

APLICAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DE UM SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS: ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL EM COMUNIDADE DO SEMIÁRIDO PIAUIENSE

RIBEIRO, Marília Vasconcelos¹(mariliavasconcelos@hotmail.com)

¹União Brasileira de Faculdades (UNIBF), Brasil

Palavras-chave: tecnologia social, semiárido, águas de reuso

Resumo

A falta de acesso ou o acesso precário à água é uma situação ainda bastante presente na realidade piauiense e, particularmente, crítica para a população em comunidades rurais. O estudo apresentado tem como objetivo relatar a aplicação e o acompanhamento de uma Tecnologia Social de sistema de reuso de águas cinzas do tipo Jardim Filtrante em comunidades rurais do semiárido piauiense. A metodologia de implantação do sistema de reuso foi baseada e adaptada de acordo com um modelo desenvolvido pela Embrapa. A implementação do sistema foi realizada com o objetivo de melhorar a relação dos moradores das comunidades rurais com a quantidade disponível de recursos hídricos para o uso na agricultura e diminuir os impactos da falta de saneamento nas zonas rurais. A área no terreno definida para a implantação do Jardim Filtrante foi selecionada a partir identificação dos pontos de oferta de água para uso doméstico. Foi avaliado ainda o quantitativo de pessoas por residência, a média de produção de água por mês, as saídas de água cinza e, se possuía área disponível para a implantação do sistema de reuso. O Jardim Filtrante foi dimensionado conforme as necessidades dos usuários e foi construído de acordo com as especificações da Embrapa. Após o acompanhamento e avaliação final do sistema implantado, observou-se que o mesmo funcionou como o esperado, possuindo como benefícios a reutilização da água para fins específicos, que é escassa em virtude dos fatores climáticos desfavoráveis; diminuição da poluição ambiental pela água cinza; e proporcionou a produção e o cultivo de alimentos para as famílias, promovendo a segurança alimentar dessa parcela da população. Esse estudo pode servir de guia para o dimensionamento e implantação desse sistema em outros locais com características climáticas semelhantes, diminuindo assim o desperdício de água e melhorando condições de saúde de pessoas em áreas rurais que vivem em situação vulnerabilizadas.

1 INTRODUÇÃO

O estado do Piauí está inserido num cenário de fatores climáticos desfavoráveis, cuja deficiência de sistemas eficazes para o reuso e armazenamento da água intensifica ainda mais os efeitos sociais, favorecendo o agravamento de vulnerabilidades, principalmente, das populações que vivem em zonas rurais (Vasconcelos et al., 2022).

É na população rural que se concentra a maior parcela de habitantes em situação de pobreza e extrema pobreza, apresentando vulnerabilidades consideráveis na medida em que tem uma trajetória de vida marcada pela precária condição social, econômica e cultural, com grande dificuldade de acesso às políticas e programas de saúde, educação, saneamento, sistemas da produção, transporte, habitação, dentre outras (De Azevedo et al., 2022).

A falta de acesso ou o acesso precário à água é uma situação ainda bastante presente na realidade piauiense e, particularmente, crítica para a população localizada em comunidades rurais em situação de vulnerabilidade, afetando severamente as condições de sobrevivência dessa população que, muitas vezes, não dispõe de meios suficientes para suprir suas demandas básicas (Da Costa, 2020).

Em virtude da água ter se tornado um fator limitante para o desenvolvimento agrícola em regiões semiáridas, a promoção de seu uso sustentável vem sendo pautada por discussões de âmbito local, regional e nacional, na perspectiva de se estabelecerem ações articuladas e integradas que garantam a manutenção de sua disponibilidade em condições adequadas, em quantidade suficiente e qualidade satisfatória, para as gerações presentes e futuras (França et al., 2019).

Pelo fato da região semiárida piauiense sofrer historicamente com a escassez hídrica e a vulnerabilidade socioambiental, devido ao clima característico, assim como a falta de políticas públicas eficazes de gestão de recursos hídricos, torna-se necessário o desenvolvimento de estratégias para amenizar os impactos gerados (Salomão et al., 2019).

O uso e o desenvolvimento de tecnologias sociais (TS) apresenta-se como solução estratégica para os problemas sociais e ambientais existentes, fazendo-se uso do saber popular e da participação ativa dos usuários que irão usufruir da TS, a fim de proporcionar o seu empoderamento e capacidade de autogestão, contribuindo para a preservação do meio ambiente e da vida humana (Costa, 2013).

Uma das alternativas que visa contribuir para a solução da problemática e para melhorar o uso de efluente doméstico são os “Jardins Filtrantes”. Esse tipo de reuso de água é uma forma de tratamento das águas cinzas presentes no esgoto doméstico, com a finalidade de utilizar em atividades como lavagem de pisos e terraços, lavagem de janelas e portas, uso na descarga, uso na agricultura, como é o caso aqui descrito neste presente estudo, ou descarte no meio ambiente livre de contaminantes (De Melo; Cordeiro; Sales, 2021).

Figueiredo et al. (2019) discorre que são consideradas águas cinzas aquelas provenientes do esgoto doméstico, como de chuveiro, lavatório, tanques, banheiras, pia da cozinha, máquinas de lavar, excluindo-se as do sanitário. Alguns autores, no entanto, não consideram efluente da cozinha como água cinza por possui elevado teor de óleo e gordura (Bazzarella et al., 2005).

Esse sistema consiste em uma área alagada artificial, utilizando-se de plantas macrófitas que, juntamente dos microrganismos ali presentes, filtram a água que será reutilizada ou descartada. Como a flora age na ciclagem de água e nutrientes, tais processos possibilitam o desenvolvimento de técnicas que recriem esse serviço natural em modelos previamente calculados e destinados a tratamentos específicos. Dessa forma, os resíduos derivados das águas cinzas podem ser tratados por mecanismos montados com plantas aquáticas (Leonel; Martelli; Da Silva, 2013).

O processo para a utilização do sistema Jardim Filtrante no tratamento biológico depende da sua utilização em áreas úmidas e com plantas aquáticas, sendo necessário avaliar o clima, área e as espécies, visto que esse sistema funciona, principalmente, com foco na região das raízes das plantas utilizadas por concentrar os processos físico-químicos e biológicos

ocasionados da interação de plantas, microrganismos, solo e materiais orgânicos. Assim, os requisitos para as plantas utilizadas no jardim devem abranger tolerância climática, adaptação ecológica, tolerância nas condições de inundação, resistência a poluentes, rápido crescimento, disseminação e desempenho adequada do sistema para remoção de poluentes (Henrique et al., 2020).

Esse sistema possui baixo custo de operação, implantação e manutenção, que se dá principalmente no controle das plantas que podem se reproduzir sem controle e saturar o sistema, devendo ser instalado preferencialmente em ambientes rurais. O reuso desses efluentes quando realizado de forma planejada, representa em uma maneira de aumentar os benefícios sociais, econômicos e ambientais em ambientes rurais vulnerabilizados e que sofrem com problemas relacionados ao acesso e uso da água. Nesse contexto, se torna uma alternativa sustentável para o aumento da oferta de água, contribuindo também com uma gestão mais racional desse recurso (Ferreira; Bitencourt; Pereira, 2021).

É nessa perspectiva que está pautado o presente estudo, cujo objetivo consiste em relatar a aplicação e o acompanhamento de uma TS de sistema de reuso de águas cinzas do tipo Jardim Filtrante em comunidade rural do semiárido piauiense.

2 METODOLOGIA

A metodologia de implantação do sistema de reuso do tipo Jardim Filtrante, em uma comunidade rural no município de Ipiranga do Piauí foi baseada e adaptada de acordo com um modelo desenvolvido pela Embrapa (Silva, 2014). A implementação do sistema foi realizada com o objetivo de melhorar a relação dos moradores das comunidades rurais com a quantidade disponível de recursos hídricos para o uso na agricultura familiar e para redução do impacto negativo gerado pela falta de saneamento básico.

A fim de realizar um diagnóstico preliminar participativo sobre as vulnerabilidades em recursos hídricos e saneamento foram realizadas visitas ao município. A área definida no terreno para a implantação do Jardim Filtrante foi selecionada a partir da identificação dos pontos de oferta de água no uso doméstico. Foi avaliado ainda o quantitativo de pessoas na residência, a média de produção de água por mês, as saídas de água cinza e, se possuía área disponível para a implantação do sistema de reuso.

Ressalta-se ainda que a escolha da família a ser contemplada com o sistema ocorreu por decisão participativa da própria comunidade, levando em consideração a dificuldade de acesso à água e a maior necessidade do uso do sistema para produção na agricultura familiar.

Através de roda de conversa com os moradores, fez-se a explanação do sistema a ser implantado, junto das orientações sobre a importância e manutenção do mesmo. Fez-se uso de material Datashow e posterior acompanhamento técnico para capacitação da equipe de pedreiros locais que foram contratados para a implantação do sistema. A escolha do local ideal de instalação dentro do terreno e a compra de materiais deram-se com a participação ativa dos pedreiros e da família, considerando e valorizando o conhecimento local.

A residência onde foi instalado o Jardim Filtrante, apesar de possuir grande área externa, tinha bastante árvore na parte mais baixa do terreno, o que dificultou a escolha ideal para o

local de instalação do sistema, já que o caminho natural da água ocorre por gravidade. Com isso, para uso do espaço necessitou-se retirar algumas plantas existentes da área (Figura 1).



Figura 1. Local antes da implantação do sistema Jardim Filtrante.

O sistema foi implantado em 5 dias, desde sua escavação até preenchimento das camadas do tanque e, após finalizado, abrangeu uma área de aproximadamente 18m², contendo 5 etapas consecutivas de passagem da água a ser tratada, conforme demonstrado nas figuras 2 e 3.



Figura 2. Etapas I e II do sistema.



Figura 3. Etapas II, III, IV e V do sistema.

Etapa I: instalação de uma caixa de gordura inicial para a saída de água da cozinha;

Etapa II: instalação de uma caixa de resíduos sólidos;

Etapa III: instalação de uma segunda caixa de gordura;

Etapa IV: instalação de um tanque impermeabilizado onde se localiza o jardim;

Etapa V: instalação de uma caixa de reservatório final para armazenamento da água tratada.

Após as 5 etapas, a água já tratada foi destinada ao canteiro produtivo, através do uso de bomba hidráulica e sistema de gotejamento.

A primeira caixa de gordura, feita em manilha de cimento com diâmetro de 30cm, correspondente a primeira etapa do sistema, recebeu as águas advindas da cozinha, que contém uma maior quantidade de gordura provenientes dos restos de alimentos, por uma tubulação de 50mm. Nesta etapa, a tubulação de entrada de 50mm é posicionada na parte superior da caixa e a tubulação de saída de 75mm é posicionada na parte superior, mas com curva chegando a 15cm do fundo, para que a gordura, por ser menos densa, fique suspensa sobre a água e esta passe para a etapa seguinte.

Na segunda etapa, a água proveniente da primeira caixa de gordura une-se às águas provenientes do chuveiro e pia do banheiro interno e do tanque externo por uma caixa de passagem, usando tubulações de 50mm até a chegada e 75mm a partir da saída. Nesse caso foram necessários reparos e troca das tubulações já existentes, pois estavam instaladas de forma incorreta e improvisada. Nesta etapa, as águas chegam até a caixa de resíduos sólidos por tubulação de 75mm, onde foi utilizada uma caixa d'água de 100L por ser um material mais

acessível na região. Na caixa de resíduos sólidos, a tubulação de entrada e de saída são posicionadas na parte superior com o uso de flanges, onde possíveis resíduos sólidos, que são mais densos, afundem e fiquem retidos na parte inferior da caixa, enquanto a água segue para a próxima etapa.

Na terceira etapa, a água segue para uma segunda caixa de gordura instalada da mesma maneira que a primeira, a fim de garantir uma filtragem mais segura, permanecendo com tubulação de 75mm.

Na quarta etapa, a água chega ao tanque do jardim por uma tubulação na parte superior em formato T com furos de 2mm espaçados no eixo horizontal. O material proposto pela Embrapa para construção do tanque seria com uma membrana geotêxtil mas, pela necessidade de adaptação aos materiais disponíveis na região, optou-se pela aplicação da técnica de ferrocimento impermeabilizada, inclusive já conhecida pelos pedreiros, necessitando apenas de algumas orientações. Dentro do tanque foram colocadas uma camada de 25cm de brita 01, uma tela de nylon para separar as camadas, e por último uma camada de 25cm de areia grossa lavada, onde posteriormente foram colocadas as plantas escolhidas. Nas extremidades internas de entrada e saída do tanque, utilizou-se pedras maiores encontradas no próprio terreno, a fim de proteger as tubulações de entrada e saída e evitar que a areia causasse qualquer obstrução. Nas bordas, construiu-se uma pequena barreira com o próprio ferrocimento para evitar que a água oriunda da chuva escorra do terreno para o interior do tanque.

Ao fim da quarta etapa, a água já filtrada pelas plantas e microrganismos presentes, chega por gravidade à tubulação de saída que fica localizada na parte inferior do tanque, no fundo do mesmo, também com tubulações de 75mm dispostos horizontal em conexão T com furos que permitem a entrada da água e a passagem desta para a etapa seguinte.

A quinta e última etapa diz respeito ao reservatório da água já tratada pelo sistema, a partir de onde será bombeada para uso principalmente agrícola. O reservatório utilizado foi uma caixa d'água de 150L que possui um sistema no formato de cachimbo chamado "monge", onde a água derrama à medida que chega no nível máximo da areia na parte interna do tanque. Esse sistema de regulação do nível da água contribui para que o tanque nunca chegue à saturação, causando transbordamento e possível atração de vetores de doença.

Considerando que na residência da implantação do sistema habitam apenas 3 pessoas e que, de acordo com a NBR 7229/93 (ABNT,1993) a vazão média diária por habitante em uma residência de baixo padrão é de 100L, resulta-se em uma média de 300L por dia, nos dias em que a residência tem recebimento de água.

O dimensionamento do sistema, conforme figuras 4 e 5, levou em consideração a orientação da Embrapa (2014), adotando sua profundidade com 55 cm, sendo 25 cm de brita e 25 cm de areia. Foram considerados 5 cm de folga pela adaptação da inclinação do terreno, mas que não causa interferência nas camadas dispostas. Dimensionado com 4 m de comprimento e 1,5 m de largura, o tanque adquiriu um volume final de 3,3m³, suficiente para que o sistema opere com segurança.

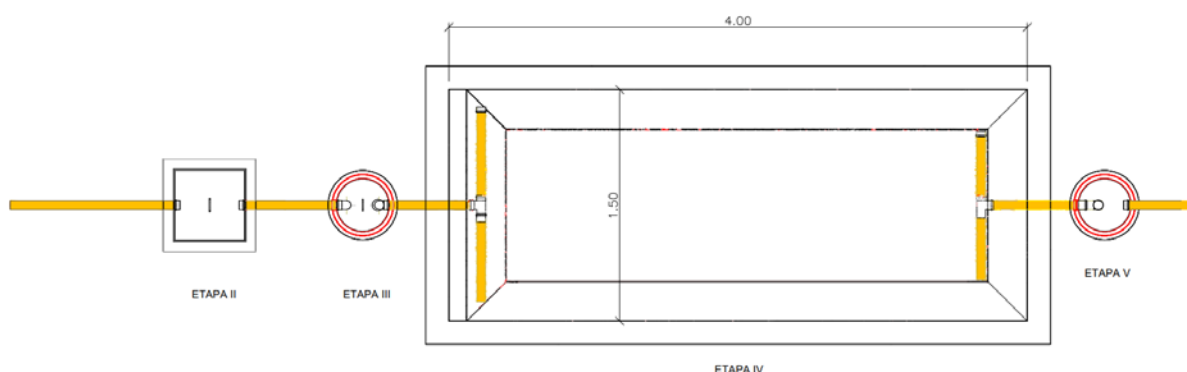


Figura 4. Planta baixa do sistema.

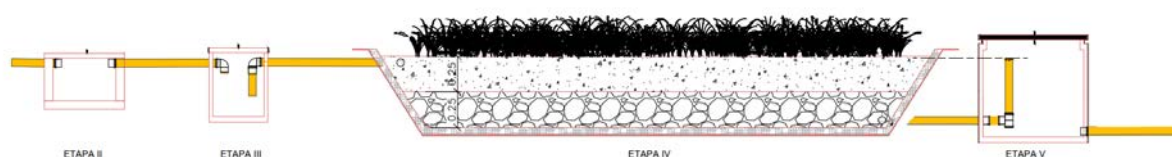


Figura 5. Vista em corte do sistema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista que a água é indispensável para o desenvolvimento humano, manutenção dos ecossistemas e dos serviços essenciais; e que o mau e exagerado uso decorrente do gerenciamento inadequado tem impactado fortemente os parâmetros essenciais de manutenção desse recurso, o fornecimento de água através de sistemas de reuso aparece como importante ponto cada vez mais estudado e discutido.

Logo após a instalação do sistema, iniciou-se seu uso e foram feitas as devidas orientações à família e comunidade, a respeito da manutenção do mesmo, a fim de garantir um funcionamento eficiente e prolongar a sua vida útil. A manutenção do Jardim abrangeu inspeções visuais, a fim de garantir que não há obstruções no sistema; poda e manutenção das plantas, para que estas não cresçam demasiadamente e não prejudiquem o fluxo da água; e limpeza periódica da caixa de gordura, para evitar que a gordura chegue até o tanque.

O acompanhamento do sistema deu-se através de duas visitas técnicas, com algumas necessidades de reparo observadas na primeira visita, após 15 dias de instalação. Na etapa de recolhimento final da água tratada, observou-se que, devido algumas chuvas e ao desnível do terreno, uma pequena quantidade de terra estava caindo dentro da caixa d'água, tornando a água turva. Também se observou brechas nas pedras dispostas no início e no final do sistema, que acabavam por permitir que mosquitos chegassem até a água. Foram feitos os devidos reparos com: criação de borda de escoamento ao redor da caixa d'água final e caminho correto para as águas da chuva, e alinhado com a camada de areia, abaixo das

primeiras pedras, foram adicionados algumas britas menores e colocados sacos de rafia para evitar qualquer acesso de mosquitos ou outros insetos à água.

Na segunda visita, após um mês da instalação, percebeu-se que os ajustes feitos anteriormente foram suficientes para sanar os problemas encontrados. Além da análise do crescimento correto das plantas e livre fluxo de água, foram feitas inspeções visual e de odor, sendo observados que os valores elevados de turbidez e mau cheiro antes percebidos no início do sistema, diminuíram ao final, apresentando uma água incolor e sem cheiro, indicando eficiência do tratamento.

O Jardim Filtrante é um sistema de tratamento que vem sendo amplamente implantado no Brasil e no mundo, com grandes avanços na comunidade científica, comprovado pela Embrapa (2013) como um sistema que apresenta resultados bastante eficientes de DBO, ph, temperatura e sólidos sedimentáveis.

Segundo Lilian Hengleng de Gregori, diretora-geral da Phyto Restore Brasil, empresa responsável por trazer o modelo dos Jardins Filtrantes ao Brasil, além do tempo de implantação do projeto e de tratamento serem bem curtos, os riscos ambientais também são minimizados devido ao sistema ser uma solução baseada na própria natureza (Rubim, 2017).

Em estudo conduzido por De Melo, Cordeiro e Sales (2021) sobre os potenciais ganhos da implementação de jardins filtrantes para o reuso de águas cinzas em prédios públicos, os autores constataram que o investimento em novas tecnologias, mais especificamente em jardins filtrantes, pode trazer vários benefícios ambientais, econômicos e sociais a gestão de prédios.

De acordo com Marques (2018), sistemas wetlands, como o Jardim Filtrante, são uma ótima alternativa ecológica e acessível, que, apesar de exigir constante manutenção, a água final tratada pode ser utilizada para irrigação e outros fins, alertando que o modelo necessita de um correto dimensionamento para funcionar.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo relatou a aplicação e o acompanhamento de uma Tecnologia Social de um sistema de reuso de águas cinzas do tipo Jardim Filtrante em uma comunidade rural localizada no semiárido piauiense. O Jardim Filtrante foi dimensionado conforme as necessidades dos usuários e foi construído de acordo com as especificações da Embrapa.

Após o acompanhamento e avaliação final do sistema implantado, observou-se que o mesmo funcionou como o esperado, possuindo como benefícios a reutilização da água, que é escassa em virtude dos fatores climáticos desfavoráveis; fácil manutenção; aspecto estético paisagístico; diminuição da poluição ambiental pela água cinza que antes era descartada a céu aberto sem nenhum tratamento; proporcionou a produção e o cultivo de alimentos para a família beneficiada, promovendo sua segurança alimentar; e ampliou o conhecimento da comunidade a respeito das possibilidades do uso de tecnologias sociais para melhorar a convivência com o semiárido.

Esse estudo pode servir de guia para o dimensionamento e implantação desse sistema em outros locais com características climáticas semelhantes, diminuindo assim o desperdício de

água e melhorando condições de saúde de pessoas em áreas rurais que vivem em situação vulnerabilizadas.

5 REFERÊNCIA

ABNT. Norma Brasileira Regulamentadora nº 7229. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1993. Disponível em: https://www.acquasana.com.br/legislacao/nbr_7229.pdf. Acesso em: 19 junho de 2023.

Bazzarella, Bianca Barcellos. Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, p. 165, 2005.

Costa, Adriano Borges. Tecnologia social & políticas públicas. Instituto Pólis; Fundação Banco do Brasil, 2013.

Da Costa, Arsky Igor. Os efeitos do Programa Cisternas no acesso à água no semiárido. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 55, 2020.

De Azevedo, Thaís Pereira, et al. Políticas Públicas de Desenvolvimento Territorial Sustentável no Brasil e Combate à Pobreza Rural. Agroecologia: produção e sustentabilidade em pesquisa, v. 2, 2022.

De Melo, Maísa Maria Oliveira Cavalcanti; Cordeiro, Luiz Filipe Alves; Sales, Aldo Torres. Potenciais ganhos da implementação de jardins filtrantes para o reuso de águas cinzas em prédios públicos. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 12, n. 4, p. 796-807, 2021.

Ferreira, Juliana Cardoso; Bitencourt, Emanólen Bitencourt E.; Pereira, Gleidson Marques. Jardins filtrantes: uma alternativa paisagística para tratamento de esgoto. Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, v. 2, n. 3, p. 63-63, 2021.

Figueiredo, Isabel Campos Salles et al. Águas cinzas em domicílios rurais: separação na fonte, tratamento e caracterização. Revista DAE, v. 67, n. 220, 2019.

França, Carlos Laécio Evangelista et al. Caracterização físico-química das águas superficiais do Rio São Francisco nos municípios de Juazeiro/BA e Petrolina/PE. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 10, n. 6, p. 218-230, 2019.

Henrique, Ana Paula et al. Desenvolvimento e construção de protótipo para estudo de jardim filtrante como alternativa para destinação adequada de resíduos de esgoto—a chamada “água cinza”. Revista Engenho, v. 12, n. 1, p. 46-61, 2020.

Leonel, Letícia F.; Martelli, LF de A.; Da Silva, Wilson Tadeu Lopes. Avaliação do efluente de fossa séptica biodigestora e jardim filtrante. In: III Symposium on Agricultural and Agroindustrial Waste Management. São Pedro, São Paulo. 2013.

MARQUES, Márjori Brenda Leite; AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê. Wetlands: uma alternativa ecológica para o tratamento de efluentes. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 6, n. 41, 2018.

RUBIM, Cristiane. Tratamento de efluentes com Wetlands e jardins filtrantes construídos artificialmente. Acesso em: nov. de, 2017.

Salomão, Pedro Emílio Amador et al. Reaproveitamento de água pluvial: estudo de caso na Universidade Presidente Antônio Carlos-Teófilo Otoni-MG. Research, Society and Development, v. 8, n. 5, p. 32, 2019.

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/ABCSaneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf>. Acesso em 20 de junho de 2023.

Vasconcelos, Elayne Cristina Gadelha et al. Interações ecológicas na atividade de forrageamento de abelhas *Apis mellifera* L. em área de ecótono no município de Cocal-PI. Research, Society and Development, v. 10, n. 16, p. e333101623674-e333101623674, 2021.