

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ALISSON FERNANDES

**QUALIDADE DA ÁGUA DE MANANCIAL EM PROPRIEDADE RURAL EM
CAMPO MOURÃO - PR**

CAMPO MOURÃO

2020

ALISSON FERNANDES

**QUALIDADE DA ÁGUA DE MANANCIAL EM PROPRIEDADE RURAL EM
CAMPO MOURÃO - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Morgana Suszek Gonçalves

CAMPO MOURÃO

2020



TERMO DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO INTITULADO

**QUALIDADE DA ÁGUA DE MANANCIAL EM PROPRIEDADE RURAL EM
CAMPO MOURÃO - PR**

DO DISCENTE

ALISSON FERNANDES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 24 de novembro de 2020 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão. O discente foi arguido pela Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a comissão considerou o trabalho aprovado.

Prof^ª. Dr^ª. Flavia Vieira da Silva Medeiros

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^ª. Dr^ª. Vanessa Medeiros Corneli

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^ª. Dr^ª. Morgana Suszek Gonçalves

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de forma direta ou indireta me ajudaram no desenvolvimento desse trabalho, em especial agradeço a minha orientadora Prof^a. Dr^a. Morgana Suszek Gonçalves por sempre se mostrar a disposição para me auxiliar e me guiar no caminho correto.

Agradeço também a 11^a Regional de Saúde, sediada no município de Campo Mourão que ficou sempre a disposição para ajudar na realização da pesquisa, e ao proprietário do imóvel rural que permitiu a realização da coleta das amostras.

“O sucesso é a soma dos pequenos esforços repetidos dia após dia.”

(Robert Collier)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água de uma nascente utilizada como manancial de abastecimento (nascente), que está localizada dentro de um lote de terras denominado “Sítio Santa Luzia” da gleba N° 13, colônia Mourão da comunidade rural São Benedito, do município de Campo Mourão (PR). Para verificar a qualidade da água foi necessário a análise de parâmetros como, temperatura, cor, turbidez, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, sólidos totais, fixos e voláteis, sólidos dissolvidos, nitrato, coliformes totais, coliformes termotolerantes (*E. coli*), alcalinidade e fósforo. Foram realizadas duas coletas de amostras, para realizar análises desses parâmetros, uma no período de seca no mês de Abril de 2020 e uma no período chuvoso no mês de Maio de 2020, sendo possível com os resultados encontrados, realizar a comparação dos níveis dos parâmetros analisados com os determinados pela Portaria de Consolidação N° 5/2017 do Ministério da Saúde, que por sua vez determina os níveis de potabilidade da água para consumo humano e a comparação com outros autores para os parâmetros que não estão dispostos na legislação. As discussões permitiram concluir que a água do manancial em estudo está imprópria para o consumo humano nas condições estabelecidas no momento, em que se destaca a presença de coliformes termotolerantes (*E. coli*), indicando a contaminação fecal da água. Esse problema pode ser resolvido com ações corretivas e preventivas para melhorar a qualidade da água. Nesse estudo foram indicadas duas opções de escolha para implantação de modelos de proteção de mananciais, sendo de baixo custo e bastante eficaz, são esses, o modelo caxambu e o modelo que utiliza técnica de solo-cimento para proteção das nascentes. Junto com um sistema de desinfecção, onde nesse caso foi indicada a metodologia de desinfecção solar da água (SODIS) que tem como função tornar inativa a presença de bactérias na água. Concluiu-se então, que ações para recuperar e preservar o manancial em questão são de extrema importância para manter o padrão de qualidade da água e garantir que as pessoas que utilizam daquele manancial consumam uma água potável.

Palavras-chave: manancial rural; qualidade de nascentes; padrões de potabilidade; águas rurais.

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the quality of the water from a spring used as a source of supply (spring), which is located within a plot of land called “Sítio Santa Luzia” of gleba N° 13, Mourão colony of the rural community of São Benedito , from the municipality of Campo Mourão (PR). To check the water quality, it was necessary to analyze parameters such as temperature, color, turbidity, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, total, fixed and volatile solids, dissolved solids, nitrate, total coliforms, thermotolerant coliforms (E. coli), alkalinity and phosphorus. Two collections were carried out to carry out parameter analyzes, one in the dry period in April 2020 and one in the rainy period in May 2020, making it possible to compare the levels of the parameters Impacts with the results found. with those determined by Consolidation Ordinance N°. 5/2017 of the Ministry of Health, which in turn determines the potability levels of water for human consumption and the comparison with other authors for the parameters that are not provided for in the legislation. The conditions made it possible to gain that the water from the source under study is needed for human consumption under the conditions present at the time, in which the presence of thermotolerant coliforms (E. coli) stands out, indicating faecal contamination of the water. This problem can be solved with corrective and preventive actions to improve water quality. In this study, two options were chosen for the implantation of models for the protection of water sources, which are low-cost and very effective, these are the caxambu model and the model that uses soil-cement to protect springs. Together with a disinfection system, in which case the methodology for solar water disinfection (SODIS) was determined, whose function is to make the presence of bacteria in the water inactive. It was concluded, then, that actions to recover and preserve the source in question are extremely important to maintain the water quality standard and ensure that the people who use that source consume water.

Keywords: rural spring; quality of springs; potability standards; rural waters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Nascente dentro dos limites territoriais do “Sítio Santa Luzia”	19
Figura 2 - Localização da nascente e seu entorno (APP).....	20
Figura 3 - Coleta período de seca (Abril de 2020).....	21
Figura 4 - Coleta período chuvoso (Maio de 2020).....	21
Figura 5 – Sistema de proteção de fonte modelo caxambu.	30
Figura 6 - Técnica solo-cimento para proteção de nascentes.	31
Figura 7 - Metodologia de desinfecção solar da água (SODIS).....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 REVISÃO DE LITERATURA	14
4.1 Água: o recurso imprescindível da vida	14
4.2 Qualidade da água dos mananciais subterrâneos	14
4.3 O uso agropecuário da terra afetando a qualidade da água	15
4.4 Uso das nascentes como manancial de abastecimento	16
4.5 Padrões de Potabilidade e Portaria de Consolidação N°5/2017	17
5 MATERIAL E MÉTODOS	19
5.1 Área de estudo	19
5.2 Diagnóstico do entorno do manancial	19
5.3 Coletas e análises de qualidade da água	21
5.4 Análise dos resultados	25
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6.1 Problemas de potabilidade e fontes de contaminação	29
6.2 Medidas corretivas e preventivas	29
7 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

É notável a importância da compreensão do correto uso da água, pois reflete não apenas no cotidiano da sociedade, mas também na agricultura e na indústria, que são altamente consumidoras em todas as etapas de produção e geram grande quantidade de resíduos responsáveis pela contaminação e perda de qualidade da água potável (COSTA, 2020).

O mau uso predominante das águas no mundo em geral, e no Brasil em particular, vem indicando a sua escassez e degradação em níveis jamais imaginados, de tal forma que as clássicas expressões “água é vida”, “água: elixir da vida” e tantas outras formas de exprimir sua importância vital se tornam praticamente obsoletas (REBOUÇAS, 2001).

O Brasil é, na sua generalidade, um país de altos índices de incidência de doenças intestinais transmitidas pela água. Esses índices se refletem nas elevadas taxas de mortalidade, em especial nas taxas de mortalidade infantil, que vem ocorrendo ao longo dos anos causada por diversos fatores, entre esses a ocupação do solo de forma intensa e acelerada, comprometendo os recursos hídricos destinados ao consumo humano, aumentando potencialmente o risco de transmissão de doenças de origem hídrica (REBOUÇAS, 2006).

As inadequadas condições de saneamento, sobretudo nas áreas rurais, associadas à falta de conhecimento da população, aumentam a ocorrência de doenças transmitidas pela água, principalmente em crianças e jovens, interferindo em seu desenvolvimento físico e mental (AMARAL, 2003).

Diferentes impactos ambientais são associados à utilização da água em sistemas de produção agrícolas e pecuários, a irrigação de culturas agrícolas pode, por exemplo, acarretar salinização de solos, propiciar lixiviação de agroquímicos para a água subterrânea e carregamento de partículas de solo e fertilizantes para corpos d'água, bem como promover a deterioração de qualidade dos rios à jusante das captações pelo descarte de águas de drenagem, e por sua vez a exploração de animais pode poluir os mananciais, devido à disposição de efluentes no solo ou diretamente nos rios e lagos (TELLES, 2006).

Embora não seja a única responsável pela perda da qualidade da água, a agricultura, direta ou indiretamente contribui na degradação dos mananciais, isso se dá por meio da contaminação dos corpos d'água por substâncias orgânicas ou inorgânicas, naturais ou sintéticas, e ainda por agentes biológicos. A contaminação das águas superficiais tende a ser rápida, acontecendo imediatamente após a aplicação em alguns tipos de irrigação, em que ocorre o escoamento superficial ou infiltração em altas taxas. Já a contaminação da água

subterrânea por sua vez é bem mais lenta, o tempo necessário à percolação até o lençol subterrâneo aumenta com o decréscimo da permeabilidade do solo e com a profundidade do lençol. No que parece um fato positivo, reside um sério problema, somente após muito tempo é que se saberá que a água subterrânea vem sendo poluída por substâncias tão perigosas quanto os nitratos, pesticidas e metais pesados, por exemplo (TELLES, 2006).

Há grande importância em buscar o conhecimento da realidade rural, caracterizada por populações com menor acesso às medidas de saneamento e pela presença de atividades agropecuárias altamente impactantes, podendo interferir na qualidade da água dos mananciais, muitos desses utilizados no abastecimento de água nas cidades. O diagnóstico da utilização da água e do conhecimento das pessoas nessas áreas sinaliza para os riscos à saúde dessas populações e da contaminação e poluição dos mananciais que nascem ou passam nessas regiões (AMARAL, 2003).

Desta forma o presente estudo buscou verificar através de análises qualitativas e quantitativas, a água de um manancial, e determinar se está sofrendo algum tipo de contaminação por parte das atividades agropecuárias efetuadas em seu entorno, mesmo esse possuindo a área de proteção permanente determinada por lei.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O estudo teve como objetivo geral avaliar a qualidade da água de um manancial em uma propriedade rural de Campo Mourão (PR).

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar coletas da água do manancial para análises de qualidade;
- Realizar análises físico-químicas e microbiológicas da água do manancial;
- Diagnosticar a qualidade da água do manancial através da comparação de parâmetros determinados pela Portaria de Consolidação N°5/2017 do Ministério da Saúde;
- Analisar a influência da sazonalidade, em período seco e chuvoso, na qualidade da água;
- Observar a influência das condições de infraestrutura no processo de captação da água na propriedade rural.

3 JUSTIFICATIVA

As propriedades rurais, geralmente, não são servidas pelos sistemas de tratamento de água e esgotos operados por empresas de saneamento. A associação poço-fossa é comum, aumentando os riscos de proliferação de doenças e parasitas por meio da contaminação de água subterrânea. A irrigação e lavagem de verduras, hortaliças e frutas com a água de mananciais contaminados com esgoto doméstico, e o uso direto no solo de resíduos, como cama de frango, resíduos suínos e bovinos são fontes de contaminação do produto agrícola e das águas subterrâneas (BERTONCINI, 2008).

Dessa forma, justifica-se o desenvolvimento do presente trabalho, levando-se em conta que a população da propriedade e do entorno utiliza a água do manancial para consumo próprio e ainda para os demais fins, como, irrigação de hortaliças e de frutas, bebedouros para animais de grande e pequeno porte, como cavalos, cachorro, galinhas, suínos e diversos outros.

É então possível notar a influência deste manancial na saúde tanto das pessoas quanto dos animais que dela necessitam para sobrevivência diária. Tendo isso em vista, a presente pesquisa se torna essencial, e de grande importância, uma vez que essa terá um retorno social positivo, determinando, se o manancial está ou não tendo interferência das atividades agropecuárias realizadas ao entorno do manancial.

Se sim, isso irá mostrar para as pessoas que utilizam o manancial para sobreviver que essa prática está sendo prejudicial a sua saúde, sendo então um dos pontos benéficos da pesquisa, pois a mesma irá trazer um retorno para a população, de forma a identificar e tentar mitigar a contaminação.

E se este manancial não estiver com interferência dessas atividades agropecuárias, também será um resultado benéfico para a população, pois desta confirmação, as pessoas poderão utilizar a água do manancial de uma forma mais confiável, pois foi comprovada a qualidade da água do manancial em estudo.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Água: o recurso imprescindível da vida

Água é um dos recursos mais importantes do meio ambiente, e essencial à manutenção da vida. Conforme o uso que se faz deste recurso pode-se produzir consequências indesejáveis ao ambiente como um todo. A ocupação humana influencia nesta qualidade, por meio do lançamento inadequado de resíduos líquidos e sólidos nos rios, da retirada da vegetação nativa e da construção das edificações sobre as margens, entre outros fatores. Esta situação contribui para a existência de condições ou situações de risco que vão influenciar no padrão e nível de saúde da população (CESA, 2010).

A vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano deve assegurar benefícios à saúde, garantindo à população acesso a água em quantidade, qualidade e custo acessível. Nesse sentido, isso deve se estabelecer sobre todas e quaisquer formas de abastecimento de água coletivas ou individuais, na área urbana ou rural, de gestão pública ou privada, como também nos mananciais, no sentido de preservar a qualidade da água para consumo humano (LEITÃO, 2005).

Quando se refere ao termo "qualidade de água", é necessário entender que esse termo não está relacionado, necessariamente, a um estado de pureza, mas sim às características químicas, físicas e biológicas, e que, conforme essas características, então são estipuladas diferentes finalidades para a água (MERTEN, 2002).

4.2 Qualidade da água dos mananciais subterrâneos

Água para consumo humano pode ser obtida de diferentes fontes. Uma dessas fontes, o manancial subterrâneo, é um recurso utilizado por ampla parcela da população brasileira. A água subterrânea pode ser captada no aquífero confinado ou artesiano, que se encontra entre duas camadas relativamente impermeáveis o que dificulta a sua contaminação, ou ser captada no aquífero não confinado ou livre, que fica próximo a superfície, e está, portanto, mais suscetível à contaminação. Em função do baixo custo e a facilidade de perfuração, a captação de água do aquífero livre é mais frequentemente utilizada no Brasil (FOSTER, 1993).

Diversos fatores podem comprometer a qualidade da água subterrânea. O destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanque sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e a modernização da agricultura representam fontes de contaminação

das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas (SILVA, 2003).

A contaminação dos aquíferos subterrâneos ocorre quando, no processo chamado lixiviação, a água da chuva ou de irrigação ao infiltrar no solo arrasta consigo substâncias dissolvidas que poderão ter como destino o lençol freático ou os aquíferos profundos. O conhecimento do processo de degradação dos corpos d'água subterrâneos é de grande importância, pois, em última instância, são esses aquíferos que possibilitam a recarga dos mananciais da superfície (RESENDE, 2002).

4.3 O uso agropecuário da terra afetando a qualidade da água

Os mananciais subterrâneos são recursos muito utilizados em propriedades rurais para abastecimento e uso cotidiano da população brasileira, entretanto, o crescimento deste modo de utilização do recurso foi acompanhado da proliferação de poços construídos sem levar em conta critérios técnicos adequados que permitissem condições qualitativas básicas de potabilidade. Deste modo, a perfuração de poços com locação inadequada coloca em risco a qualidade das águas subterrâneas, uma vez que gera uma conexão entre as águas mais rasas, e, portanto, mais suscetíveis à contaminação, com águas mais profundas menos vulneráveis (CAPP, 2012).

O solo, as águas superficiais e subterrâneas podem ser contaminados e posteriormente, poluídos por íons ou compostos de natureza orgânica ou inorgânica oriundos da deposição de substâncias ou por compostos que não pertencem ao ambiente. Entre os contaminantes inorgânicos, encontram-se os oriundos das práticas agrícolas como o nitrato, o fosfato, os metais pesados, além dos resíduos provindos dos fertilizantes. Os contaminantes de natureza orgânica mais comum em meio a propriedades rurais são os agrotóxicos (STEFFEN, 2011).

Apesar de no meio rural os agrotóxicos utilizados na agricultura serem considerados como os mais prejudiciais do grupo, é importante lembrar que muitos outros produtos podem agir como contaminante dos mananciais, como, produtos de uso veterinário, domésticos, sanitários e até os próprios combustíveis utilizados na agropecuária, sendo esses algumas vezes apresentando os mesmos princípios ativos de contaminação que os agrotóxicos. Sendo assim, essas substâncias químicas apresentam rotas, formas e velocidades de degradação próprias para cada princípio ativo diferente, mas todas se enquadram nas chamadas rotas tradicionais de degradação (GEBLER, 2007).

Quanto ao cenário atual do saneamento no meio rural, os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios demonstram que ainda são intensas as desigualdades no acesso aos serviços de abastecimento de água entre os habitantes das áreas urbanas e rurais. No Brasil, apenas 34,51% dos domicílios rurais estão ligados à rede de distribuição de água (com ou sem canalização interna), sendo que o restante das residências utiliza soluções alternativas e coletivas de abastecimento, como o uso de poços freáticos ou tubulares profundos e a coleta direta dos mananciais (FUNASA, 2011).

O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos em meio a propriedades rurais tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como fonte de infecção a água contaminada. Essas infecções representam causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (SILVA, 2003).

Pesquisadores estimam que 65% das internações pelo SUS de crianças com menos de 10 anos são provocadas por males originados da deficiência ou da inexistência de esgoto coletado e tratado e água limpa. Essa situação leva à morte anualmente de 2,5 mil crianças menores de cinco anos, vítimas de doenças características de áreas sem saneamento, como parasitoses intestinais e diarreias (FUNASA, 2011).

4.4 Uso das nascentes como manancial de abastecimento

No meio rural as nascentes desempenham essencial papel no atendimento às demandas de água das populações rurais, que não teriam condições de receber o abastecimento de água pelo sistema convencional público, em função das grandes distâncias dos centros de captação e tratamento das águas e em decorrência da dispersão espacial dos pontos de demanda, isso implica a necessidade de valorização dos serviços prestados pelas nascentes, como fonte vital para o atendimento dessas populações rurais (BRAGA, 2011).

As nascentes são importantes fontes de água para sobrevivência das famílias rurais, tanto em atividades domésticas quanto agrícolas, estas fontes possuem relevância para o desenvolvimento e dinâmica de áreas de produção agrícola e para o consumo humano (BARRETO, 2007).

Assim, atenção maior deve estar voltada ao abastecimento hídrico das comunidades nos ambientes rurais, em função dessa limitação de acesso à infraestrutura de abastecimento de água potável (PINTO, 2012).

A contaminação nos recursos hídricos em áreas rurais é agravada por fatores como os esgotos domésticos, resíduos sólidos e fertilizantes utilizados na agricultura, podendo comprometer sua qualidade, tornando-as impróprias para consumo humano, sendo assim, faz-se necessário o monitoramento constante de sua qualidade, especialmente no meio rural, onde a população, em sua maioria, não é abastecida por empresas de saneamento e a água vem de sistemas alternativos de abastecimento, normalmente sem receber qualquer tipo de tratamento prévio (PNUD, 2006).

Uma das principais alternativas para o abastecimento de água das famílias rurais que não possuem seus domicílios ligados a nenhuma rede de distribuição é a captação de água de nascentes. Essa atividade consiste na construção de uma pequena estrutura no local de afloramento da água, para evitar contaminantes externos, essa estrutura construída possui drenos que captam a água que aflora nas encostas ou nas partes mais baixas do terreno, parte dessa água é direcionada através de mangueiras ou canos de PVC para os reservatórios das famílias, o restante da água escorre pelo chamado “ladrao” e segue seu curso constituindo, rios, riachos ou sangas (KATZ, 2018).

Com relação ao uso da água das nascentes para consumo humano, recomenda-se a proteção da fonte (olho de água), com a utilização de métodos adequados, e sempre evitando o uso de herbicidas e outros agrotóxicos no entorno das nascentes (BAGGIO, 2013).

Para que seja possível realizar a proteção da nascente em meio rural alguns procedimentos devem ser seguidos, como a intervenção na nascente que deverá ser minimizada, mas de forma que permita a captação e a condução da água, e deve ser mantido o sentido do fluxo hídrico e uma vazão mínima de modo a garantir a sobrevivência e diversidade das espécies no entorno das nascentes. Ainda o produtor rural deve realizar e facilitar a recomposição e recuperação ambiental no local onde foi feita a intervenção, e preservar a vegetação nativa no entorno da nascente, contudo, o produtor rural deve utilizar manejo de solo e técnicas conservacionistas e evitar o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos e orgânicos em áreas adjacentes à nascente, e sempre dar o destino adequado ao despejo do esgoto e lixo doméstico, e realizar de forma periódica a limpeza e manutenção dos reservatórios de água (KATZ, 2018).

4.5 Padrões de Potabilidade e Portaria de Consolidação N°5/2017

No Brasil, a legislação determinada pelo Ministério da Saúde, referente aos padrões de potabilidade de água para consumo humano é tratada na Portaria de Consolidação N°5/2017,

que dispõe em seu Anexo XX sobre o controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

De acordo com o Anexo 1 referente ao padrão microbiológico do Anexo XX, a água a ser considerada para consumo humano deve ter ausência de *Escherichia coli* em 100 mL de amostra, pois esse parâmetro é um indicador de contaminação fecal. Além disso, seu Art. 37 dispõe que:

Art. 37 – A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde e cianotoxinas, expressos nos Anexos 7 e 8 do Anexo XX e demais disposições deste Anexo (BRASIL, Portaria de Consolidação Nº 5/2017, 2017).

Levando em conta o Anexo 7 do Anexo XX, referente a diversas substâncias químicas que representam risco à saúde, é possível destacar o nitrato (n), que possui como valor máximo permitido na água potável de 10 mg/L.

O Art. 39 da referida legislação define que:

Art. 39 – A água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade expresso no Anexo 10 do Anexo XX (BRASIL, Portaria de Consolidação Nº 5/2017, 2017).

Nesse contexto, o Anexo 10 do Anexo XX traz, a tabela de padrão organoléptico de potabilidade, onde é possível observar-se os valores máximos permitidos de parâmetros como, Cor Aparente tendo como valor máximo permitido 15 uH, Turbidez com valor máximo permitido de 5 uT e Sólidos Dissolvidos Totais tendo como valor máximo permitido 1000 mg/L.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

O presente trabalho foi realizado em uma nascente utilizada como manancial de abastecimento (Figura 1), que está localizada dentro de um lote de terras denominado “Sítio Santa Luzia” da gleba N° 13, colônia Mourão da comunidade rural São Benedito, do município de Campo Mourão (PR).

Figura 1 – Nascente dentro dos limites territoriais do “Sítio Santa Luzia”



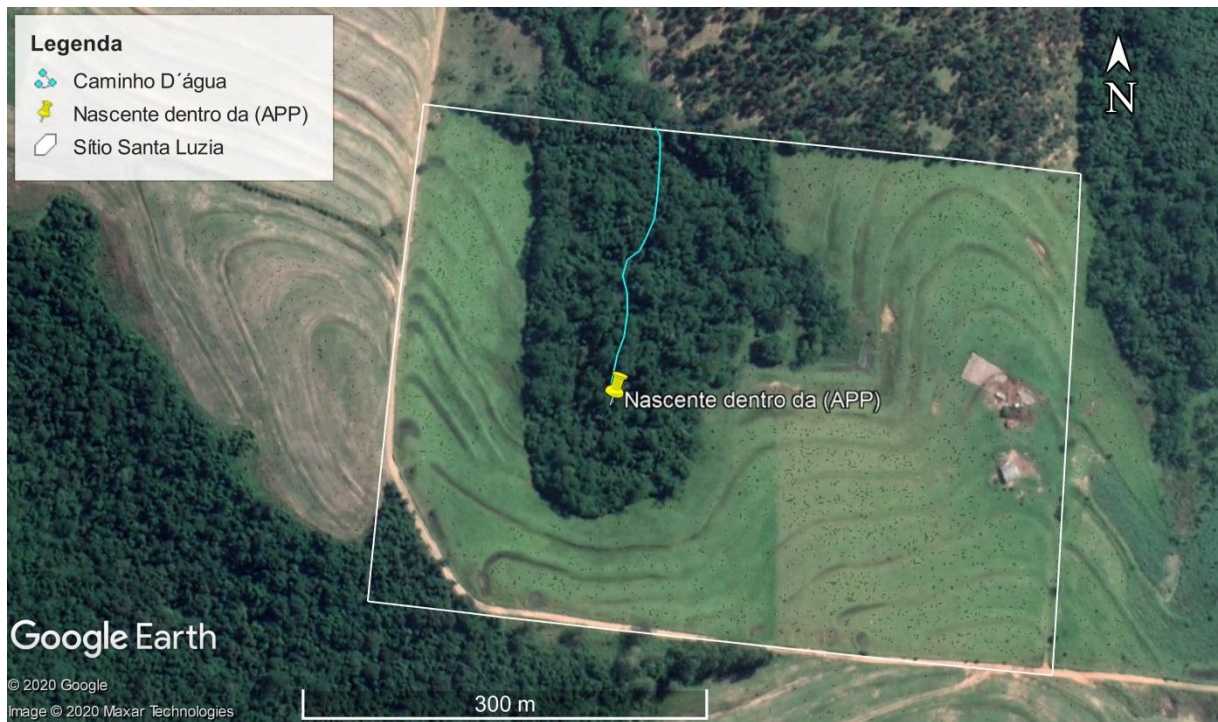
Fonte: Autoria própria.

O imóvel possui área total de 193.600,00 m², sendo que esse total se subdivide em: 22.343,00 m² de Área de Preservação Permanente (APP); 29.533,00 m² de Reserva Legal (RL) e 141.724,00 m² de Área Consolidada. E em relação à posição do manancial em estudo, esse se encontra dentro da APP da propriedade rural.

5.2 Diagnóstico do entorno do manancial

A nascente d'água está posicionada dentro da Área de Preservação Permanente (Figura 2) determinada pela Lei N° 12.651, de 25 de Maio de 2012, como área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Figura 2 - Localização da nascente e seu entorno (APP).



Fonte: GoogleMaps, 2020.

Ainda sobre a lei anteriormente citada, a mesma delimita como área consolidada do imóvel rural a ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, com edificações, benfeitorias ou atividades agrossilvipastoris. Levando em conta que a área consolidada da propriedade rural em estudo está sendo utilizada para práticas da pecuária e com um histórico de alguns anos atrás essa mesma área ser utilizada para agricultura, se dá a necessidade do levantamento técnico da qualidade da água deste manancial provinda dessas atividades efetuadas no entorno da APP.

Tais práticas agropecuárias podem ser prejudiciais à qualidade da água do manancial, assim foram delimitados para análises físico-químicas e microbiológicas, fatores com potencial de interferir tal qualidade, sendo esses, a prática da bovinocultura sendo realizada no

momento, a prática da agricultura que foi realizada alguns anos atrás e o tipo de sistema de captação da água do manancial que está sendo utilizado no momento.

5.3 Coletas e análises de qualidade da água

Para determinação dos parâmetros: temperatura, cor, turbidez, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, sólidos totais, fixos e voláteis, sólidos dissolvidos, nitrato, coliformes totais, coliformes termotolerantes (*E. coli*), alcalinidade e fósforo, na água do manancial em estudo, foram realizadas duas coletas, sendo essas divididas, uma no período de seca no mês de Abril de 2020 (Figura 3) e uma no período chuvoso no mês de Maio de 2020 (Figura 4).

Figura 3 - Coleta período de seca (Abril de 2020).



Fonte: Autoria própria.

Figura 4 - Coleta período chuvoso (Maio de 2020).



Fonte: Autoria própria.

Seguindo a metodologia do Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde, as amostras para determinação das análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro transparente, boca larga, com tampa, bem ajustada, capacidade de 100 mL, previamente esterilizados (FUNASA, 2013).

Os parâmetros analisados nesta pesquisa são listados a seguir e foram determinados conforme metodologias de APHA, WEF, AWWA (2012).

- **Sólidos totais, fixos e voláteis:** Para determinar sólidos totais foi necessário adicionar 100 mL de amostra em uma cápsula de porcelana que já tenha passado por 1 hora na estufa a 550°C e já tenha sido efetuado a medida (P1) na balança analítica, após isso foi levada a cápsula com amostra para estufa á 103-105°C até completar a secagem, e então efetuou novamente a medida do peso da cápsula, agora com amostra seca (P2), para determinação dos sólidos totais através da Equação 1.

$$\text{Sólidos Totais mg/L} = \frac{P2 - P1}{\text{Volume da amostra}} \quad (1)$$

Em continuação do processo, para determinar os sólidos fixos e voláteis, foi necessário após a cápsula sair da estufa a 103-105°C, colocar na mufla pré-aquecida em 400°C e elevar até 550°C, e então após esse processo levar a amostra até um dessecador esperar resfriar e realizar novamente a media (P3) na balança analítica, e por fim realizar o cálculo de sólidos voláteis Equação 2, e sólidos fixos Equação 3.

$$\text{Sólidos Voláteis mg/L} = \frac{P2 - P3}{\text{Volume da amostra}} \quad (2)$$

$$\text{Sólidos Fixos mg/L} = \text{Sólidos Totais} - \text{Sólidos Voláteis} \quad (3)$$

- **Sólidos Dissolvidos:** Para determinação desse parâmetro foi necessário calcinar uma membrana de fibra de vidro com poros de 1,2 µm umedecida, dentro de uma cápsula de porcelana de 80 mL, na mufla a 550 °C por 15 minutos, e então após resfriar e foi possível anotar o peso (P4), com isso finalizado, a membrana foi colocada em um sistema de filtração por vácuo, e realizado um processo de filtração de 100mL de amostra, feito isso, a membrana foi levada até a estufa a 103-105°C por 2 horas, e então retirada e resfriada no dessecador, após isso foi efetuada a medida do peso (P5)

na balança analítica, tendo então os dados anotados é então realizando o cálculo como mostra a Equação 4.

$$\text{Sólidos Dissolvidos mg/L} = \frac{P5 - P4}{\text{Volume da amostra}} \quad (4)$$

- **Condutividade Elétrica:** A condutividade elétrica é expressa em S/cm para amostra de água, e foi realizada pelo método condutivimétrico, que se baseia na medição da resistência da amostra e dado em condutância específica a 20 ou 25 °C. Nesta pesquisa foi utilizado o condutivímetro de bancada para determinação desse parâmetro.
- **Cor:** É medida em mgPt-Co/L (Unidades Platina Cobalto) ou Unidade Hazen (uH). Para determinação da mesma, nesta pesquisa foi utilizado o colorímetro de bancada. Para utilização de tal equipamento se faz necessário realizar uma leitura de calibração denominada (Branco), na qual se insere nesse equipamento uma cubeta com água destilada (Branco), e efetua o processo de zerar o equipamento, após esse procedimento substitui-se a cubeta (Branco) pela cubeta com amostra e efetua-se a medição da cor.
- **Turbidez:** É medida em UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez), e foi efetuada através do equipamento turbidímetro, que segue os seguintes passos de análises: primeiro zerar o equipamento, depois encher a cubeta com amostra até 15 mL, após isso, lavar a cubeta e secar com papel absorvente macio para retirar gotas de água e impressões digitais, então colocar a cubeta no aparelho fechar a tampa e efetuar a medida.
- **pH:** Potencial hidrogeniônico, é uma grandeza que varia de 0 a 14 e indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa, sendo pH < 7,0 considerado ácido, pH = 7,0 considerado neutro e pH > 7,0 que indica alcalinidade. Para determinar o pH nesta pesquisa foi utilizado o pHmetro de bancada.
- **Oxigênio Dissolvido (OD):** É o indicador da concentração de oxigênio dissolvido na água em mg/L. O oxigênio é um gás pouco solúvel em água e a sua solubilidade depende da pressão (altitude), temperatura e sais dissolvidos. Para determinar a quantidade de (OD) foi necessário seguir três etapas. Primeiro coletar a amostra, segundo adicionar gotas de sulfato manganoso, solução azida de potássio alcalina e ácido sulfúrico, e como terceira etapa titular a amostra com tiosulfato de sódio, e então

foi possível fazer a interpretação da concentração e porcentagem de saturação de oxigênio.

- **Nitrato:** Para realizar a quantificação de nitrato na água foi utilizado o método do ácido fenoldissulfônico, em que o nitrato reage com o ácido fenoldissulfônico para produzir nitro derivados, que em meio alcalino, forma um composto corado amarelo. Para tanto, utilizou-se o kit de teste Spectroquant® - Merck, com faixa de detecção de 0,3 a 30 mg/L de NO_3^- . A leitura foi realizada em espectrofotômetro UV-Vis a 480 nm.
- **Coliformes Totais e Termotolerantes:** A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo. Essas bactérias são capazes de se desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído, e que podem apresentar atividade da enzima β – galactosidase, sendo considerado um indicador de coliformes totais. Já os coliformes termotolerantes são um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal, sendo então um validador de contaminação de águas naturais. Nesse trabalho, para a determinação da presença de coliformes totais e termotolerantes (*E. coli*), utilizou-se o COLItest®, que é um substrato cromogênico e fluorogênico para detecção simultânea dos dois grupos, onde possui em sua formulação substâncias, nutrientes MUG e inibidores que, devidamente balanceados, inibem o crescimento de bactérias Gram-positivas, favorecem o crescimento de bactérias do grupo Coliformes e facilitam a identificação de *E.coli* através da fluorescência.
- **Alcalinidade:** A alcalinidade refere-se à capacidade que a água tem de neutralizar ácidos. Em amostras de água é determinada por volumetria e expressa em mgCaCO_3/L . A técnica utilizada nesta pesquisa, foi, adicionar 100 mL da amostra em um béquer juntamente acoplado com eletrodo do pHmetro, para efetuar a medida do pH constantemente nesse processo, então encher uma bureta de 50mL com H_2SO_4 0,02 N e iniciar uma titulação vagarosamente até o pH atingir 4,5 e anotar o volume (V1) de H_2SO_4 gastos no processo, com tudo finalizado foi possível realizar o cálculo de alcalinidade total, como mostra a Equação 5.

$$\text{Alcalinidade total mgCaCO}_3/\text{L} = \frac{N_{\text{H}_2\text{SO}_4} * V_{1\text{H}_2\text{SO}_4} * 50000}{\text{Volume da amostra}} \quad (5)$$

- **Fósforo:** A determinação de fósforo em águas é essencialmente feita através de espectrofotometria UV - Visível. Os íons ortofosfatos se combinam com um reagente combinado (solução de ácido ascórbico, molibdato de amônio e tartarato de antimônio e potássio) formando um complexo azul que obedece a Lei de Beer-Lambert, quando as amostras são analisadas em espectrofotômetro a 700 nm. As curvas de calibração podem ser construídas empregando-se diluições de solução padrão de fosfato de sódio. Nesta pesquisa foi utilizada a metodologia colorimétrica de ponto final, simples, rápida e direta para dosagem do fósforo, a solubilização em meio alcalino elimina a interferência das proteínas e acelera a formação da cor, para isso foi necessário um Espectrofotômetro de leitura entre 640 e 700 nm, pipetas, tubos e um cronômetro.
- **Temperatura:** É a medida da intensidade de calor expresso em Grau Celsius (°C), tendo como mecanismo de análise um termômetro, que em campo foi posicionado dentro da nascente, mantendo estático por alguns minutos e então efetuando a leitura de temperatura.

Para análise dos parâmetros anteriormente citados a primeira amostra coletada analisada em laboratório terceirizado, sendo realizada pelo Laboratório de Análises Ambientais e Agronômicas AcquaSollus, de Campo Mourão (PR), tendo como número de análise AM 200006550000 para o laudo técnico de ensaio microbiológico e AF 200006550000 para o laudo técnico de ensaios físico-químicos, referente a análise da amostra do período de seca no mês de Abril de 2020.

Para análise dos parâmetros da segunda amostra, referente ao período chuvoso de Maio de 2020, essa por sua vez foi realizada no Laboratório de Solos (F003) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Câmpus Campo Mourão (PR).

5.4 Análise dos resultados

A pesquisa teve como base para comparação dos resultados, os padrões de potabilidade da Portaria de Consolidação Nº 05 de 28 de Setembro de 2017, (BRASIL, 2017).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, podem ser observados os resultados de cada parâmetro avaliado das análises laboratoriais feitas no período de seca e no período chuvoso do manancial em questão.

Tabela 1 - Resultados das análises.

Parâmetros	Unidade	(VMP ¹)	Período de seca	Período chuvoso
Temperatura	°C	-	20	18
Condutividade	µS/cm	-	46,9	44,2
Cor aparente	uH	15	< 1	< 1
Turbidez	UNT	5	1,2	0,04
pH	-	6,0–9,5	4,96	5,43
Oxigênio Dissolvido	mgO ₂ /L	-	8	NA ²
Sólidos Fixos	mg/L	-	< 1	< 1
Sólidos Voláteis	mg/L	-	< 1	< 1
Sólidos Dissolvidos	mg/L	1000	48	60
Nitratos	mg N – NO ₃ /L	10	2,4	7,6
Alcalinidade Total	mg CaCO ₃ /L	-	5	NA ²
Fósforo Total	mg P/L	-	< 0,05	NA ²
Coliformes Totais	UFC/100ml	Ausência	Presença	Presença
Coliformes Termotolerantes	UFC/100ml	Ausência	Presença	Presença

Fonte: Autoria própria.

¹VMP = Valores máximos permitidos pela Portaria de Consolidação N°5/2017.

²NA = Não analisado.

É possível notar que em nenhuma das amostras verificou-se alteração no parâmetro cor aparente, e este se apresenta com valor < 1 (Tabela 1), sendo inferior ao valor máximo permitido, de 15 uH, da Unidade Hazen na escala mgPt-Co/L, segundo a Portaria de Consolidação N° 5/2017, estando em conformidade para águas de consumo humano.

O parâmetro do nível de turbidez se apresentou satisfatório uma vez que ambas as amostras se mantiveram abaixo do valor máximo permitido de 15 UNT segundo a Portaria de Consolidação N° 5/2017, sendo 1,20 UNT para amostra do período de seca e 0,04 UNT para amostra do período chuvoso (Tabela 1), o que garante a qualidade da água. Parâmetro esse que se refere a presença de material sólido em suspensão, de origem orgânica e inorgânica, que pode causar um aspecto estético indesejável na água (ROCHA, 2006).

No que se refere ao parâmetro de pH, a amostra do período de seca apresentou o valor de pH 4,96 e do período chuvoso pH 5,43 (Tabela 1), ambas apresentando-se abaixo da faixa

recomendada pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, indicando a necessidade de tratamento da água do manancial. Para explicar os valores baixos de pH na água do manancial foi realizada a análise do pH do solo do local, que por sua vez se mostrou um solo ácido com pH 5,82 determinando então que o contato da água do manancial com o próprio solo em questão pode fazer com que o pH se mantenha abaixo dos limites determinados pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, o mesmo foi observado por Vanzela. (2010) onde os mananciais em áreas rurais tiveram uma tendência de redução nos valores de pH, fator esse que foi determinado sendo proveniente da oxidação da matéria orgânica pelos microrganismos aeróbicos e liberação de gás carbônico em água, ocorrendo então um aumento na concentração de ácido carbônico, resultando em redução nos valores de pH da água.

Em relação ao parâmetro sólidos dissolvidos, esse apresentou valores relativamente baixos comparado com o valor máximo permitido de 1000 mg/L determinado pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, A amostra do período de seca registrou 48 mg/L e do período chuvoso 60 mg/L (Tabela 1), sendo valores aceitáveis para água de consumo humano.

Referente ao parâmetro da concentração de nitrato, é possível notar que ambas as amostras ficaram abaixo do valor máximo permitido de 10 mgN-NO₃/L determinado pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, sendo amostra no período de seca 2,4 mgN-NO₃/L e no período chuvoso 7,6 mgN-NO₃/L (Tabela 1), onde é possível notar que no período chuvoso teve um aumento de nitrato na água considerável quando comparado com o período de seca, Esse fator pode ser explicado devido as particularidade do solo arenoso do manancial em questão, onde a intensidade do processo de contaminação, depende principalmente das quantidades de nitrato presentes ou adicionados ao solo, da permeabilidade do solo e das condições climáticas (pluviosidade), a probabilidade de lixiviação de nitrato é, em geral, maior quando a permeabilidade do solo é alta, e a textura do solo arenosa, favorece a infiltração, tornando a área mais vulnerável à contaminação da água subterrânea (RESENDE, 2002).

Os parâmetros microbiológicos avaliados para determinar se a água é própria para o consumo humano foram os referentes às bactérias do grupo coliforme, tomando como padrão a presença ou ausência, onde os indicadores analisados foram os coliformes totais que se refere a bactérias Gram negativas que podem ser encontradas no solo, e em matéria vegetal em decomposição, e os coliformes termotolerantes (*E. coli*), que é de grande relevância, pois é um indicador de contaminação fecal, Sendo assim, levando em conta os dados do Tabela 1, nota-se que ambas as análises das amostras detectaram a presença de bactérias do grupo coliforme, resultado esse que vai contra a recomendação da Portaria de Consolidação Nº

5/2017, onde a mesma afirma que para água ser considerada para consumo humano, essa deve ter ausência de coliformes em 100 mL de amostra.

Considerando-se o parâmetro de condutividade elétrica, que é um indicador da presença de sais minerais nas águas, e quando é igual ou maior que 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, as águas passam a ficar salobras ou podem estar poluídas (CHAPMAN, 1996), é possível notar que a análise da amostra período de seca se apresentou com 46,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e do período chuvoso 44,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tabela 1), estando bem abaixo de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Referente ao parâmetro alcalinidade total, na qual é representada pela presença de bicarbonatos produzidos pela ação do gás carbônico dissolvido na água sobre as rochas calcárias, na qual a maioria das águas naturais apresentam valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg CaCO_3/L (COELHO, 2017), os resultados de alcalinidade da água do manancial, na amostra do período de seca foi de 5 mg CaCO_3/L , sendo abaixo da faixa citada anteriormente, e referente a amostra do período chuvoso deste parâmetro em questão, não foi possível ser analisada.

No que se refere aos parâmetros oxigênio dissolvido e fósforo total, foi realizado a análise apenas no período de seca, apresentado valor igual a 8 mg O_2/L para oxigênio dissolvido e valor $< 0,05$ mg P/L de fósforo total (Tabela 1), respectivamente. Esses resultados apresentaram-se satisfatórios uma vez comparados com o Art. 14 da Resolução CONAMA Nº 357/2005, na qual define que águas doces de Classe 1, em qualquer amostra deverá ter concentração de oxigênio dissolvido superior à 6 mg O_2/L , e concentração de fósforo total menor que 0,1 mg P/L.

Quando analisados os parâmetros sólidos fixos e sólidos voláteis, esses, tanto no período de seca quanto no período chuvoso se mostraram com certa homogeneidade, não tendo variações nestas análises, se mantendo ambas < 1 mg/L (Tabela 1).

No parâmetro temperatura, foi registrado na água do manancial um valor de 20 °C para o período de seca e 18 °C no período chuvoso (Tabela 1), temperaturas que podem ser reflexo do sombreamento proporcionado pela área de preservação permanente que se encontra no entorno do manancial, isso também pode ser observado nos resultados de Donadio, Galbiatti e Paula (2005), onde ocorreu condições semelhantes.

Embora a Portaria de Consolidação Nº 5/2017 não faça referência aos parâmetros de condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, sólidos fixos, sólidos voláteis, alcalinidade total e fósforo total, esses parâmetros podem indicar contaminações por esgotos domésticos, efluentes agropecuários, e outros, necessitando de medidas mitigadoras de impacto nesses ambientes (FRANCO, 2009).

6.1 Problemas de potabilidade e fontes de contaminação

Levando em conta os dados obtidos (Tabela 1) e comparando-os com a Portaria de Consolidação N°5/2017 é possível afirmar que a água do manancial está imprópria para o consumo humano nas condições estabelecidas no momento, onde se destaca a presença de coliformes termotolerantes (*E. coli*), indicando a contaminação fecal da água. Essa contaminação indicada na fonte da água mostra a importância de intervenções adicionais na melhoria da estrutura do sistema de captação da água, e medidas de desinfecção.

A presença de micro-organismos do grupo coliformes na água de consumo indica a possibilidade de micro-organismos patogênicos estarem presentes nessa água, que pode desempenhar um papel intermediário na transmissão de patógenos responsáveis por diversas doenças em humanos (SCAPIN, 2012).

Em relação aos resultados obtidos, é possível notar que a água do manancial em estudo está sendo contaminada, mais por micro-organismos, do que por substâncias físico-químicas advindas das atividades agrícolas, isso pode ser explicado devido ao manancial e a captação da água estarem posicionados dentro da área de preservação permanente, que pode estar fazendo o papel de proteção para que essas substâncias não aumentem a contaminação do manancial.

Mesmo alguns dos parâmetros físico-químicos estando dentro dos limites aceitáveis pela Portaria de Consolidação N°5/2017, é importante levar em consideração que a redução do uso de agroquímicos é uma prática essencial para reduzir os problemas de poluição da água. É preciso manter a atenção para resgatar o uso de tecnologias menos intensivas no uso dos agroquímicos e mais intensivas no uso do conhecimento agrônômico, e da compreensão das interações dos ecossistemas agrícolas (MINELLA, 2002).

Em geral, os resultados demonstram que a água do manancial está enfrentando problemas de contaminação, da qual pode ser atribuída a fatores como a falta de saneamento, a inadequada disposição de resíduos humanos, animais e domésticos e a falta de proteção adequada da nascente, como observado nas proximidades da nascente.

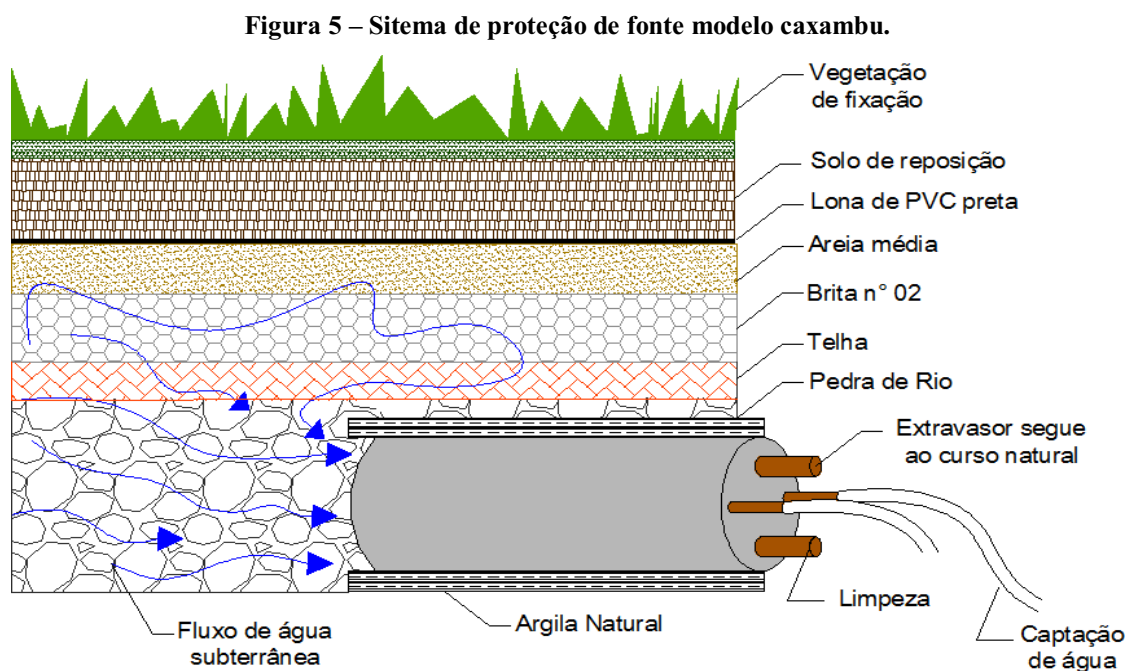
6.2 Medidas corretivas e preventivas

A nascente possui proteção lateral em caixa de alvenaria, entretanto, não possui cobertura adequada, expondo a água às fezes de animais (pássaros, sapos, entre outros), e até

à entrada desses animais dentro da própria nascente. Esse problema pode ser resolvido com ações corretivas e preventivas para melhorar a qualidade da água.

Os dados demonstram a importância e urgência de se implantar um eficiente sistema de proteção do manancial e tratamento básico de água, sendo de baixo custo e acessível à população rural.

Um dos modelos de sistema de proteção de mananciais eficiente e de baixo custo que pode ser eficaz na propriedade rural em questão, é o modelo caxambu, que consiste em um tubo de concreto de 200 mm de diâmetro, servido de reservatório interno contendo quatro saídas, duas constituídas de dois tubos de PVC de 25 mm com 30 cm de comprimento, para acesso e condução da água pré-filtrada e, outras duas formadas por tubos de PVC de 40 mm de diâmetro com 30 cm de comprimento, sendo um para limpeza do reservatório interno e outro como extravasor do efluente excedente, o sistema apresenta uma forma de reservatório interna (Figura 5), onde a água subterrânea adentra-se e, ao mesmo tempo é pré-filtrada para, então, ser captada ou seguir seu fluxo natural afluente para um curso d'água (CARNEIRO, 2016).

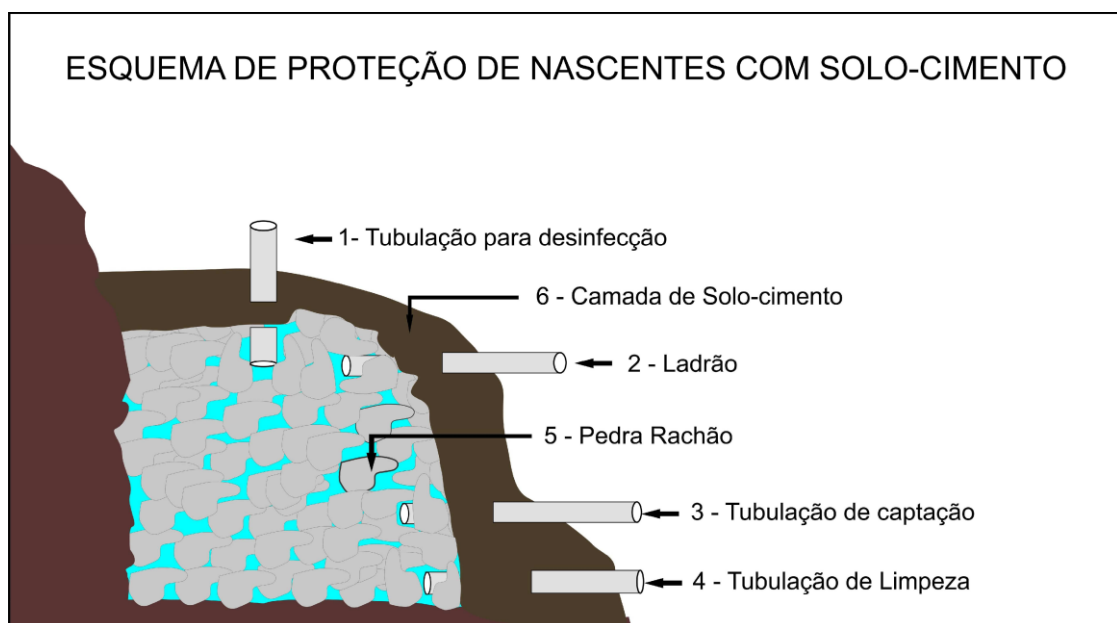


Outro modelo de sistema de proteção de manancial que pode ser usado como proteção da nascente em questão, é o modelo que utiliza técnica de solo-cimento, no qual é uma prática já bastante difundida no meio rural, sendo utilizada para os mais distintos fins. Na proteção de nascentes, especificamente, tem apresentado resultados excelentes, melhorando

significativamente a qualidade da água de consumo humano e dessedentação de animais, a um baixo custo (ALEMÃO, 2015).

O método que utiliza a técnica de solo-cimento como proteção de manancial, consiste em limpar o entorno da nascente manualmente, colocando-se pedras e, em seguida, instalando-se tubulações. A nascente é vedada com uma mistura feita de solo, cimento e água (Figura 6). As pedras têm a função de filtrar a água e as tubulações, de diferentes espessuras, servem para permitir o escoamento (SOUZA, MEZZOMO e GONÇALVES, 2020).

Figura 6 - Técnica solo-cimento para proteção de nascentes.



Fonte: Crispim et al. (2012).

E no que se refere ao processo de desinfecção da água, atualmente existe diversos tipos de desinfetantes relacionados ao tratamento da água, entre eles, principalmente, destacam-se o cloro, utilizado em diversas formas, o ozônio e a radiação ultravioleta (UV), este último (radiação UV) passou a ser estudado com intenção de disponibilizar um processo tecnológico eficaz para o tratamento de água para abastecimento humano que dispensa-se agentes químicos e que fosse possível sua utilização em locais sem infra estrutura adequada (BERTHOLINI, 2011).

Uma das soluções de baixo custo simples, eficaz e ecologicamente sustentável, para desinfecção da água no manancial em estudo, seria a metodologia de desinfecção solar da água (SODIS), onde essa faz uso de dois elementos da radiação: a radiação UVA, responsável pela modificação do DNA dos microrganismos e a radiação infravermelha que proporciona a elevação da temperatura da água, considerando-se que os microrganismos são sensíveis ao

aquecimento. Esse processo está relacionado em preencher completamente garrafas plásticas transparentes higienizadas do tipo PET (tereftalato de polietileno) com capacidade máxima para até dois litros (os resultados com recipientes de maior conteúdo não são satisfatórios), com água de turbidez inferior a 30 UNT, em dias com exposição plena de sol, as garrafas devem ser expostas ao sol, no sentido horizontal, durante seis horas ininterruptas, sempre no intervalo de maior pico de insolação (09h00min e 16h00min), em dias com exposição solar parcial, em função do encobrimento por nuvens, este prazo dilata-se para dois dias consecutivos (Figura 6), tornando assim inativa na água a presença de bactérias como: *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Streptococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella flexneri*, *Salmonella typhi*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella paratyphi* (SCHERTENLEIB, 2002).

Figura 7 - Metodologia de desinfecção solar da água (SODIS).



Fonte: Adaptado Bertholini. (2011).

Ações para recuperar e preservar o manancial em questão são de extrema importância para manter o padrão de qualidade da água e garantir que as pessoas que utilizam daquele manancial consumam uma água potável.

Para que isso ocorra é necessário um maior esforço do proprietário da área em que se encontra o manancial e dos órgãos governamentais, de forma a auxiliar no sentido de preservação dos sistemas alternativos de captação da água, além de mostrar técnicas simples e de baixo custo para o tratamento descentralizado de água, garantindo assim que a população rural seja atendida por serviços de saneamento básico, tendo então essas pessoas uma melhor qualidade de vida.

7 CONCLUSÃO

A água do manancial que está localizada dentro do “Sítio Santa Luzia” da comunidade rural São Benedito, do município de Campo Mourão (PR), representa risco à saúde das pessoas que a utilizam para consumo diário, devido à água se apresentar fora dos padrões de potabilidade determinados pela Portaria de Consolidação N°5/2017, indicando contaminação fecal, uma vez que não possui nenhum sistema de tratamento ou desinfecção.

Além disso, o desconhecimento da população sobre a qualidade microbiológica da água indica a necessidade de ações de educação ambiental e sanitária, para que essas pessoas possam prevenir, e minimizar os riscos de doenças provindas de veiculação hídrica.

A indicação de contaminantes encontrados nas amostras de água deixa clara a importância dessa pesquisa na avaliação dos riscos à saúde das pessoas que utilizam desse manancial para consumo diário, pesquisa essa que foi possível com o auxílio financeiro da UTFPR e colaboração da 11ª Regional de Saúde, sediada no município de Campo Mourão, que por sua vez se colocou à disposição com informações sobre coleta e análise das amostras de água.

REFERÊNCIAS

- ALEMÃO, A. B. D. C. **Proteção de nascentes à base de solo-cimento**. 1. ed. Curitiba: Instituto Emater, 2015.
- AMARAL, L. A. D. Água de consumo humano com fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Saúde Pública**, São Paulo, n. 4, p. 510-514, abr 2003.
- APHA, E. W. R.; WEF, R. B. B.; AWWA, A. D. E. **Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater**. 22. ed. Washington: American Public Health Association, 2012.
- BAGGIO, A. J. **Recuperação e proteção de nascentes em propriedades rurais de Machadinho,RS**. Embrapa. Brasília, p. 25. 2013.
- BARRETO, S. R. **Nascentes do Brasil Estratégias para a Proteção de Cabeceiras em Bacias Hidrográficas**. 1. ed. São Paulo: imprensaoficial, v. 1, 2007.
- BERTHOLINI, T. M. **Desinfecção de água para consumo humano através do método sódis: Estudo de caso em localidade rural do município de Cuiabá MT**. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Cuiabá, p. 5. 2011.
- BERTONCINI, E. I. Tratamento de Efluentes e Reúso da Água no Meio Agrícola. **Tecnologia & Inovação Agropecuária**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 152-169, junh 2008.
- BRAGA, R. A. P. As Nascentes como Fonte de Abastecimento de Populações Rurais Difusas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 1, n. 5, p. 974-985, dez 2011. ISSN 1984-2295.
- BRASIL. Resolução Nº 357, de 17 de Março de 2005. **Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento**, Brasília,DF, mar 2005.
- BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. **Proteção da Vegetação Nativa**, Brasília,DF, mai 2012.
- BRASIL. Portaria de Consolidação Nº 5/2017. **Anexo XX Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**, Brasília, 11 dez 2017.
- CALHEIROS, R. D. O. **Mata Ciliar Preservação e recuperação das nascentes de água e vida**. Secretaria do Meio Ambiente Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 36. 2009.
- CAPP, N. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). **Geografia Ensino & Pesquisa**, Mato Grosso do Sul, v. 16, n. 3, p. 77-91, Dezembro 2012. ISSN 2236-4994.
- CARNEIRO, C. G. **Desenvolvimento de um sistema alternativo para o tratamento de água oriunda de nascente em propriedades rurais**. 27º Encontro Técnico AESABESP. São Paulo: 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/313508475>. Acesso em 20 nov. 2020

CESA, M. D. V. A qualidade do ambiente e as doenças de veiculação hídrica. **Geosul**, Florianópolis, v. 25, n. 49, p. 63-78, jan 2010.

CHAPMAN, D. **Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring - Second Edition**. 2. ed. London: F & FN Spon, v. I, 1996.

COELHO, S. C. Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil. **Ambiente & Água**, São Luís, v. 12, n. 1, p. 156-167, fev 2017. ISSN 1980-993X.

COSTA, M. C. R. D. Contextualização do uso racional da água pelas escolas públicas de Limoeiro do Norte (Ceará – Brasil): Experiência formativa na Extensão Universitária. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Limoeiro, v. 8, n. 1, p. 30-42, jan 2020. ISSN 2595-4431.

CRISPIM, J. D. Q. Conservação e proteção de nascentes por meio do solo cimento em pequenas propriedades agrícolas na bacia hidrográfica rio do campo no município de campo mourão - PR. **Revista Geonorte**, Campo Mourão, v. 3, n. 4, p. 781-790, dez 2012.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, ; PAULA, R. C. D. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 115-125, abr 2005.

FOSTER, S. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas**. 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 1993.

FRANCO, R. A. M. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 772-780, mar 2009.

FUNASA - O desafio de universalizar o Saneamento Rural. **Fundação Nacional de Saúde**, n. 10, p. 9-12, dez 2011.

FUNASA - **Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2013.

GEBLER, L. Dispersão de Poluentes e seu Monitoramento na Agropecuária. **Embrapa Meio Ambiente**, p. 107-166, 2007.

KATZ, G. L. **Proteção de Nascentes para o abastecimento de água para as famílias rurais**. Emater/RS-Ascar. Porto Alegre. 2018.

LEITÃO, V. K. **Qualidade da Água para Consumo Humano**. 1. ed. Brasília: MS, 2005.

MERTEN, G. H. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, out 2002.

MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, dez 2002. ISSN 1519-1060.

PINTO, L. V. A. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 3, p. 495-505, set 2012.

WATKINS, K. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2006 A água para lá da escassez poder, pobreza e a crise mundial da água**. New York: Communications Development, 2006.

REBOUÇAS, A. D. C. Água e desenvolvimento rural. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 15, p. 327-344, set 2001. ISSN 1806-9592.

REBOUÇAS, A. D. C. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006.

RESENDE, A. V. D. Agricultura e Qualidade da Água: Contaminação da Água por Nitrato. **Embrapa Cerrados**, v. 2, n. 57, p. 29, dez 2002. ISSN 1517-5111.

RESENDE, A. V. D. Agricultura e Qualidade da Água: Contaminação da Água pro Nitrato. **Embrapa**, Planaltina, v. 57, n. 2, p. 9-29, dez 2002. ISSN 1517-5111.

ROCHA, C. M. B. M. D. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, set 2006.

SCAPIN, D. Qualidade microbiológica da água utilizada para consumo humano na região do extremo oeste de Santa Catarina, Brasil. **Instituto Adolfo Lutz**, São Miguel do Oeste, v. 71, n. 3, p. 593-600, dez 2012. ISSN 0073-9855.

SCHERTENLEIB, R. **Desinfecção solar da água Guia de aplicação do SODIS**. Instituto Federal Suíço de Ciência e Tecnologia Aquática e Departamento de água e saneamento para países em desenvolvimento. Londres, p. 88. 2002.

SILVA, R. D. C. A. D. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, Santana, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

SOUZA, M. G. ; MEZZOMO, M. D. M.; GONÇALVES, M. S. **Nascentes: Riscos e Impactos**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2020. 26p.

STEFFEN, G. P. K. Contaminação do Solo e da Água Pelo uso de Agrotóxicos. **Tecnológica**, Santa Cruz so Sul, v. 15, n. 1, p. 15-21, junh 2011.

TELLES, D. A. **Água na agricultura e pecuária**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, v. 1, 2006.

VANZELA, L. S. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Marinópolis, v. 14, n. 1, p. 55-64, jan 2010. ISSN 1807-1929.