



Research, Society and Development
ISSN: 2525-3409
ISSN: 2525-3409
rsd.articles@gmail.com
Universidade Federal de Itajubá
Brasil

Estudo dos sistemas de água e esgoto na comunidade rural de Capela Branca em Bela Vista de Minas/MG

Arthuro dos Santos, Andresa Regina; Cruz, Larissa Aparecida da; Medeiros Gontijo, Hebert
Estudo dos sistemas de água e esgoto na comunidade rural de Capela Branca em Bela Vista de Minas/MG
Research, Society and Development, vol. 8, núm. 2, 2019
Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560662193048>
DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i2.740>



Este trabalho está sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0.

Estudo dos sistemas de água e esgoto na comunidade rural de Capela Branca em Bela Vista de Minas/MG

Study of water and sewage systems in the rural community of Capela Branca in Bela Vista de Minas/MG

Estudio de los sistemas de agua y alcantarillado en la comunidad rural de Capilla Blanca en Bela Vista de Minas / MG

Andresa Regina Arthuso dos Santos
andresa_arthuso@hotmail.com

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

Larissa Aparecida da Cruz larissaap95@gmail.com

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

Hebert Medeiros Gontijo hebert.gontijo@uemg.br

Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil

 <http://orcid.org/0000-0002-8504-0452>

Research, Society and Development, vol. 8, núm. 2, 2019

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Recepção: 12 Novembro 2018

Revised: 12 Novembro 2018

Aprovação: 17 Dezembro 2018

Publicado: 18 Dezembro 2018

DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v8i2.740>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560662193048>

Resumo: Devido ao déficit dos serviços de saneamento em áreas rurais, este estudo objetivou analisar o cenário do saneamento básico, no que se refere ao abastecimento de água e disposição de esgoto sanitário, na comunidade rural de Capela Branca, em Bela Vista de Minas – MG. Primeiramente foi aplicado um questionário a 10 famílias que residem na comunidade e são abastecidas por uma das nascentes localizadas no local, a fim caracterizar a opinião dos moradores em relação ao saneamento, bem como as condições sociais e culturais da comunidade; posteriormente, foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas em amostras de água da nascente em questão; por fim foram sugeridas soluções alternativas para o tratamento de água e esgoto na comunidade. Através do questionário aplicado foi possível verificar que uma parcela da população consegue visualizar que a desproteção e a proximidade do curso d'água em estudo com fontes contaminantes, podem interferir na qualidade da água. Através das análises de água constatou-se que os parâmetros cor e turbidez estão em concentrações maiores que os valores máximos permitidos pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, além da presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. Em relação ao tratamento de água, sugeriu-se a combinação entre a semente de Moringa Oleífera e a radiação solar, quanto a disposição de esgoto sanitário sugeriu-se a utilização de sistemas como o tanque de evapotranspiração, alagados construídos, fossa séptica biodigestora e círculo de bananeiras. Concluiu-se que o local é defasado em relação aos sistemas de água e esgoto, o que pode disseminar doenças aos moradores, além de causar impactos ambientais, necessitando de melhoria da infraestrutura do saneamento rural.

Palavras-chave: Abastecimento de água, Saneamento rural, Soluções alternativas.

Abstract: Due to the lack of sanitation services in rural areas, this study aimed to analyze the basic sanitation scenario, regarding water supply and sanitary sewage disposal, in the rural community of Capela Branca, in Bela Vista de Minas - MG. First, a questionnaire was applied to 10 families who live in the community and are supplied by one of the springs located in the place, in order to characterize the residents' opinion regarding sanitation, as well as the social and cultural conditions of the community; subsequently, physical-chemical and microbiological analyzes were carried out on water samples from the source in question; Finally, alternative solutions were suggested for the treatment of water and sewage in the community. Through the questionnaire applied it was possible

to verify that a portion of the population can see that the deprotection and the proximity of the water course under study with contaminating sources, can interfere in the quality of the water. Through the water analysis it was verified that the parameters color and turbidity are in concentrations higher than the maximum values allowed by Ministry of Health Ordinance 2914/2011, in addition to the presence of total coliforms and *Escherichia coli*. In relation to the water treatment, it was suggested the combination between the *Moringa Oleífera* seed and the solar radiation, as for the sanitary sewage arrangement, it was suggested the use of systems such as the evapotranspiration tank, built floodwaters, biodigestory septic tank and circle of banana trees. It was concluded that the site is lagged in relation to water and sewage systems, which can spread diseases to the residents, besides causing environmental impacts, necessitating improvement of rural sanitation infrastructure.

Keywords: Water supply, Rural sanitation, Alternative solutions.

Resumen: Debido al déficit de los servicios de saneamiento en áreas rurales, este estudio objetivó analizar el escenario del saneamiento básico, en lo que se refiere al abastecimiento de agua y disposición de alcantarillado sanitario, en la comunidad rural de Capela Branca, en Bela Vista de Minas Gerais. En primer lugar se aplicó un cuestionario a 10 familias que residen en la comunidad y son abastecidas por uno de los nacientes ubicados en el lugar, para caracterizar la opinión de los habitantes en relación al saneamiento, así como las condiciones sociales y culturales de la comunidad; posteriormente, se realizaron análisis físico-químicos y microbiológicos en muestras de agua del manantial en cuestión; por lo que se sugirieron soluciones alternativas para el tratamiento del agua y el alcantarillado en la comunidad. A través del cuestionario aplicado fue posible verificar que una parcela de la población logra visualizar que la desprotección y la proximidad del curso de agua en estudio con fuentes contaminantes, pueden interferir en la calidad del agua. A través de los análisis de agua se constató que los parámetros color y turbidez están en concentraciones mayores que los valores máximos permitidos por la ordenanza 2914/2011 del Ministerio de Salud, además de la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*. En cuanto al tratamiento de agua, se sugirió la combinación entre la semilla de *Moringa Oleífera* y la radiación solar, en cuanto a disposición de alcantarillado sanitario se sugirió la utilización de sistemas como el tanque de evapotranspiración, inundados construidos, fosa séptica biodigestora y círculo de plátanos. Se concluyó que el local es desfasado en relación a los sistemas de agua y alcantarillado, lo que puede diseminar enfermedades a los habitantes, además de causar impactos ambientales, necesitando de mejora de la infraestructura del saneamiento rural.

Palabras clave: Abastecimiento de agua, Saneamiento rural, Soluciones alternativas.

1. Introdução

O saneamento pode ser definido como o agregado de medidas que visam melhorar a qualidade de vida e a saúde da população, impendo que fatores nocivos prejudiquem o bem-estar físico, mental e social dos indivíduos. É constituído de ações de coleta e tratamento de esgoto, tratamento e distribuição de água de abastecimento, destinação adequada dos resíduos sólidos e drenagem da água pluvial, prevenindo a ocorrência de doenças e, por consequência, melhorando a saúde da população (SILVA, 2014).

A universalização do acesso aos serviços de água e de esgoto tem efeitos importantes em relação a saúde, o ambiente e a cidadania, desse modo é um objetivo legítimo das políticas públicas. No Brasil, existe uma defasagem em relação aos serviços de saneamento, principalmente no que se refere a coleta e tratamento de esgoto, com maior déficit em áreas isoladas dos centros urbanos e em localidades rurais, onde concentra-se a população de menor poder aquisitivo (JUNIOR, 2009).

Segundo Teixeira (2014), as áreas rurais não são limitadas apenas de projetos e técnicas de saneamento, como também de estudos que indiquem suas reais condições sanitárias, de modo que seja possível avaliar as ações desenvolvidas nesses espaços. Segundo o autor, ainda hoje, as populações rurais permanecem desconhecidas e as propostas e projetos têm sido de forma fragmentária, pontuais e descontínuas.

Em áreas rurais, geralmente o abastecimento de água ocorre através de poços rasos e nascentes. Entretanto essas fontes de abastecimento são bastante susceptíveis à contaminação, e colocam em risco a saúde das populações locais, uma vez que a ausência de controle da qualidade da água conduz doenças de veiculação hídrica (WENTZ; NISHIJIMA, 2011).

O risco de contaminação é maior em localidades rurais pelo fato da água estar próxima a fontes contaminantes, como pastagens ocupadas por animais, deposição de resíduos orgânicos no solo e até mesmo pelo escoamento superficial durante o período chuvoso, sendo o responsável pelo carreamento de dejetos indesejáveis para fontes de água local (FAYER et al., 2000).

Conforme Amaral et al. (2013), a falta de tratamento de água possibilita o alto nível de contaminação. Sendo assim, é de suma importância determinar as concentrações de coliformes totais e termotolerantes, já que esses parâmetros funcionam como indicadores da presença de microrganismos patogênicos.

A comunidade de Capela Branca, localizada na área rural de Bela Vista de Minas, representa o objeto desse estudo. A localidade se caracteriza por ser ribeirinha, banhada pela confluência dos rios Piracicaba e Santa Bárbara. Se destaca por apresentar uma certa distância em relação a cidade-sede, de modo que inviabiliza a inserção do sistema de abastecimento de água convencional. O abastecimento de água na comunidade em questão é realizado através de poços rasos individuais e nascentes. Em relação ao esgoto, a coleta também é individualizada, predominando o sistema de fossas sépticas. Desse modo, o presente estudo tem por objetivo analisar o cenário do saneamento básico, no que se refere ao abastecimento de água e a disposição de esgoto sanitário, na comunidade rural de Capela Branca, em Bela Vista de Minas/MG.

2. Metodologia

Este estudo investigativo, caracterizado como um estudo de caso, se desdobrou em quatro componentes principais: levantamento bibliográfico, pesquisa descritiva através de levantamento de dados secundários, pesquisa qualitativa e quantitativa.

Em relação à natureza, este trabalho caracteriza-se por ser uma pesquisa aplicada, que de acordo com Appolinário (2011) tem como objetivo resolver problemas ou necessidades concretas e imediatas. No presente trabalho, a problemática é o saneamento básico no que se refere ao abastecimento de água e à disposição do esgoto sanitário na comunidade rural de Capela Branca, em Bela Vista de Minas/MG.

De forma específica, esse estudo englobou uma parcela da comunidade, em que a população é abastecida por uma nascente na qual o percurso até o local de captação para abastecimento se caracteriza por não ser canalizado, ocorrendo a céu aberto, o que promove acesso direto de animais e outras fontes contaminantes que podem comprometer a qualidade da água. Devido a inexistência das redes convencionais de abastecimento, cada família é responsável por desenvolver seu próprio sistema de captação. Os moradores não realizam nenhum tipo de tratamento na água.

De acordo com os objetivos projetados, esta pesquisa apresenta-se com uma pesquisa exploratória que, segundo Gil (1999) tem como principal objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, visando a formulação de problemas concretos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Através de estudo de caso e pesquisas bibliográficas pertinentes ao saneamento em áreas rurais, foram explorados os problemas relacionados ao abastecimento de água e disposição de esgoto nessas localidades, favorecendo informações mais precisas para a resolução de tais problemas através de soluções alternativas.

Quanto aos procedimentos técnicos, inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica e, posteriormente, uma pesquisa experimental. A pesquisa bibliográfica, segundo Appolinário (2011), restringe-se à análise de documentos e tem como objetivo a revisão da literatura de um determinado tema ou contexto teórico, o que permite ao pesquisador a elaboração de estudos já trabalhados e devidamente registrados por outros autores. A pesquisa experimental, por sua vez, permite selecionar variáveis que podem influenciar o objeto de estudo (GIL, 1999).

No âmbito da pesquisa descritiva, foi aplicado um questionário aos moradores que são abastecidos por uma das nascente localizadas na área rural em estudo (Imagem 1), a fim de caracterizar a comunidade através das opiniões dos moradores quanto à qualidade da água e disposição do esgoto sanitário, bem como as condições sociais e culturais da comunidade.

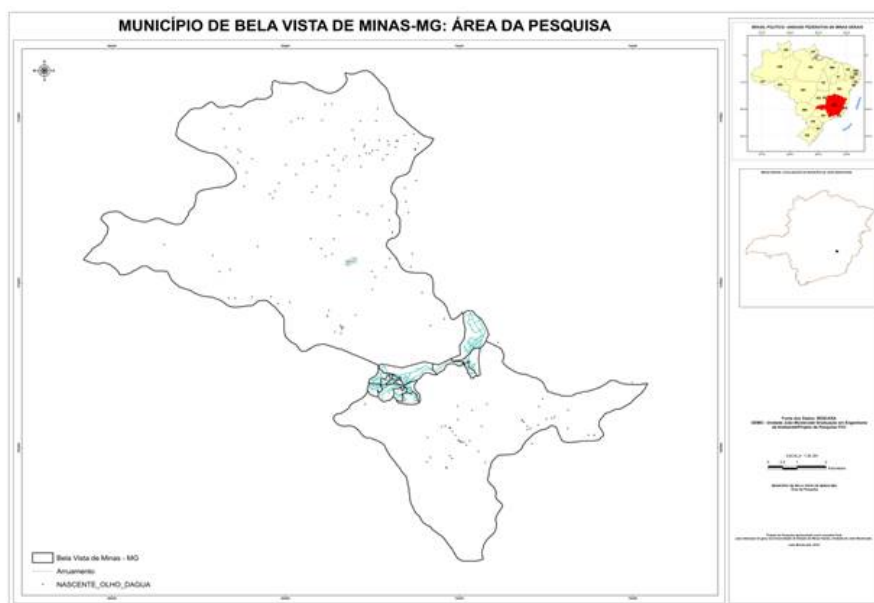


Imagem 1:
Representação das nascentes localizadas na cidade de Bela Vista de Minas/MG, com destaque na nascente em estudo

Fonte: Autores, 2018

Em parceria com o laboratório do Departamento de Água e Esgoto de João Monlevade (DAE/JM), foram realizados testes de laboratório, a fim de verificar a qualidade da água que abastece a parcela da população em questão. Desse modo, coletou-se amostras hídricas em dois pontos distintos que recebem água da nascente em estudo, sendo eles: nas proximidades do local de captação e na caixa d'água de uma das residências abastecidas. A coleta hídrica ocorreu no dia 30 de outubro de 2018, no período matutino, com chuva nas últimas 24 horas.

Para a análise microbiológica, foi realizada em amostra de água, avaliação no que se refere à presença de coliformes totais e *Escherichia coli*. Para tal, foi utilizado o método do substrato cromogênico, em que, utiliza-se um frasco de vidro esterilizado no ato da coleta de 100 mL de água, em seguida adiciona-se um frasconete contendo substrato cromogênico e posteriormente, deve-se incubar em estufa a 37 °C por 24 horas. Se a cor for alterada para amarela, concluir-se-á presença de coliformes totais. Deve-se aproximar as amostras que desenvolveram cor amarelada a uma lâmpada ultravioleta 365 nm (nanômetro) e observar se as amostras apresentam fluorescência azul, em caso positivo, confirma-se a presença de *Escherichia coli*.

Com relação aos parâmetros físico-químicos determinou-se: pH, turbidez e cor. A medição do pH foi realizada a partir do equipamento Orion 4 star, a turbidez através de um turbidímetro modelo 2100q, enquanto a cor foi determinada pelo fotômetro portátil para cor da água HI96727. Os valores máximos permitidos (VMP) e demais parâmetros relativos às análises microbiológicas qualitativas e quantitativas, assim como as análises físico-químicas, são baseados na Portaria 2914/11, que

define os padrões de qualidade de amostras de água destinadas a consumo humano.

Por fim, através de pesquisas bibliográficas, foram apresentadas soluções alternativas para o tratamento de água e esgoto em comunidades rurais.

3. Resultados e discussão

Nesta seção foram apresentados e discutidos os resultados relacionados a: caracterização e diagnóstico da comunidade realizados a partir de um questionário aplicado as 10 famílias que utilizam a nascente objeto de estudo como fonte de abastecimento; análises físico-químicas e microbiológicas, a fim de verificar a qualidade da água de abastecimento e propostas de soluções alternativas para o tratamento de água e esgoto em comunidades rurais.

Com o intuito de caracterizar os aspectos sociais e culturais da comunidade e realizar um diagnóstico do abastecimento de água e as formas de dispor o esgoto sanitário, foi realizado uma pesquisa com 10 famílias que são abastecidas pela nascente em estudo, para tal, foi aplicado um questionário contendo as seguintes perguntas: Onde o esgoto sanitário é lançado?; A quantidade de água que chega na residência é ideal para suprir todas as necessidades?; Na sua opinião, a água atende os padrões de potabilidade?; Possui banheiro em casa?; Já teve alguma doença de veiculação hídrica?; Já estudou na comunidade?; Frequenta igrejas da comunidade? Se sim, qual a religião?; Qual a quantidade de moradores da residência?; Paga conta de energia elétrica?; Quais são as formas de lazer na comunidade?; O que planta/cultiva na comunidade?; O que poderia melhorar na comunidade?; O que mais você tem a dizer sobre a água de abastecimento da comunidade?

De acordo com as respostas registradas e através de conversa com moradores, foi possível descrever os seguintes aspectos:

A maioria da população local trabalha em Bela Vista de Minas ou em João Monlevade e alguns vivem do próprio cultivo. A população infantil compreende crianças em até 10 anos que estudam na escola local (Imagem 2), enquanto os adolescentes, estudam na cidade-sede ou nas cidades vizinhas. Existe uma população flutuante de jovens que estudam e moram fora, retornando à comunidade aos finais de semana. De todas as residências entrevistadas, pelo menos um morador, em sua infância, já estudou na comunidade.



Imagem 2:
Escola da comunidade rural de Capela Branca

Fonte: Autores, 2018

Em relação a disposição de esgoto (Gráfico 1), 7 famílias lançam em fossas negras, enquanto 3 lançam diretamente no rio, sem tratamento. O que além promover impactos ambientais, pode disseminar doenças de veiculação hídrica a população local.

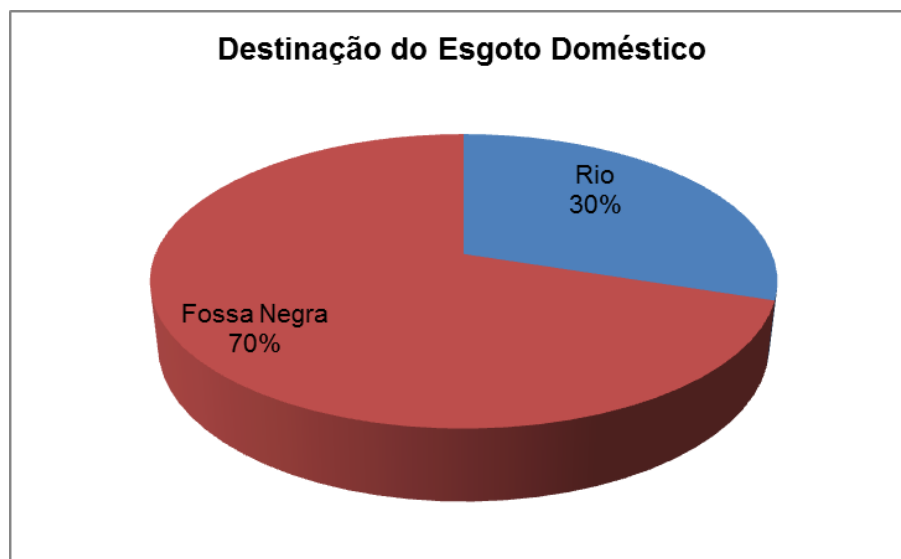


Gráfico 1:
Destinação do esgoto doméstico dos entrevistados

Fonte: Autores, 2018

A água que chega nas residências não é suficiente para atender todas as necessidades. A região onde a nascente em estudo está localizada abastece de 15 a 17 residências, apresentando um déficit quanto à distribuição de água. As residências localizadas em áreas mais baixas sofrem com a falta de água, sendo necessário os moradores irem até o ponto principal a fim de controlarem o registro de distribuição.

No que diz respeito a qualidade da água, 5 famílias acreditam que está dentro dos padrões de potabilidade, e as outras 5 acreditam que a água deveria passar por um tratamento prévio, tais resultados estão representados no Gráfico 2.



Gráfico 2:
Opinião dos entrevistados quanto à qualidade da água
Fonte: Autores, 2018

Mais de 90% dos moradores possuem banheiro em casa. Um dos moradores entre os entrevistados já foi diagnosticado por uma doença de veiculação hídrica, a esquistossomose. Todos os outros moradores entrevistados já apresentaram alguns sintomas parecidos com os que causam doenças de transmissão hídrica, como febre, calafrios, dores musculares e tosses, porém, através dos sintomas nenhuma doença por este tipo de veiculação foi confirmada.

Quanto às crenças religiosas, os moradores da comunidade frequentam igrejas católicas ou evangélicas. Das 10 famílias entrevistadas, 6 são católicas, 2 são evangélicas, 1 não frequenta igrejas e 1 frequenta ambas as igrejas, os resultados estão representados no Gráfico 3.

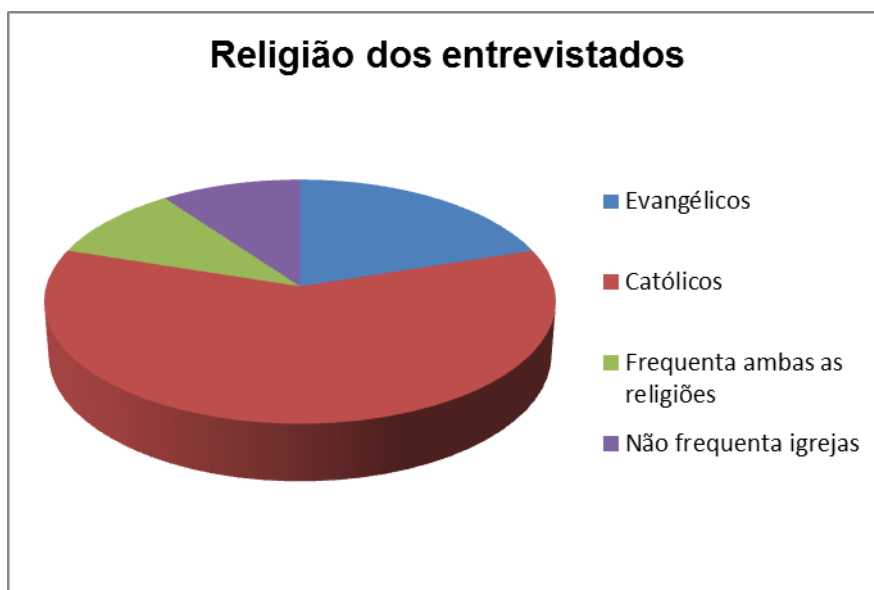


Gráfico 3:
Religião dos entrevistados

Fonte: Autores, 2018

Em média, cada família possui 4 moradores. Todas as famílias possuem fornecimento de energia elétrica pela CEMIG.

De acordo com as respostas apresentadas no questionário o lazer na comunidades está baseado em atividades como: jogar futebol, ir aos poucos bares da comunidade e conversar com os amigos. Entretanto, alguns moradores acreditam não existir formas de lazer na comunidade.

Quanto ao plantio, há cultivo de hortas, plantação de mandioca, beterraba, cenoura e árvores frutíferas em geral; além de árvores floríferas para a harmonia paisagística local.

Em relação ao que poderia ser melhorado na comunidade, 4 entrevistados opinaram sobre as formas de lazer, como construção de um campinho de futebol, academia ao ar livre e banquinhos de praça. As outras 6 famílias opinaram sobre a pavimentação, a melhoria da estrada para passagem de veículos com asfaltamento, limpeza das ruas e margem do rio, além da coleta de lixo, o que é um agravante, visto que não há coleta de lixo dentro da comunidade, somente aos arredores. Uma parcela da população conduz o lixo de carro até um local atendido pelo caminhão de coleta, enquanto o restante da população deposita os resíduos em buracos construídos e ateiam fogo.

Para finalizar o questionário foi perguntado aos moradores se tem algo a mais a dizer sobre a água de abastecimento, dos 10 entrevistados, 5 não disseram mais nada sobre a qualidade da água e 5 acreditam que é necessário alguma forma de tratamento da água para a melhoria da qualidade da mesma.

Em relação as análises de hídricas, amostras de água utilizada para consumo humano foram coletadas e encaminhadas ao laboratório do Departamento de Água e Esgoto (DAE), em João Monlevade, onde se determinou turbidez, pH, cor e presença ou ausência de *Escherichia coli*.

A Tabela 1 indica o resultado das análises físico-químicas decorrentes do local próximo a captação de água para abastecimento, e os valores máximos permitidos (VMP) determinados pela portaria nº 2.914 do ministério da saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Tabela 1:
Resultado das análises físico-químicas para o curso d'água

Parâmetros	VMP	Valores apresentados para um trecho próximo a captação
Cor (PCU)	15	60,0
pH	6 a 9	6,47
Turbidez (NTU)	5	7.34

Fonte: Autores, 2018

Os valores encontrados apresentam quantidades expressivas, em relação aos valores máximos permitidos (VMP) dos parâmetros analisados. A cor foi medida através de um fotômetro portátil para cor da água HI96727, apresentando quatro vezes mais que a quantidade permitida (Imagem 3). O pH (Potencial Hidrogeniônico) foi determinado através do medidor Orion 4 star (Imagem 4), apresentando um valor de aproximadamente 6,5. Como os valores ideais para pH são de 6 a 9, esse parâmetro se encontra em conformidade. Já a turbidez foi medida através de um turbidímetro modelo 2100Q (Imagem 5), e encontra-se além do permitido.



Imagem 3:
Medição de cor para água proveniente da nascente, próximo ao local de captação para abastecimento.
Fonte: Autores, 2018



Imagem 4:

Medição de pH para água proveniente da nascente, próximo ao local de captação para abastecimento

Fonte: Autores, 2018



Imagem 5:

Medição de turbidez para água proveniente da nascente, próximo ao local de captação para abastecimento

Fonte: Autores, 2018

A Tabela 2 indica o resultado das análises físico-químicas decorrentes da caixa d'água de uma das residências abastecidas pelo curso d'água em estudo, e os valores máximos permitidos (VMP) determinados pela portaria n° 2.914 do Ministério da Saúde.

Tabela 2:
Resultado das análises físico-químicas para a caixa d'água de uma residência

Parâmetros	VPM	Valores apresentados Água Residencial
Cor	15 PCU	90,0 PCU
pH	6 a 9	6,99
Turbidez	5 NTU	12,5 NTU

Fonte: Autores, 2018

Através dos parâmetros analisados para a água da residência, pode-se perceber que para esse tipo de água também houve uma diferença expressiva entre as quantidades encontradas, em relação aos valores máximos permitidos (VMP). Em relação à cor, apresentou seis vezes mais que o valor permitido, como mostra a Imagem 6. Quanto ao pH, o valor encontrado para água na residência também está em conformidade (Imagem 7). Já em relação a análise de turbidez, apresentou mais que o dobro do permitido (Imagem 8).



Imagem 6:
Medição de cor para água residencial

Fonte: Autores, 2018

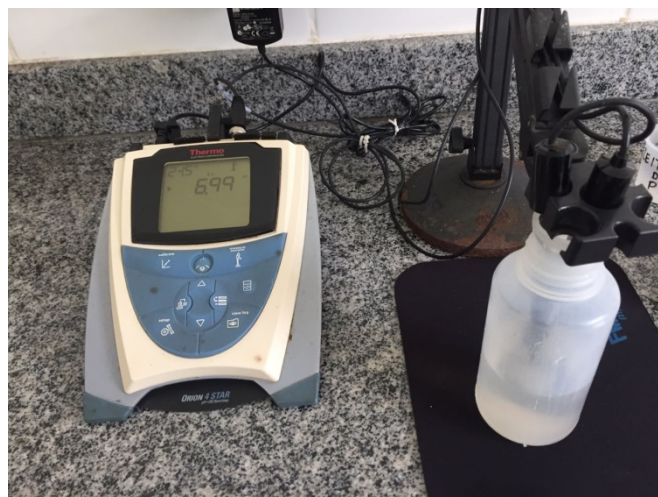


Imagem 7:
Medição de pH para água residencial
Fonte: Autores, 2018



Imagem 8:
Medição de turbidez para água residencial
Fonte: Autores, 2018

Com os dados apresentados, pode-se perceber que nos dois pontos analisados, os parâmetros cor e turbidez apresentam valores maiores que o máximo permitido, o que comprova que a água não está dentro dos padrões de potabilidade, podendo oferecer danos à saúde do consumidor.

De acordo com Sperling (1996), a turbidez da água tem causas naturais e antropogênicas. As causas naturais são referentes a partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microrganismos, que podem servir de abrigo para organismos patogênicos. Enquanto as causas antrópicas estão relacionadas a despejos domésticos, despejos industriais, microrganismos e erosão, podendo estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos.

Para o mesmo autor (1996), a cloração da água contendo a matéria orgânica dissolvida responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos como por exemplo, os trihalometanos.

O método utilizado para a análise microbiológica indica presença coliformes totais quando a amostra adquire uma cor amarelada e de *Escherichia coli* quando a amostra adquire fluorescência azul em contato com a lâmpada ultravioleta, o que ocorreu tanto no local de captação quanto na residência, comprovando a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* nos dois locais. A mudança de cor nas amostras está indicado nas Imagens 9 e 10.

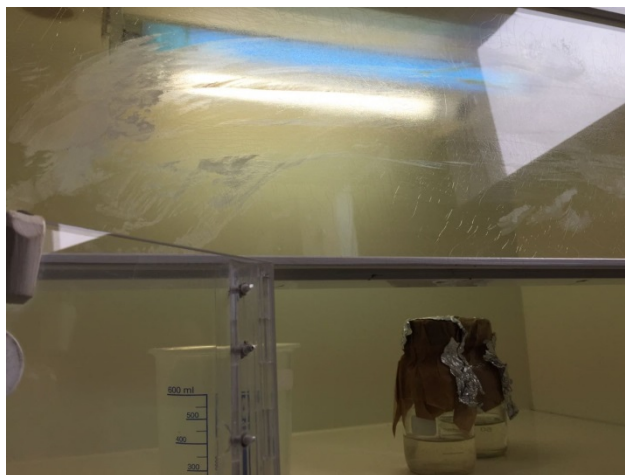


Imagem 9:

Amostra de água na estufa para teste microbiológico

Fonte: Autores, 2018



Imagem 10:

Amostras de água após alteração brusca de cor, confirmando presença de coliformes totais

Fonte: Autores, 2018

Segundo Sperling (1996), a *Escherichia coli* faz parte do grupo dos coliformes fecais, que é um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e outros animais.

As duas amostras analisadas comprovam a presença de *Escherichia coli* para água que abastece cerca de 17 famílias que habitam a comunidade Capela Branca, o que indica a contaminação da água por fezes de animais de sangue quente. O curso d'água como um todo encontra-se desprotegido, animais tem acesso direto. Outro ponto importante é que

grande parte da população dispõe o esgoto sanitário em fossas negras, o que também pode contribuir com a contaminação das águas.

Desse modo, é de extrema importância que seja realizada a proteção do curso d'água e algum tipo de tratamento da água consumida, a fim de prevenir a transmissão de doenças para população que faz o uso da mesma.

Devido a defasagem da comunidade rural Capela Branca em relação ao tratamento de água e a disposição do esgoto sanitário, propõe-se o uso de soluções alternativas. De acordo com as análises físico-químicas e microbiológicas realizadas, foi comprovado que a água que abastece uma parcela da comunidade não é própria para o consumo, necessitando de soluções alternativas, podendo ser utilizado a combinação da semente de Moringa Oleífera e o sistema SODIS.

Segundo Muniz et al. (2015), uma alternativa viável em substituição aos coagulantes químicos, como sais de alumínio utilizados no tratamento de água, são as sementes de Moringa oleífera. Em comparação ao alumínio, as sementes de moringa não causam corrosão e nem alteram significativamente o pH e a alcalinidade da água após o tratamento (FERNANDES, 2013).

A moringa (*Moringa oleífera* Lam.) é uma espécie da família Moringaceae, tem sua origem nordeste indiano, sendo distribuída amplamente na Índia, Egito, Filipinas, Ceilão, Tailândia, Malásia, Burma, Paquistão, Singapura, Jamaica e Nigéria (PIO CÔRREA, 1984). A moringa é tolerante a regiões secas, produz flores e frutos, desenvolve desde regiões subtropicais secas e úmidas, até tropicais secas e florestas úmidas. (DUKE, 1978 apud GALLÃO et al., 2006).

A moringa é uma planta de múltiplo uso. Quase todas as suas partes possuem valor alimentar (folhas, frutos verdes, flores e sementes), e também medicinal (todas as partes da planta) (PALADA, 1996). É muito resistente à altas concentrações de sais e ao estresse hídrico, se destacando pela sua utilização na clarificação da água para consumo humano, na alimentação humana e animal e na produção de óleo, completa (BEZERRA et al. 2004).

Em áreas rurais, o preparo da Moringa Oleífera como purificadora da água consiste primeiramente na trituração da semente, o que pode ser feito de diversas formas. Em seguida, com o auxílio de uma colher, mistura-se o pó resultante na água em que se deseja tratar, a quantidade de pó a ser adicionado depende da quantidade de água e seu nível de turbidez. Deve-se agitar a água intensamente e posteriormente posicionar a garrafa d'água em uma superfície para a sedimentação dos flocos formados. O lodo formado, contendo micróbios e impurezas, permanece na parte inferior da garrafa e a água limpa fica no sobrenadante. Depois de aproximadamente uma hora, a água já pode ser consumida (HERCULANO, 2012).

Pesquisas feitas por Amagloh e Benang (2009) apud Pasterniani (2009), afirmam que as sementes de Moringa oleífera possuem proteínas com peso molecular baixo e, quando ocorre a dissolução de seu pó em água, adquirem carga positivas que atraem partículas de cargas negativas, como argilas e siltes, formando flocos densos que sedimentam.

A utilização de *Moringa oleífera* nas fases iniciais de tratamento de água (coagulação/floculação) depende do valor inicial de turbidez das amostras, sendo o potencial coagulante superior para valores muito altos de turbidez (BHATIA et al., 2007 e KATAYON et al., 2006 apud RIBEIRO 2010).

O uso da energia solar para desinfecção de águas (SODIS) vem sendo proposto para utilização em países em desenvolvimento nas localidades rurais, o que possibilita a desinfecção de águas captadas em mananciais superficiais ou poços, com características físicas e químicas apropriadas ao consumo humano, mas sanitariamente suspeitosas, uma vez que apenas a avaliação da aparência dessas, não permite conclusão sobre a contaminação da amostra de água coletada (PATERNIANI; SILVA, 2005).

Segundo a (SODIS, 2018) Solar Water Desinfection, a Agência de Tecnologia Ambiental da Suíça desenvolveu um processo simples no sentido de criar soluções alternativas para tratamento de água de abastecimento. Este processo utiliza a temperatura juntamente com a radiação solar, possibilitando a desinfecção de patógenos que possam estar na água, como as bactérias.

No processo de desinfecção, são utilizadas garrafas pets transparentes completas de água colocadas ao sol, o líquido deve permanecer nela por um tempo determinado e alcançar uma temperatura ideal, os padrões variam de acordo com a insolação do local e com a qualidade da água. Esse é um mecanismo para a remoção de organismos patogênicos, podendo, por exemplo, haver um tratamento primário anterior para a remoção da turbidez, como as sementes de *Moringa oleífera* (DANIEL, 2001).

Na comunidade rural de Capela Branca a disposição final do esgoto sanitário é realizado em fossas construídas sem critérios técnicos ou diretamente no rio, sem tratamento prévio. Esse fato além de ser um risco a saúde dos habitantes da localidade, pode impactar de forma negativa o ambiente.

Segundo Bertoncini (2008), no geral, as áreas rurais são desprovidas de empresas de saneamento voltadas para o tratamento de esgoto sanitário. Nessas localidades, é comum a utilização de fossas negras, o que aumenta o risco de contaminação das águas subterrâneas, que podem ser captadas para consumo humano gerando, por consequência, a proliferação de doenças e parasitas.

De acordo com Sperling (1996), a introdução da matéria orgânica em um corpo hídrico interfere no consumo do oxigênio dissolvido. Tal se deve ao fato de que as bactérias decompositoras, em meio líquido, utilizam o oxigênio disponível em seus processos respiratórios. A diminuição da concentração de oxigênio dissolvido impacta de diversas maneiras o ambiente, sendo um dos problemas hídricos de maior relevância.

Devido a defasagem nos serviços de esgotamento sanitário na comunidade Capela Branca propõe-se o uso de soluções alternativas através de sistemas como tanque de evapotranspiração, alagados construídos, fossa séptica biodigestora e círculo de bananeiras.

O Tanque de Evapotranspiração (Tevap) é um sistema gerado e utilizado por permacultores, que trata o efluente derivado do vaso sanitário, reaproveitando os nutrientes desse efluente. Consiste em um sistema de simples funcionamento, pois os processos não são mecanizados, as estruturas são de fácil construção e manutenção e os custos de implantação são baixos (EMATER, 2016).

O Tevap é um tanque construído com tijolos, impermeabilizado, no qual um cano de PVC direciona o efluente proveniente do vaso sanitário, para uma câmara formada por materiais cerâmicos e pedras, onde ocorre o início do processo de fermentação (digestão anaeróbia). Essa câmara composta por material poroso, é colonizada por bactérias que ajudam na digestão. A entrada de efluente no sistema gera um consequente aumento de volume, dessa forma o efluente atinge os níveis superiores do tanque, passando uma camada de brita e areia e em seguida, atinge a última camada, composta por solo filtrado, onde será absorvido e evaporado (GALBIATI, 2009 apud FERNANDES et al. 2017).

As plantas localizadas no topo do sistema, em seu processo de crescimento, consomem os nutrientes provenientes da água negra, fazendo com que o Tevap não encha. O tratamento final, se dá pelo processo de evapotranspiração realizado pelas plantas, em que o efluente tratado sai do sistema em forma de vapor, sem contaminantes (EMATER, 2016).

Para aumentar a evapotranspiração, são indicadas para a superfície plantada, espécies com raízes rasas e folhas largas. Para o funcionamento com eficiência o Tevap é recomendado para regiões quentes e com índices pluviométricos inferiores as taxas de evapotranspiração, uma vez que sem o calor a vaporização pelo solo e a transpiração das plantas não será suficiente (COSTA, 2014).

A colheita dos frutos, retirada do excesso de mudas, podas e retirada das partes secas das plantas, constituem o processo de manutenção do sistema. Os processos físicos, químicos e biológicos que atuam no funcionamento do tanque são a precipitação e sedimentação de sólidos, degradação microbiana anaeróbia, decomposição aeróbia, movimentação da água por capilaridade e absorção de água e nutrientes pelas plantas. Esse sistema é dimensionado para que a planta absorva completamente o efluente, o que diminui a necessidade de pós-tratamento (PAULO e BERNARDES, 2009 apud COSTA, 2014).

De acordo com Emater (2016), o Tevap deve ser dimensionado considerando-se 2m³ de tanque por usuário. Normalmente, utiliza-se a bacia com 2 metros de largura e 1 metro de profundidade, o comprimento é variável conforme o número de usuários. Entretanto, deve-se evitar Tevaps muito compridos.

O termo wetlands ou áreas alagáveis define vários ecossistemas naturais que ficam parcial ou totalmente inundados durante o ano. Esses ecossistemas são caracterizados de acordo com sua geologia, geomorfologia, solo e condições climáticas. A caracterização quanto as ecologias de tais ecossistemas retratam a história da evolução biológica,

que acabaram por determinar a fauna e flora associadas (SALATTI, 2003).

Os sistemas de alagados construídos, são cópias feitas pelo homem, dos alagados naturais. Nessas cópias são aprimoradas as ações dos ciclos biogeoquímicos, que atuam no tratamento de efluentes. Esse sistema pode ser distinguido em diferentes tipos, dependendo do fluxo de água e das espécies vegetais (ROUSSEAU et al., 2008 apud BEGOSSO, 2009).

No sistema de alagados construídos, a área de terreno primeiramente é preparada com o cultivo de plantas específicas, proporcionando o contato do esgoto com a zona de raízes. A planta tem a competência de transferir o oxigênio atmosférico até o sistema radicular, permitindo a formação de sítios de bactérias aeróbias em torno dos rizomas e raízes, fornecendo assim, nutrientes para o desenvolvimento da vegetação (SILVA, 2007).

Essas plantas ajudam também no crescimento de biofilmes que proporcionam a degradação dos compostos orgânicos, depurando o meio (FIA et al., 2010).

As vantagens do sistema de alagados construídos em relação aos sistemas de tratamento convencionais são:

[...] as possibilidades de baixo custo de construção, operação e manutenção; pouco ou nenhum uso de energia elétrica; podem ser implementados no próprio local onde a água residuária é gerada; são flexíveis e, resistem a variações de carga sem muito comprometimento de sua eficiência. Além disso, podem ser integrados perfeitamente à paisagem natural e o apelo estético da presença de vegetação colabora para a redução nos índices de rejeição ao sistema de tratamento de águas residuárias por parte da população (BEGOSSO, 2009 p.8).

A Fossa Séptica Biodigestora é um sistema simples e de baixo custo, desenvolvido pela Embrapa Instrumentação Agropecuária, representando uma fonte viável de tratamento de esgoto em áreas rurais (SILVA et al., 2007).

Esse sistema é composto por três caixas d'água de 1000 litros cada, unidas uma a outra, em que a primeira caixa é diretamente ligada ao vaso sanitário. Para manter o isolamento térmico, o sistema deve permanecer enterrado ao solo. A cada 30 dias, deve-se adicionar na primeira caixa, uma mistura contendo 10 litros de esterco de ruminante e 10 litros de água, a fim de aumentar a atividade bacteriana e ampliar a eficiência da biodigestão (SILVA et al., 2007).

O esgoto, é tratado ao entrar no conjunto de caixas d'água, pelo processo de biodigestão, em que a matéria orgânica contida nesse efluente é digerida pelas bactérias anaeróbias e, dessa forma, a carga de agentes biológicos prejudiciais à saúde humana é reduzida. A temperatura e a quantidade de pessoas que utilizam o sistema, determinam o tempo necessário do processo de biodigestão. O líquido produzido pela digestão das bactérias, que se acumula na terceira caixa d'água da fossa, pode ser utilizado na agricultura como um biofertilizante (OTENIO et al., 2014).

O biofertilizante produzido na Fossa Séptica Biodigestora vem sendo recomendado no preparo de solos e na adubação de pomares, pois além do seu custo ser praticamente zero, sua eficiência se assemelha à adubação química inorgânica à base de nitrogênio, fósforo e potássio. Deve-se

optar pela utilização desse biofertilizante no solo, pois ele converte um resíduo de disposição problemática em um fertilizante de boa eficiência na agricultura (FAUSTINO, 2007).

Savegnago e Ferri (2014) confirmam e completam a ideia anterior ao citarem que o esgoto tratado pela Fossa Séptica Biodigestora é uma possibilidade de insumo a custo zero que pode auxiliar o cultivo de grãos, e assim reduzir as despesas com fertilizantes químicos, além de diminuir os riscos de contaminação no ambiente, causada pela falta de tratamento de esgoto em áreas rurais, dessa forma, melhorando a qualidade de vida das populações dessas localidades.

O Círculo de Bananeiras é um sistema alternativo de tratamento de águas cinza, ou seja, água provenientes das pias, tanques e chuveiros residenciais (SILVEIRA *et al.*, 2002). Nesse sistema podem ser utilizadas bananeiras ou vegetais como mamoeiros, mudas de abóbora, batata-doce, taioba e outras espécies adaptadas a umidade (LIVRAMENTO, 2011).

O funcionamento do sistema consiste no efluente canalizado e conduzido até um buraco escavado e preenchido com material orgânico diverso (galhos de várias espessuras, troncos apodrecidos, palhas, folhas e outros restos vegetais). As espécies vegetais são plantadas em círculo ao redor do sistema, se desenvolvem a partir dos nutrientes da água e são responsáveis por eliminar a água residual através do processo de evapotranspiração (LIVRAMENTO, 2011).

O lodo resultante do processo de tratamento pode ser utilizado na compostagem (MARTINETTI, 2007). Para impedir a passagem de luz e que a precipitação possa inundar o sistema, na parte superior do poço adiciona-se palha (TRINDADE *et al.*, 2017).

Antes de serem lançadas na vala, as águas cinzas devem passar por um tratamento prévio em uma caixa de gordura. Esse dispositivo pode ser encontrado no mercado em material de PVC ou pré-fabricado. A instalação da caixa de gordura objetiva a retenção de gorduras, graxas e óleos presentes nas águas, formando camadas que devem ser removidas frequentemente, a fim de evitar que esses elementos obstruam a rede e impermeabilizem o fundo do sistema (BARBOSA *et al.*, 2017).

4. Considerações Finais

Pelo fato da comunidade rural de Capela Branca ser isolada e sem aglomeração de edificações, fica inviável a inserção de sistemas convencionais de saneamento devido ao alto investimento exigido. Entretanto, com o estudo realizado foi possível verificar que a comunidade necessita de infraestrutura adequada de saneamento a fim de evitar a proliferação de doenças aos moradores e impactos ambientais.

De acordo com o questionário apresentado, foi possível verificar que uma parcela da população consegue visualizar que a desproteção e a proximidade do curso d'água em estudo com as fontes contaminantes podem interferir na qualidade da água.

As análises físico-químicas quanto aos parâmetros cor, pH e turbidez, constataram que a cor e a turbidez não estão de acordo com os padrões de

potabilidade. O teste microbiológico comprovou presença de coliformes totais e *Escherichia coli* na água de abastecimento. Tal fato pode estar interferindo na saúde da população local, uma vez que a água não passa por tratamentos prévios. Segundo moradores já foi confirmado um caso de esquistossomose e há presença de sintomas de outras doenças de transmissão hídrica, porém sem confirmação.

Quanto a coleta e tratamento de esgoto, também há uma defasagem, uma vez que a disposição final é realizada em fossas construídas sem critérios técnicos ou diretamente no rio, o que além de degradar o ambiente também pode disseminar doenças.

Uma forma de solucionar a defasagem da comunidade em relação aos serviços de saneamento é através de sistemas alternativos de tratamento. Em relação a água pode-se utilizar a combinação entre a semente de Moringa Oleífera e a radiação solar. Quanto ao esgoto algumas soluções alternativas são o tanque de evapotranspiração, fossa séptica biodigestora, alagados construídos e círculo de bananeiras. Essas sistemas se caracterizam como fontes naturais de tratamento, visam a sustentabilidade, são de baixo custo e fácil operação, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população local.

Referências

- AMARAL, L.A et al. Água de consumo humano como fator de risco a saúde em propriedades rurais. *Revista de Saúde Pública*, Jaboticabal, v.37, n.4, p.510-514, 2003.
- APPOLINÁRIO, Fabio. *Dicionário de Metodologia Científica*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011. 295p.
- BARBOSA, Bruno Corrêa et al. *Tópicos em Sustentabilidade & Conservação*. 2017.
- BEGOSSO, Larissa. *Determinação de parâmetros de projeto e critérios para dimensionamento e configuração de Wetlands Construídos para o tratamento de água cinza*. 2009. Dissertação de Mestrado.
- BERTONCINI, Edna Ivani. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. *Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária*, v. 1, n. 1, p. 152-169, 2008.
- BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. *Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (Moringa oleifera Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 295-299, 2004.
- BRASIL. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Ministério da Saúde*. Brasília, DF, 12 dez 2011.
- COSTA, Aline Pacheco et al. *Estudo de tecnologias sociais visando o tratamento do esgoto doméstico de unidade unifamiliar-Assentamento Nova São Carlos-São Carlos/SP*. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

- DANIEL, L. A. et al. **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. Rede Cooperativa de pesquisas – PROSAB. São Carlos. 2001.
- EMATER. **Tanque de Evapotranspiração**. 2016.
- FAUSTINO, Adriana Soares. **Estudos físico-químicos do efluente produzido por fossa séptica biodigestora e o impacto do seu uso no solo**. 2007.
- FAYER, R.; MORGAN, U.; UPTON, S.J. **Epidemiology of Cryptosporidium: transmission, detection and identificación**. International Journal of Parasitology, London, v.30, p.1305 – 1322, 2000.
- FERNANDES, Ana Carolina et al. **Viabilidade do tratamento de águas negras através do tanque de evapotranspiração no meio rural**. SIMTEC, v. 3, n. 1, p. 9, 2017.
- FERNANDES A. F. O. et al. **Utilização da semente da moringa para o tratamento d'água: uma proposta de intervenção na escola estadual professora Maria Zenilda Gama Torres de Apodi – RN**. 2013. In: IX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN.
- FIA, Ronaldo et al. **Desempenho de forrageiras em sistemas alagados de tratamento de águas residuárias do processamento do café**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, v. 14, n. 8, 2010.
- GALLÃO, M . I; DAMASCENO, L. F; BRITO, E . S. **Avaliação química e estrutural da semente de moringa**. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 106109, 2006.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- HERCULANO, Lário Moisés Luís. **Implantação de tecnologias alternativas de saneamento como forma de garantir água de qualidade, quantidade e higiene no semiárido moçambicano: caso do distrito de Funhalouro**. 2012.
- JUNIOR, Alceu Castro Galvão. **Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil**. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 25, p. 548-556, 2009.
- LIVRAMENTO, Claudio Manoel. **Saneamento Ecológico no campo**. 2011. 15 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Educação do Campo D, Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2011.
- MARTINETTI, Thaís; SHIMBO, Ioshiaqui; TEIXEIRA, Bernardo AN. **Análise de alternativas mais sustentáveis para tratamento local de efluentes sanitários residenciais**. IV Encontro Nacional E II Encontro Latino-Americano Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 2007.
- MUNIZ, G. L.; DUARTE F. V.; OLIVEIRA S. B. **Uso de sementes de Moringa oleífera na remoção da turbidez de água para abastecimento**. *Revista Ambiente & Água*. Taubaté, v. 10, n. 2, jun. 2015.
- OTENIO, Marcelo Henrique et al. **Como montar e usar a fossa séptica modelo Embrapa**. 2014.
- PALADA, M. C. **Moringa (Moringa oleífera Lam.): A versatile tree crop with horticultural potential in the Subtropical United States**. *Horticulture Science*, v.31, n.5, p.233-234, 1996.
- PATERNIANI, José Euclides Stipp; SILVA, Marcelo Jacomini Moreira da. **Desinfecção de efluentes com tratamento terciário utilizando energia solar (SODIS): avaliação do uso do dispositivo para concentração dos**

- raios solares.** Eng. Sanit. Ambient, Rio de Janeiro , v. 10, n. 1, p. 09-13, Mar. 2005.
- PASTERNIANI, J. E. S; MANTOVANI, M . C; SANT'ANNA, M .R. **Uso de sementes de Moringa oleifera para tratamento de águas superficiais.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 765-771, 2009.
- PIO CORRÉA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro: IBDF, 1984, v.5, p.276-283.
- RIBEIRO, A. T. A. **Aplicação da Moringa oleifera no tratamento de água para consumo humano: Remoção de poluentes por coagulação – floculação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Faculdade de Engenharia Universidade do Porto. Porto, 2010.
- SALATTI, Eneida. Utilização de sistemas de wetlands construídas para tratamento de águas. **Biológico, São Paulo**, v. 65, n. 1/2, p. 113-116, 2003.
- SAVEGNAGO, Leoberto; FERRI, Renan. **Caracterização de esgoto oriundo de fossa séptica biodigestora e seu potencial para aplicação na agricultura como biofertilizante.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- SILVA, Selma Cristina da. **"Wetlands construídos" de fluxo vertical com meio suporte de solo natural modificado no tratamento de esgotos domésticos.** 231 f. 2007. Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- SILVA, W.T.L da. **Saneamento Básico Rural.** Brasília. **DF: Embrapa**, 2014.
- SILVA, W. T. L.; FAUSTINO, A. S.; NOVAES, A. P. **Eficiência do Processo de Biodigestão em Fossa Séptica Biodigestora Inoculada com Esterco de Ovino.** **Embrapa**, São Carlos. 2007.
- SILVEIRA, A.; LIMA, F.; PEREIRA, K. **A sustentabilidade ambiental aplica em ecovilas no município de Teresina.** **São Paulo: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo (NUTAU), Universidade Estadual de São Paulo**, 2002.
- SODIS: **Solar Water Disinfection.** Disponível em: <http://www.sodis.ch/methode/index>.
- SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Editora UFMG, 1996.
- TEIXEIRA, J. B. **Saneamento Rural no Brasil.** In: REZENDE S. C. (Organizadora). **Panorama do Saneamento Básico no Brasil. Vol.7: Cadernos temáticos para o panorama do saneamento básico no Brasil.** Brasília: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2014. p.237-294.
- TRINDADE, Juliana Flores et al. **Métodos de tratamento de esgoto para pequenas comunidades.** 2017.
- WENTZ, Fabiane Malakowski de Almeida; NISHIJIMA, Toshio. **A Educação Ambiental como meio de ação nas atividades agrícolas para preservação dos solos e da água nas comunidades rurais do município de Santo Ângelo-RS.** *Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)*, v. 4, n. 4, p. 558-571, 2011.