricultores do local. Foi considerado necessário evitar o desperdício e possível contaminação dos solos da região. Muitos agricultores do assentamento realizavam o descarte da água cinza utilizada diretamente no solo, sem tratamento. Também, através do diálogo com os assentados, o Jardim Filtrante foi identificado como a melhor opção de tecnologia social a ser testada.

Foi realizada, em conjunto com os assentados, a escolha dos agricultores que se beneficiariam da construção dos Jardins Filtrantes. Um dos critérios de escolha da área para construção do projeto foi a topografia do terreno: por ser necessário desnível entre a casa e o Jardim Filtrante, por onde a água poderia fluir com auxílio da gravidade. Ou seja, o projeto deveria ser construído em local mais baixo que a edificação, facilitando o fluxo gravitacional

de água.

Para a construção de ambos os Jardins Filtrantes, realizou-se o levantamento de preços e a compra dos materiais utilizados, em sua maioria no comércio local. O material mais específico é uma geomembrana para impermeabilização do solo. Após a escolha dos lotes dos assentados foi determinada a posição do encanamento para a coleta dos efluentes, e a melhor localização para o Jardim Filtrante, reservatório de água e do sistema de irrigação. Em relação a sua dimensão, são calculados 2 m² de Jardim Filtrante para cada morador do domicílio. O primeiro Jardim Filtrante, de 2018, foi dimensionado em 12 m² e o segundo, de 2019, em 10m², porque correspondiam às necessidades de uma família de seis e de cinco integrantes, respectivamente (PINOTTI; CAMARGO; ALMEIDA; 2020)

No Quadro 1, encontram-se listados os materiais necessários para construção de um Jardim Filtrante:

QUADRO 1: MATERIAL NECESSÁRIO PARA CONSTRUÇÃO DO JARDIM FILTRANTE

Geomembrana de EPDM ou PVC
Manta geotêxtil
Brita nº 2 ou 3 (2 m^3)
Areia grossa (2,5 m^3)
Tubos e conexões de esgoto em PVC
Caixa d'água com tampa (50 – 100 L), para retenção de resíduos sólidos
Caixa de gordura com tampa e cesto
Reservatório para a retenção de resíduos sólidos
Mudas das plantas (macrófitas)
Tela de nylon (1,2 m x 10 m)

Fonte: Adaptado de Silva (2014, p. 56)

Todos os materiais listados no quadro foram adquiridos com recursos do projeto de extensão. Tais recursos também foram utilizados para trazer os profissionais da Embrapa Instrumentação de São Carlos até o local. Os itens de maior valor são a geomembrana e a manta geotêxtil, configurando quase metade do valor dos Jardins. Os custos para construção de um Jardim Filtrante nos anos de 2018 e 2019 ficaram ao redor de 4 mil reais.

4.1.1. Divulgação e realização dos Workshops

Após confirmado o efetivo interesse da comunidade pelo projeto e pelo tópico da reutilização de águas cinzas, planejou-se, através da extensão universitária, o workshop de construção do Jardim Filtrante: em ambas as oficinas de construção dos Jardins Filtrantes, foi realizada a divulgação do workshop, com palestras procedida da construção da tecnologia social, feita em conjunto com os assentados.

Através da divulgação do workshop, efetivou-se a participação de inúmeros assentados, alunos de graduação e pós-graduação, e outros voluntários, para auxiliar com a construção do Jardim Filtrante.

As atividades foram contextualizadas pela apresentação de palestras e cartazes descrevendo a metodologia de implantação e seus objetivos, sendo realizadas na própria residência onde o Jardim seria construído. As palestras foram proferidas por pesquisador da Embrapa Instrumentação de São Carlos, elucidando a importância do saneamento rural no Brasil e quais as alternativas para que seja feito de forma eficiente e com baixo custo.

Em ambos os casos as atividades foram divulgadas por cartazes

impressos e cards na internet, relacionados abaixo.



Figura 4: Material de divulgação do workshop do primeiro Jardim Filtrante construído, em 2018
Fonte: Projeto de extensão universitária, 2018



Figura 5: Material de divulgação do workshop do segundo Jardim Filtrante construído, em 2019.
Fonte: Projeto de extensão universitária, 2019.



Figura 6: Palestra sobre saneamento no meio rural, proferida por pesquisador da Embrapa Instrumentação, de São Carlos.
Fonte: Projeto de Extensão Universitária, 2018.

4.1.2. Participação dos agricultores, voluntários e profissionais da Embrapa Instrumentação.

Todas as etapas representadas nas imagens abaixo são comuns ao processo de construção de ambos os Jardins Filtrantes. A construção seguiu as instruções contidas no trabalho do pesquisador da Embrapa Instrumentação Wilson Tadeu Lopes da Silva (SILVA, 2014).

Antes da participação do trabalho dos voluntários, foi realizada a abertura da cova onde seria construído o Jardim Filtrante por uma retroescavadeira cedida para esse propósito pela Prefeitura de Jaboticabal.

A remoção do excesso de terra após a abertura da cova e o nivelamento do terreno foram realizados com auxilio e instrução de técnicos da Embrapa Instrumentação, com uso de nível óptico e mangueira de nível. Voluntários e assentados participaram do processo, utilizando pás para remoção da terra dentro do Jardim Filtrante.

Também foi necessário deixar as bordas do Jardim mais altas do que os arredores (tanto de dentro quanto fora do Jardim Filtrante) para evitar vazamento da água retida no sistema e a entrada externa de água que não seja através do encanamento.



Figura 7: Remoção de excesso de terra para nivelamento do terreno onde estava sendo construído o Jardim Filtrante
Fonte: Projeto de Extensão Universitária, 2018.



Figura 8: Nivelamento do terreno onde estava sendo construído o Jardim Filtrante, com auxílio de instrumentos
Fonte: Projeto de Extensão Universitária, 2018.

Após o nivelamento (Figura 8) e remoção do excesso de terra do terreno (Figura 7), foi feita a colocação de membrana geotêxtil ou bidin (7m x 4 m) (figura 9), que é a primeira camada do sistema, ficando em contato direto com a terra, e subsequente deposição de manta geotérmica impermeabilizante (7 m x 4 m).



Figura 9: Colocação de membrana geotêxtil e membrana geotérmica impermeabilizante.
Fonte: Projeto de Extensão Universitária, 2018.

Após, foi depositada camada de pedra brita (ao redor de 2 m^3) conforme a imagem abaixo (Figura 10).



Figura 10: Deposição da camada de pedra brita Nº 2
Fonte: Projeto de Extensão Universitária, 2018.

As etapas seguintes, representadas sequencialmente pelas imagens abaixo, envolvem a deposição de camada de nylon (Figura 11), que posteriormente será coberta com 2,5m^3 de areia grossa (Figura 12). O nylon serve para evitar a entrada de raizes das plantas e areia nas camadas inferiores. A areia serve de substrato para as plantas e é um dos meios pelo qual a água passará, ficando encharcada quando o sistema estiver em funcionamento. As mudas foram plantadas diretamente na areia (Figura 13).



Figura 11: Posicionamento das telas de nylon, entre pedra brita e areia.
Fonte: Projeto de Extensão Universitária, 2018.



Figura 12: Deposição da camada de areia.
Fonte: Projeto de Extensão Universitária, 2018.



Figura 13: Plantio das mudas de macrófitas aquáticas.
Fonte: Projeto de Extensão Universitária, 2018.

Abaixo estão representados ambos os Jardins Filtrantes, com plantas já adultas, após aproximadamente um mês do processo de construção e plantio das mudas (Figuras 14 e 15). No caso do segundo Jardim Filtrante (Figura 15) é possível verificar a caixa de resíduos sólidos e a caixa de gordura na entrada do sistema.



Figura 14: Primeiro Jardim Filtrante, com plantas após um mês de crescimento
Fonte: Projeto de Extensão Universitária, 2018.



Figura 15: Segundo Jardim Filtrante, com plantas após um mês de crescimento
Fonte: Projeto de Extensão Universitária, 2019.

A água tratada pelos sistemas é utilizada para a irrigação de diferentes culturas, nos lotes do Assentamento de Córrego Rico onde foram construídos. Dessa maneira, é feita a reutilização e uso racional do valioso insumo água.

Segundo relato do produtor rural Adão Máximo da Fonseca, participante do projeto que teve um dos Jardins Filtrantes construído em seu lote no Assentamento: “Minha casa tem seis pessoas. Eu gasto uma média de quase três mil litros de água por dia. Se eu molhar um pé de bananeira com ele [Jardim Filtrante], eu já estou no lucro.” (Entrevista Adão, 2019)

Outra assentada, a Presidente da Associação de Agricultores Familiares Terra Rica, Tânia Mara Baldão, relata que “a comercialização, falta de recurso e falta de água” são dificuldades enfrentadas pelos habitantes do local. (Entrevista Tânia, 2019).

A experiência de construção dos dois Jardins Filtrantes no Córrego Rico serve como mais uma forma de embasar a difusão dessa tecnologia social em assentamentos rurais. Os Jardins Filtrantes são de fácil uso e manutenção e eficientes no tratamento dos efluentes gerados (RAMOS, 2021). Embora necessitem de manutenção contínua, mediante a rapida propagação das plantas, os Jardins Filtrantes são uma alternativa de tecnologia social e

instrumento útil da promoção da sustentabilidade e viabilidade econômica na produção agrícola para assentados e agricultores familiares. As características paisagísticas do sistema o tornam efetivamente um jardim, configurando aspecto ornamental ao tratamento de água, tornando-o atrativo e conveniente, tanto para o proprietário quanto para gerar interesse de outros produtores pela tecnologia. (GENGO & HENKES, 2021).

Para o completo tratamento da água no local é necessário combinar a prática do Jardim Filtrante com outras alternativas de saneamento, como por exemplo o o já bem difundido sistema de fossas biodigestoras (LEONEL et al, 2013), ou mesmo uma fossa séptica, presentes em quase todos os lotes do assentamento. Dessa forma serão tratadas águas cinzas e negras, provenientes do vaso sanitário. Assim, toda forma de efluente doméstico pode ser tratada ou reaproveitada.

O saneamento básico rural não deve ser visto de forma isolada, mas estar vinculado à políticas públicas e tecnologias que visem o desenvolvimento social da população rural, buscando a melhoria da qualidade de vida desses indivíduos. Dessa forma, se tornam necessárias práticas ambientais como o tratamento de outros resíduos agrícolas, a prática de reciclagem agrícola (por exemplo, de água ou nutrientes), a adoção de boas práticas agropecuárias, manutenção de mananciais e das áreas de proteção permanente (SILVA, 2021, p. 9).

5. CONCLUSÕES

Tecnologias sociais possuem grande potencial para serem exploradas no meio rural brasileiro, auxiliando no saneamento básico, escassez hídrica, conscientização e educação, dentre outros inúmeros benefícios. A natureza simples, participativa e acessível dessas tecnologias as torna interessantes ao produtor rural.

Práticas de difusão de conhecimento e diálogo entre acadêmicos, dotados de conhecimento em grande parte teórico, e assentados rurais, dotados de conhecimento empírico sobre a produção e o meio rural são essenciais para fomentar mudanças positivas nos problemas que acometem os agricultores familiares.

Com relação às ações realizadas no assentamento de Córrego Rico durante os dois dias de workshop, ao final do processo de construção dos sistemas, foram obtidos dois Jardins Filtrantes funcionais, capazes de realizar a fitorremediação dos poluentes da água gerada por ambas as famílias. Mesmo

assim, o trabalho não se interrompe com o objeto construído e funcionando, pois é necessária a continuidade das práticas de extensão rural e apoio à comunidade que participou da construção dessa tecnologia social, inclusive para manutenção do que foi realizado.

As ações no assentamento foram possibilitadas pela atuação das instituições públicas (Unesp de Jaboticabal, Embrapa Instrumentação, Prefeitura de Jaboticabal). Por mais que o custo relativo do Jardim Filtrante seja baixo, dificilmente seria implementado de forma espontânea pelos agricultores, cuja percepção da necessidade da tecnologia, levando-se em conta os custos da implantação, está relacionada com a percepção do nível do problema: por mais que incomode ter água cinza não tratada passando abertamente pela propriedade, a solução dessa questão não é vista como prioridade, frente a tantas outras necessidades do assentado. Assim, justificam-se ações de fomento e subsídio a esse tipo de projeto social.

Por fim, é necessário novamente salientar a importância da participação da Embrapa na difusão de tecnologias de saneamento rural de baixo custo e das práticas educativas sobre o tema, tão necessárias para a saúde e bem-estar das populações rurais do Brasil.

REFERÊNCIAS

AL-HAMAIEDEH, H. D. The impact of greywater reuse in irrigation on public health and safety. **Electronic Journal of Geotechnical Engineering**, [s. l.], v. 15, p. 1131–1138, 2010. Disponível em: researchgate.net/profile/Husam-Al-Hamaiedeh/publication/288300377_The_Impact_of_Greywater_Reuse_in_Irrigation_on_Public_Health_and_Safety/links/55334ef40cf20ea0a074cc7c/The-Impact-of-Greywater-Reuse-in-Irrigation-on-Public-Health-and-Safety.pdf. Acesso em 20 de março de 2021.

ALTAFIN, Iara. Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar. **Brasília: CDS/UnB**, p. 1-23, 2007. Disponível em: http://www.enfoc.org.br/system/arquivos/documentos/70/f1282reflexoes-sobre-o-conceito-de-agricultura-familiar---iara-altafin---2007.pdf. Acesso em 13 de março de 2021.

ANDRE, R. G. B.; GARCIA, A. Alguns aspectos climáticos do município de Jaboticabal-SP. **Nucleus**, v. 12, n. 2, p. 263-269, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286650165_ALGUNS_ASPECTOS_CLIMATICOS_DO_MUNICIPIO_DE_JABOTICABAL_-_SP. Acesso em 20 março de 2021.

BARROS, H. M. M. et al. Reúso de água na agricultura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 3, 2015. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7322067. Acesso em 24 de janeiro de 2021.

BRASIL, Trata. Instituto Trata Brasil. **Ranking do Saneamento**, 2017. Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/. Acesso em 20 de março de 2021.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2020.

BUAINAIN, Antônio Márcio; ROMEIRO, Ademar R.; GUANZIROLI, Carlos. Agricultura familiar e o novo mundo rural. **Sociologias**, p. 312-347, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/j/soc/a/yWYK66v4CJXDqsmKtVH5bkD/?lang=pt&format=pdf. Acesso em 14 de março de 2021.

CHANAKYA, H. N.; KHUNTIA, H. K. Treatment of gray water using anaerobic biofilms created on synthetic and natural fibers. **Process Safety and Environmental Protection**, [s. l.], v. 92, n. 2, p. 186–192, 2014. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957582012001620?via%3Dihub. Acesso em 25 de março de 2021.

CRUZ, C. **Tecnologia social: fundamentações, desafios, urgência e legitimidade. 2017**. Tese (Doutorado em Filosofia). Universidade de São Paulo. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8133/tde-

30012018-185023/publico/2017_CristianoCordeiroCruz_VCorr.pdf. Acesso em 06 de abril de 2021.

EL ANDALOUSSI, K. Pesquisas-ações: ciências, desenvolvimento, democracia. **São Carlos: EdUFSCar**, p. 33-68, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321224513_Pesquisa-acao_uma_alternativa_metodologica_nos_Estudos_do_Consumo. Acesso em 14 de março de 2021.

FAO & WWC. Towards a Water and Food Secure Future. **White paper**, [s. l.], p. 61, 2015. Disponível em: http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de02_estadistiques_observatoris/27_butlletins/02_butlletins_nd/documents_nd/fitxers_estatics_nd/2015/0156_2015_MA_RecursosHidircs_Aigua-crisi-alimentaria-Mon.pdf. Acesso em 24 de janeiro de 2021.

GENGO, R. de C.; HENKES, J. A. A utilização do paisagismo como ferramenta na preservação e melhoria ambiental em área urbana. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 55, 2012. Disponível em: https://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/1206. Acesso em 25 de março de 2021.

GUILHERMINO, M.; JUNIOR, D. A. A Tecnologia Social e sua Contribuição para a Educação em Ciências. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, [s. l.], v. 20, p. 345–374, 2020. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/18873. Acesso em 06 de abril de 2021.

GRUPO NOSSA ÁGUA. **Jardim Filtrante: Usar e reutilizar**, 2019. Disponível em: https://vimeo.com/370160613. Acesso em 27 de janeiro de 2022.

HERNÁNDEZ-LEAL, L.; TEMMINK, H.; ZEEMAN, G.; BUISMAN, C. J. N. Removal of micropollutants from aerobically treated grey water via ozone and activated carbon. **Water Research**, [s. l.], v. 45, n. 9, p. 2887–2896, 2011. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21453950/. Acesso em 15 de janeiro de 2021.

HESPANHOL, I. Gestão de Recursos Hídricos. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 22, n. 63, p. 131–158, 2008. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10297/11947. Acesso em 12 de março de 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário de 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html. Acesso em 13 de março de 2021.

LEONEL, L. F.; MARTELLI, L. F. de A.; SILVA, W. T. L. Da. Avaliação do efluente de fossa séptica biodigestora e Jardim Filtrante. **III Symposium on agricultural and agroindustrial waste management**, São Pedro, p. 12–15,

2013. Disponível em: http://www.sbera.org.br/3sigera/obras/ag_tec_01_LeticiaLeonel.PDF. Acesso em 25 de março de 2021.

LI, F.; WICHMANN, K.; OTTERPOHL, R. Review of the technological approaches for grey water treatment and reuses. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 407, n. 11, p. 3439–3449, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/24145844_Review_of_the_technological_approaches_for_grey_water_treatment_and_reuses. Acesso em 06 de abril de 2021.

MARQUES, E. Educação ambiental e inclusão de tecnologia social para saneamento básico em propriedades de agricultores familiares. **Revista Monografias Ambientais**, v. 10, n. 10, p. 2101-2114, 2012. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/index.php/remoa/article/view/5916. Acesso em 11 de fevereiro de 2021.

MARTINETTI, T. H; TEIXEIRA, B. A.; SHIMBO, I. Pesquisa-ação participativa para execução de um sistema de tratamento local de efluentes sanitários residenciais sustentável: caso do assentamento rural Sepé-Tiaraju. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 3, p. 43-55, 2009. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/9507/6628. Acesso em 05 de maio de 2021.

MCCUTCHEON, S. C.; SUSARLA, S.; MEDINA, V. F. Phytoremediation: An ecological solution to organic chemical contamination. **Ecological Engineering**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 647–658, 2002. Disponível em: https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-0646b7f5-8560-347e-a0e4-7af2b97bbc83. Acesso em 07 de fevereiro de 2021.

MELO, T. G.; SCOPINHO, R. A. Políticas públicas para os assentamentos rurais e cooperativismo:: entre o idealizado e as práticas possíveis. **Sociedade e Estado**, [S. l.], v. 33, n. 01, p. 63–86, 2018. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/sociedade/article/view/18348. Acesso em: 24 de janeiro de 2021.

NERI, Marcelo Cortes. Trata Brasil: Saneamento e Saúde. **Rio de Janeiro: FGV/IBRE**, **CPS**, 2007. Disponível em: https://www.cps.fgv.br/ibrecps/CPS_infra/texto.pdf. Acesso em 22 de fevereiro de 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Os objetivos de desenvolvimento sustentável: dos ODM aos ODS. Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento (PNUD). Disponível em: http://www.pnud.org.br/ODS.aspx. Acesso em: 05 de maio de 2021.

PAGANINI, W; BOCCHIGLIERI, M. M. “Educação sanitária e ambiental no saneamento”, Alterações climáticas e a gestão do saneamento ambiental. *In*: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28., 2015, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia

Sanitária e Ambiental, 2015. Disponível em: https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento29/TrabalhosCompletosPDF/VIII-073.pdf. Acesso em 06 de abril de 2021.

PINOTTI, L. R. R.; CAMARGO, R.A.L; ALMEIDA, O. L. Experiência de fito remediação de água por jardim filtrante em assentamento rural na região de Córrego Rico–Jaboticabal/SP. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020. Disponível em: http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/3548/3013. Acesso em 10 de fevereiro de 2022.

RAMOS, M. F. **Tecnologia social como facilitadora para tratamento de esgoto em área rural**. 2017. 152 p. Tese (Mestrado em Saúde Pública). Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-17052017-113437/pt-br.php. Acesso em 24 de janeiro de 2021.

REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia análise & dados**, v. 13, p. 341-345, 2003. Disponível em: http://www.ijsn.es.gov.br/ConteudoDigital/20180507_bahiaanaliseedados_v.13_n.especial2003_p.341_345_.pdf. Acesso em 10 de janeiro de 2021.

RESENDE, R. G.; FERREIRA, S.; FERNANDES, L. F. R. O saneamento rural no contexto brasileiro. **Revista Agrogeoambiental**, v. 10, n. 1, p. 131-149, 2018. Disponível em: agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/1027/pdf. Acesso em 22 de fevereiro de 2021.

RODRIGUES, J. V.; FÁTIMA, J. De; BRANDÃO, C. Fitorremediação : Jardins Filtrantes Como Solução Para Águas Cinzas. **Sociedade, ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 1, n. 2007, p. 5, 2015. Disponível em: https://docplayer.com.br/79350957-Fitorremediacao-jardins-filtrantes-como-solucao-para-aguas-cinzas-janaina-vitor-rodrigues1-jeane-de-fatima-cunha-brandao-2.html. Acesso em 24 de janeiro de 2021.

RODRIGUES, R. dos S. **As dimensões legais e institucionais do reuso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reuso no Brasil.** [s. l.], p. 177, 2005. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-03112005-121928/. Acesso em 24 de janeiro de 2021.

RUTKOWSKI, J. Rede de Tecnologias Sociais: pode a tecnologia proporcionar desenvolvimento social? *In*.: LIANZA, S.; ADDOR, F.(Org.). **Tecnologia e desenvolvimento social e solidário**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2005. cap. 4 p. 181-198. Disponível em: https://docero.com.br/doc/8xns585. Acesso em 11 de Janeiro de 2021.

SALATI, E.; SALATI FILHO, E. Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 65, n. 1/2, p. 113-

116, 2003. Disponível em: biologico.sp.gov.br/uploads/docs/bio/v65_1_2/salatti.pdf. Acesso em 06 de abril de 2021.

SCHAER-BARBOSA, M.; SANTOS, M. E. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Viabilidade do reúso de água como elemento mitigador dos efeitos da seca no semiárido da Bahia. **Ambiente & Sociedade**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 17–32, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/asoc/a/qn7khwN57XZDgYVpPhTDcfN/abstract/?lang=pt. Acesso em 06 de abril de 2021.

SILVA, W. T. L. et al. 20 anos do saneamento rural na Embrapa Instrumentação: do básico ao ambiental. 2021. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1138679/1/DOC72-2021.pdf. Acesso em 14 de fevereiro de 2022.

SILVA, W. T. L. Saneamento básico rural/ABC da Agricultura Familiar. Embrapa. Brasília, DF, p. 68, 2014. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf. Acesso em 27 de janeiro de 2021.

SOUSA, A. C. A. “O que esperar do novo marco do saneamento?”. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, 2020. Disponível em: http://cadernos.ensp.fiocruz.br/csp/artigo/1261/o-que-esperar-do-novo-marco-do-saneamento. Acesso em 22 de fevereiro de 2021.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. In: Metodologia da pesquisa-ação. p. 108-108, 1988. Disponível em: https://marcosfabionuva.files.wordpress.com/2018/08/7-metodologia-da-pesquisa-ac3a7c3a3o.pdf. Acesso em 15 de fevereiro de 2021.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: Problemas e soluções. **Estudos Avancados**, [s. l.], v. 22, n. 63, p. 7–16, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/7gyMPtTzfkYfWWsMHqVLTqm/?format=pdf&lang=pt. Acesso em 02 de abril de 2021.

VERONEZZI, F; SERRA, E. O assentamento rural de Córrego Rico no perfil agrário do Escritório de Desenvolvimento Rural – EDR de Jaboticabal-SP. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 47, 2013. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/21675/13404. Acesso em 15 de fevereiro de 2021.

VIEIRA, P. A. O processo de universalização do acesso à água e ao saneamento básico no Brasil (ODS nº 06): uma análise à luz da Lei nº 14.026/2020. Disponível em: https://www.unifor.br/documents/20143/4845162/GT5-Patricia+Albuquerque+Vieira.pdf. Acesso em 15 de fevereiro de 2022.

VYMAZAL, J. Constructed wetlands for wastewater treatment. **Water**, v. 2, n. 3, p. 530-549, 2010. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4441/2/3/530.

Acesso em 02 de maio de 2021.

ZANCUL, J.; SALATI, D. Programa Nacional de Saneamento rural: atuação da FUNASA e perspectivas. In: **VII Seminário Nacional De Saneamento Rural. II Encontro Latino-Americano de Saneamento Rural**, 2014, Brasília: FUNASA, 2014. 41p. Disponível em: https://abes-es.org.br/wp-content/uploads/2016/09/Nacional-de-saneamento-rural-atuacao-da-funasa-e-perspectivas.pdf. Acesso em 15 de junho de 2021.