

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)**

ANA PAULA MARTINS DAMIANI

**QUALIDADE DA ÁGUA EM PROPRIEDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SANTA
ROSA DO SUL, SANTA CATARINA**

**CRICIÚMA, SC
2017**

ANA PAULA MARTINS DAMIANI

**QUALIDADE DA ÁGUA EM PROPRIEDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SANTA
ROSA DO SUL, SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do grau de Bacharel no Curso de Ciências
Biológicas da Universidade do Extremo Sul
Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof. MSc. Nadja Zim Alexandre

**CRICIÚMA, SC
2017**

ANA PAULA MARTINS DAMIANI

QUALIDADE DA ÁGUA EM PROPRIEDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SANTA ROSA DO SUL, SANTA CATARINA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de Bacharel no Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof. Msc. Nadja Zim Alexandre

Criciúma, 23 de novembro de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a MSc. Nadja Zim Alexandre (UNESC) – Orientadora

Dra. Geovana Savi (IPARQUE/UNESC)

MSc. Gustavo Simão (IPARQUE/UNESC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por sua bondade e por sempre iluminar meu caminho e guiar meus passos.

Aos meus pais e meu irmão, por sempre estarem ao meu lado e entender diversas vezes minha ausência durante este período. À toda minha família, sou muito grata por ter nascido em duas famílias maravilhosas, Martins e Damiani, as quais eu tenho muito orgulho. Ainda em família, agradecer minha prima e madrinha Adriani, por desde cedo me incentivar ao estudo e por ser minha inspiração como bióloga, mesmo que em áreas opostas.

À minha orientadora, Prof^a Msc. Nadja Zim Alexandre, por sua disponibilidade (ela tem vida dupla/tripla, e ainda assim é totalmente dedicada em tudo que faz) e conhecimento para a execução deste trabalho. Muito obrigada, você é admirável.

À Epagri, pelas portas abertas e conhecimento adquirido nestes anos, por me incentivar na realização deste trabalho. Em especial à Elaine Rosoni, minha companheira e “mãe” de todos os dias, que até nos momentos de estresses está junto comigo, literalmente.

Ao LADEBIMA e ao professor Elídio Angioletto, por disponibilizar o laboratório e materiais para as análises, e em especial à Geovana Savi, por estar sempre disposta a ajudar e por todo conhecimento passado.

À SAMAE de Balneário Gaivota, por disponibilizar os reagentes para análises físico-químicos, e à SAMAE de Sombrio, por abrir as portas do laboratório para realização das análises.

Aos agricultores das comunidades de Bela Vista e Peroba, por se interessarem pelo meu trabalho, e disponibilizar a água de suas propriedades para a realização do mesmo.

Aos meus amigos companheiros dos 140 km diários, Janini, Alexandre e Diego por tornarem menos cansativas e divertidas as viagens e caronas.

E a todos que me apoiaram de diversas formas e que não foram citados aqui, o meu muito obrigada.

RESUMO

O município de Santa Rosa do Sul, no extremo Sul de Santa Catarina tem características predominantemente agrícolas e apresenta pouca disponibilidade de recursos hídricos superficiais. Por este motivo, a maior parte da população do município utiliza-se de fontes de água subterrânea como forma de abastecimento de sua propriedade. Para avaliar a qualidade da água quanto aos parâmetros químicos e microbiológicos consumida por esta parcela da população, foram amostrados dez pontos de captação de água subterrânea em dois contextos geológicos diferentes do município. Os parâmetros químicos analisados foram: pH, ferro, alumínio, enquanto que os microbiológicos foram: coliformes totais, termotolerantes e contagem padrão de bactérias heterotróficas. Quanto ao contexto geológico a comunidade de Bela Vista está sob o domínio de depósitos arenosos e lagunares. Com relevo plano a suavemente ondulado prevalece a captação de água com utilização de ponteiras instaladas a uma profundidade entre 6 e 7 metros. As águas nesta comunidade não apresentaram contaminação microbiológica na maioria das amostras (90%). Apenas 1 das amostras (10%) apresentou coliformes totais, termotolerantes e alta contagem de bactérias heterotróficas. Apresentam-se com caráter levemente ácido, sendo 90% delas com pH abaixo de 6,0 e concentração de alumínio acima do valor máximo recomendado pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde que estabelece condições e limites para a água potável. No outro contexto avaliado na comunidade de Peroba, devido ao relevo acidentado e íngreme, a forma comum de abastecimento de água ocorre por meio das nascentes. Ao contrário das ponteiras, 90% das nascentes avaliadas apresentaram contaminação microbiológica, chamando a atenção para a necessidade desta comunidade adotar práticas conservacionistas para solo e água, incluindo as técnicas de proteção de nascentes. As águas nesta porção do município são mais alcalinas e apresentam em íons de ferro em sua constituição, embora apenas 20% das amostras apresentaram concentração de ferro acima do valor recomendado para consumo. A situação hidrossanitária da água que está sendo consumida pela população em alguns locais onde foram coletadas as amostras apresentaram elevado contaminação físico-química e microbiológica. Desta forma, o tratamento da água, assim como o gerenciamento da sua qualidade seria fundamental para a distribuição de forma segura.

Palavras chaves: Ponteiras. Nascentes. Contaminação microbiológica. Águas subterrâneas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - a) Localização do município de Santa Rosa do Sul; b) Localização das comunidades de Bela Vista e Peroba.	16
Figura 2 - Contexto geológico das ponteiros localizadas na comunidade de Bela Vista.	18
Figura 3 - Contexto geológico das nascentes localizadas na comunidade de Peroba.....	21
Figura 4 - a) Frascos utilizados na coleta para análises microbiológicas. b) Frascos utilizados na coleta para análise físico-químicas.....	23
Figura 5 - Coleta em ponteira (P4) na comunidade de Bela Vista.....	24
Figura 6 - Coleta em nascente (N1) na comunidade de Peroba.	24
Figura 7 – Tubos positivos após incubação no teste presuntivo.	26
Figura 8 – Procedimento para o teste confirmativo	27
Figura 9 – Procedimento de contagem padrão de microrganismo	28
Figura 10 - Análise de pH.....	29
Figura 11 – Análise de ferro: a) amostra; b)espectrofotômetro com a amostra; c) leitura da amostra em 510 nm.	30
Figura 12 – Análise de alumínio: a) amostra com ácido ascórbico; b) solução com Aluminum; c) solução com bleaching; d) solução para determinação do valor; e) leitura da amostra em 522 nm.	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de pH, alumínio, ferro, coliformes totais, coliformes termotolerantes e contagem padrão de bactérias heterotróficas nas 10 amostras de ponteira.	32
Tabela 2 – Tratamento estatístico dos dados de qualidade da água das ponteiros, considerando intervalo de confiança (95%).....	34
Tabela 3 - Valores de pH, alumínio, ferro, coliformes totais, coliformes termotolerantes e contagem padrão de bactérias heterotróficas nas 10 amostras de nascente.	35
Tabela 4 – Tratamento estatístico dos dados de qualidade da água das nascentes, considerando intervalo de confiança (95%).....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 METODOLOGIA	15
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	15
3.2 SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	15
3.2.1 Bela Vista	16
3.2.1.1. Uso do solo e características do entorno das ponteiros	19
3.2.2 Peroba	19
3.3 AMOSTRAGEM E ANÁLISE LABORATORIAL.....	22
3.3.1. Procedimento da coleta	23
3.3.2. Ensaio Microbiológicos	25
3.3.3 Ensaio Químicos	28
3.3.4 Análise Estatística	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	40
ANEXO A – ÍNDICE DE NÚMERO MAIS PROVÁVEL PARA COLIFORMES	44

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável em todas as formas de vida, considerada um recurso insubstituível. A disponibilidade de água tem sido um dos grandes problemas do século XXI, a água salgada na terra corresponde a um valor aproximado de 97,5%, sendo imprópria para o consumo humano, o restante, apenas 2,49% é doce, mas nem toda essa quantidade está disponível para consumo (YAMAGUCHI, 2013). Considerando apenas a água disponível para consumo (menos de 1%), nem sempre esta atende as especificações necessárias para ser considerada potável. A água destinada para consumo humano como veículo de transmissão de enfermidades tem sido frequentemente reconhecida. Muitas epidemias tiveram sua origem na distribuição e abastecimento de águas, e por este motivo deve-se ter uma maior atenção quando o assunto é qualidade. A água quando destinada para consumo precisa atender ao padrão de potabilidade estabelecido pela portaria do Ministério da Saúde e não oferecer riscos à saúde (BRASIL, 2011). Quando os cuidados necessários não são seguidos corretamente, estarão sujeitos a episódios de infecções e em alguns casos, envenenamento, podendo acarretar consequências imprevisíveis (OLIVEIRA, 2008).

A quantidade de água no planeta é invariável e se mantém constante ao longo de milhões de anos devido ao seu ciclo que apenas altera o seu estado físico. No entanto, a sua distribuição varia muito, com regiões que apresentam grande disponibilidade deste recurso e outras com escassez.

O conceito de ciclo hidrológico traz consigo o movimento e transferência de massa de água de um compartimento ou de um estado físico a outro (Catalan e Catalan, 1987). Os autores descrevem que esse movimento de massa está associado a componentes provenientes do intemperismo e lixiviação das rochas e solos, bem como aqueles provenientes da ação humana. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, embora ocorra as denominações de água subterrânea, superficial e atmosférica, a água apenas é uma, em constante mudança. A água da chuva, neve ou granizo de hoje, em algum momento já esteve no subsolo, em icebergs e passando por rios e oceanos. E graças a água estar sempre em movimento, é que ocorrem as chuvas, neves, rios, lagos, oceanos, nuvens e as águas subterrâneas (BRASIL, 2017).

Para Alexandre e Duarte (2005) a água desempenha um papel importante em todos os mecanismos de intemperismo físico e químico, portanto o conhecimento

da composição das rochas é indispensável para o entendimento da composição química das águas naturais.

De acordo com Lisboa (1997), as rochas sedimentares e os solos resultantes de suas mudanças são importantes como fonte imediata de material solúvel para as águas subterrâneas. Nas áreas de cabeceiras as rochas ígneas estão expostas e podem contribuir com solutos para a água, ocorrendo principalmente pela lixiviação da rocha decomposta ou pelo solo de cobertura.

Estes diferentes constituintes se distribuem no sistema hídrico conforme seu tamanho de partícula, podendo ser encontrados na forma solúvel, coloidal ou em suspensão (ALEXANDRE e DUARTE, 2005). As autoras ainda alertam que partículas em suspensão tendem a sedimentar-se, formando os depósitos dos leitos dos rios, ou dependendo das condições, permanecem em suspensão provocando turbidez. O termo soluto é empregado segundo Alexandre (2000) para espécies químicas dissolvidas, onde os nutrientes são incluídos, e não só podem entrar no sistema hídrico através do intemperismo das rochas ou lixiviação dos componentes do solo, como também através de "input" atmosférico e das ações antrópicas na bacia de drenagem.

As ações antrópicas vêm comprometendo a qualidade da água ao longo dos anos devido ao uso inadequado, à poluição e contaminação, causando uma redução do volume de água aproveitável.

Devido à escassez de água que atinge parcela significativa da população mundial, uma alternativa que tem se tornado muito comum, é a utilização de águas subterrâneas. Esta alternativa pode se tornar vantajosa, pois possui baixo custo, quando comparada a outras formas de abastecimento de água, não exige difíceis construções, obtém-se uma maior facilidade de exploração e causa um menor impacto ambiental (STEPHEN, 1988). As águas subterrâneas na maioria das vezes geralmente são menos contaminadas por fatores biológicos e químicos do que os mananciais superficiais, pois não ficam expostas aos diversos agentes poluentes (ECKHARDT et al., 2008).

De acordo com Sant'ana (2008) uma das principais causas de contaminação das águas subterrâneas é o uso de agroquímicos e das fossas sépticas seguidas de sumidouros. Esta alternativa de disposição de esgoto doméstico é amplamente utilizada nas propriedades rurais, segundo Von Sperling (1996).

Para a água subterrânea ser considerada potável, se faz necessário a realização de análises microbiológicas e físico-químicas, com o propósito de averiguar se ela está de acordo com os padrões de potabilidade para consumo humano, determinado nas normas vigentes do país (BRASIL, 2011).

Nascentes, também conhecida como olho d'água ou fontes são locais onde a água subterrânea naturalmente se manifesta, necessitando de uma faixa preservada de vegetação nativa para sua proteção. A Lei nº 4.771/1965 que instituía o Código Florestal, estabelecia como Área de Preservação Ambiental, um raio mínimo 50 metros no entorno das nascentes. O Código atual estabelecido pela Lei 12.651/2012 manteve a mesma área de proteção para as nascentes, desde que estas sejam perenes (BRASIL, 2012).

Porém a realidade é um pouco diferente, e não se dá a devida atenção à essa questão (ANDRADE PINTO, 2012). De acordo com Sant'ana (2008), as nascentes ou fontes se formam a partir do momento que o nível hidrostático não acompanha mais a superfície do terreno, fazendo com que a água comece a fluir na superfície. Necessita-se de consciência para entender que como a fonte é aberta, existe possibilidade de esta ser contaminada com microrganismos patogênicos provindos de fezes, tendo em vista que o local será visitado por diferentes tipos de animais. Por este motivo, é importante que as nascentes sejam protegidas corretamente, não ficando totalmente expostas, correndo riscos de possíveis contaminações.

São múltiplos os fins a que a água pode servir. Dentre estes, o abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, preservação de fauna e flora, recreação e lazer, geração de energia, transporte, agricultura e paisagismo. Cada uso específico terá uma qualidade requerida. No Brasil, os principais usos da água na agricultura e pecuária, são para irrigação de cultivos agrícolas e dessedentação de rebanhos.

A qualidade da água de dessedentação é um ponto muito importante na saúde humana e animal, sendo importante dar preferência na maioria das vezes, a alguns métodos que são possíveis identificar e quantificar as bactérias presentes em águas a serem estudadas (PINTO, 2010).

No geral, os usos da água envolvem as atividades humanas em seu conjunto. Desta forma, a água pode servir para consumo ou para insumo de algum processo produtivo. A água para consumo humano, que é captada de fontes

superficiais e subterrâneas é cada vez mais procurada pelas populações. No entanto, é necessário que seja evitada as fontes de poluição hídrica. As principais fontes podem estar relacionadas com a contaminação por bactérias, uma vez que muitas doenças podem ser transmitidas através da água contaminada.

Os monitoramentos das condições sanitárias das águas são realizados através de análises bacteriológicas do grupo coliformes, que são bons indicadores de contaminação fecal, estes são bactérias consideradas gram-negativas que fermentam a lactose. É comum se analisar a ocorrência de organismos coliformes de origem fecal e também aqueles de origem não fecal, ou seja, fora do intestino de animais de sangue quente. Os organismos de origem fecal, tem mais dificuldade de se multiplicar no meio externo, já os de origem não-fecal, se multiplicam mais facilmente e não indica necessariamente a contaminação da água por fezes de animais de sangue quente (ZULPO, 2006).

Para avaliar o padrão de potabilidade da água é necessário verificar a presença de coliformes totais e termotolerantes, assim como a contagem padrão de bactérias heterotróficas. Coliformes totais são bacilos gram-negativos, aeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora existam outros gêneros e espécies que pertençam ao grupo. Coliformes termotolerantes pertencem ao subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas; tendo como principal representante a *E. coli*, de origem exclusivamente fecal (FUNASA, 2013). Os coliformes podem ser responsáveis por uma variedade de doenças, principalmente infecções intestinais (TORTORA, FUNKE, CASE, 2012). A contagem padrão de bactérias é importante para concluir a densidade de bactérias na amostra, embora a maioria dessas bactérias não seja patogênica, pode representar riscos à saúde, como também deteriorar a qualidade da água, provocando odores e sabores desagradáveis (FUNASA, 2013).

Além destes contaminantes, pode haver a presença de poluentes de origem agrícola (agrotóxicos e fertilizantes) e origem industrial (compostos orgânicos, inorgânicos, metais pesados). Também podem ser encontrados vários elementos minerais devido ao contexto geológico no qual se encontram. Estes podem se

encontrar em maior concentração na água subterrânea, como o ferro, alumínio e a sílica. O ferro é um dos metais mais comuns encontrados na crosta terrestre, perdendo apenas para o alumínio. No ambiente natural, a sua origem está relacionada com depósitos orgânicos, detritos de plantas, onde associa-se com coloides ou húmus, que resulta na cor amarelada da água quando em concentrações mais elevadas e bem oxigenadas. No corpo humano, o ferro age na constituição da hemoglobina (pigmento do glóbulo vermelho que dirige o oxigênio dos pulmões para os tecidos do corpo). Quando insuficiente, o ferro pode levar à anemia, porém, se em excesso, pode aumentar a incidência de problemas cardíacos e diabetes (FEITOSA, 1997). O excesso de ferro também está associado aos radicais livres que atacam diretamente as moléculas celulares, assim, aumentando o número de moléculas carcinogênicas (MAHAN, 2000).

Em relação às normas para água de consumo, quando o alumínio se apresenta em excesso acarreta a degradação da sua qualidade, provocando turvação e depósito nas canalizações (CLETO, 2008). Na ingestão pelo ser humano, quando o indivíduo for saudável, consegue liberar o alumínio sem grandes problemas, porém com indivíduos com insuficiência renal ou alta exposição a este metal, pode acarretar diversos problemas e distúrbios orgânicos (MENDES, 2004). Vários estudos já foram realizados sobre a ligação entre o alumínio presente na água com doenças, como a encefalopatia após tratamento de diálise, doença de Parkinson, esclerose lateral amiotrófica, e em especial, o mal de Alzheimer. Mas ainda não é totalmente compreendido os efeitos tóxicos do alumínio no cérebro, assim, não podendo confirmar os casos e ficando apenas em suspeita (ROSALINO, 2011). O alumínio quando em condições de pH entre 6 e 9, se torna menos solúvel que outros elementos alcalinos e alcalino terrosos, resultando em jazidas de bauxitas ou solos com alta concentração de alumínio (DAY, 1963).

Os recursos hídricos estão sofrendo mudanças nos últimos tempos, por conta de ações do homem, e essas ações podem interferir diretamente e drasticamente na qualidade e também disponibilidade de água (FRANCO, 2008), o que indica que deve aumentar a responsabilidade e os cuidados com este recurso que é indispensável para a vida.

No Brasil, os padrões de potabilidade da água são regidos pelo do Ministério da Saúde, através da portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Nela estão descritas as concentrações máximas de substâncias aceitáveis para a

destinação ao consumo humano. No capítulo II, art. 5º desta Portaria fica estabelecido que a água potável deve atender ao padrão de potabilidade estabelecido na mesma, o qual não ofereça nenhum tipo de risco à saúde. Recomenda-se também, no capítulo V, art. 38 desta mesma portaria, que o pH da água seja mantido entre 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2011).

Utiliza-se a resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008, a qual dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, e determina os Valores Máximos Permitidos (VMP) de poluentes para cada um dos usos considerados como preponderantes e os limites de quantificação praticáveis aceitos na resolução (BRASIL, 2008).

O conhecimento das principais características físicas do ambiente, bem como a forma como estas interagem com a água, é necessário para se proceder a análise integrada de determinada área. Dentro desse contexto, a geologia e o uso do solo tem aspecto fundamental já que as rochas contribuem para o enriquecimento de águas naturais através da transferência de solutos e o uso do solo pode contribuir para a acréscimo de contaminantes variados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar a qualidade da água consumida pela população rural das comunidades de Bela Vista e Peroba, situadas no município de Santa Rosa do Sul, Santa Catarina.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar as propriedades rurais nas localidades de Bela Vista e Peroba;
- Caracterizar a qualidade da água quanto à parâmetros químicos e microbiológicos das nascentes e poços cadastrados;
- Avaliar a condição de uso das águas subterrâneas (consumo humano, animal e agricultura).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Santa Rosa do Sul está localizado no extremo sul de Santa Catarina, com latitude de 29°08'10"S, uma longitude de 49°42'00"W de Greenwich e numa altitude média de 7,5 metros com relação ao nível do mar. População estimada de 8.309 habitantes e uma área total de 151,030 km² (IBGE, 2016). A maior parte do município pratica a atividade agrícola, porém, há outras diversas atividades comerciais, indústrias de polvilho e ecoturismo, que juntos proporcionam renda e qualidade de vida para seus munícipes. O arroz irrigado é a cultura que mais consome água no município, totalizando uma área plantada de 600 ha.

Os principais cursos d'água de Santa Rosa do Sul são o Rio da Lage e o Canal DNOS, que cortam transversalmente o município. O canal se inicia dentro do município, na comunidade de Pontão. Já o Rio da Lage, tem uma de suas nascentes no interior do município.

Com relação a proteção dos recursos hídricos, destaca-se a necessidade de medidas de proteção da Lagoa do Sombrio, que margeia o leste do município, e a falta de mata ciliar nos cursos d'água superficiais, em especial nos afluentes do rio da Lage. Se destacam ainda, problemas com a contaminação por dejetos humanos e de animais, e também o uso expressivo de agrotóxicos.

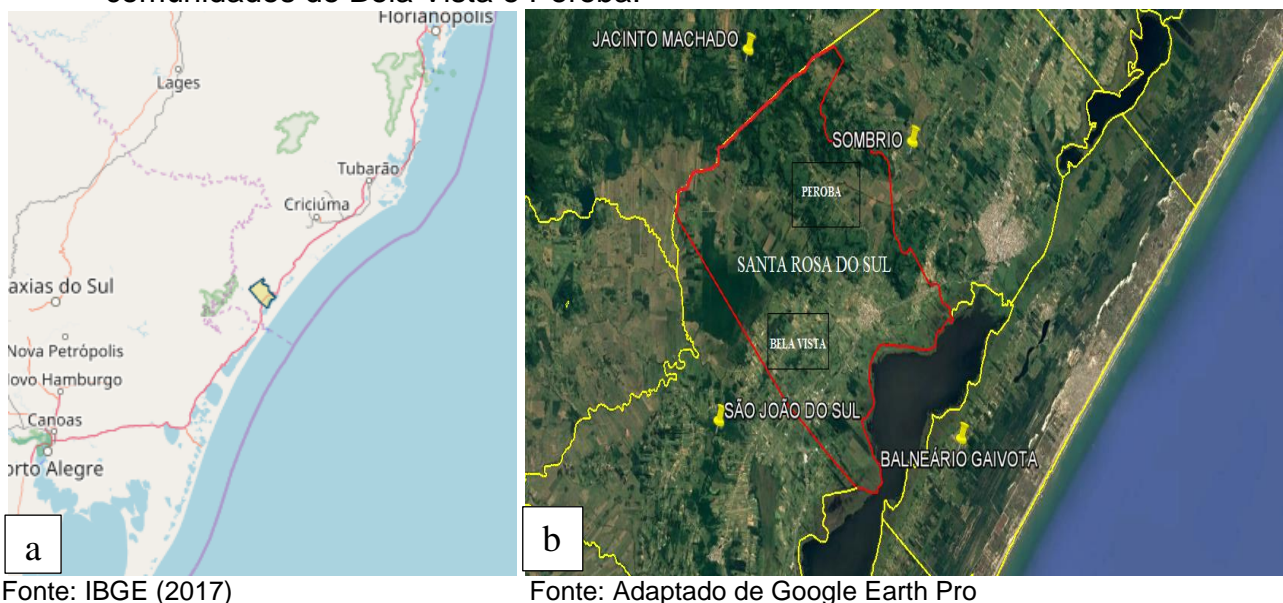
3.2 SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As propriedades rurais em cada comunidade foram selecionadas aleatoriamente dentre cada um dos contextos, de forma a se ter representatividade das características de cada local. Desta forma, foram obtidas 20 amostras de água, sendo 10 provenientes de ponteiras na comunidade de Bela Vista, e 10 amostras de água de nascentes na comunidade da Peroba.

Em Bela Vista, os agricultores acreditam que a água que consomem, sendo provenientes de ponteiras, é relativamente de boa qualidade, pois a grande maioria, nunca percebeu problemas relacionados com o seu consumo. Também não relatam a presença de gosto, odor, cor ou manchas em roupas e louças sanitárias.

Na localidade de Peroba, encontram-se poucas propriedades que ainda captam água das nascentes para consumo doméstico. Alegam que o uso indiscriminado de agrotóxicos, principalmente no cultivo de bananas estaria contaminando a água das nascentes, uma vez que a maioria delas não são protegidas. Por esta razão, algumas propriedades utilizam água de poços artesianos. A Figura 1 mostra a localização do município de Santa Rosa do Sul e as áreas de estudo: Bela Vista e Peroba.

Figura 1 - a) Localização do município de Santa Rosa do Sul; b) Localização das comunidades de Bela Vista e Peroba.



3.2.1 Bela Vista

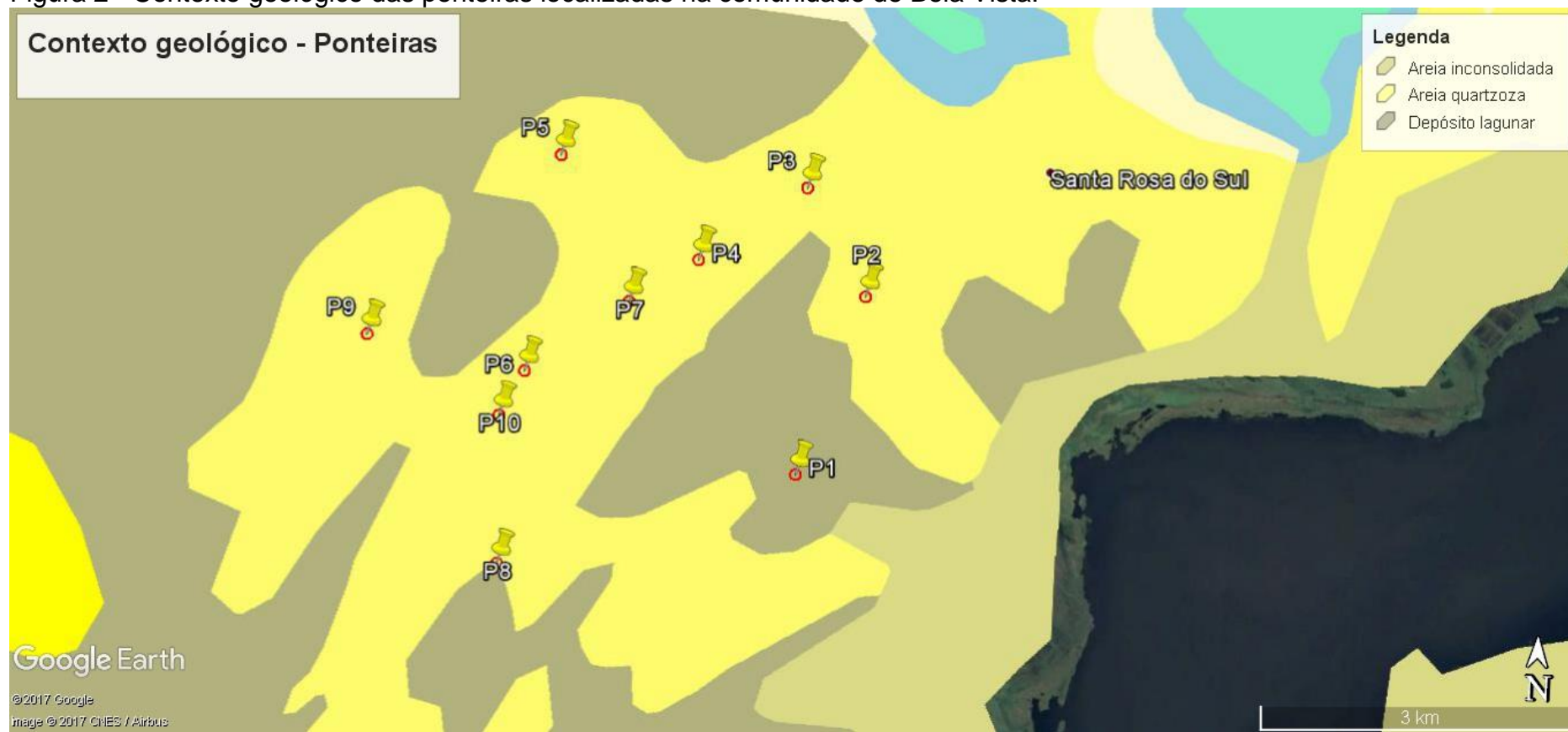
Comunidade de pequenas propriedades rurais, a maior parte delas com 10 a 20 hectares, onde se desenvolvem os cultivos de fumo e maracujá, principalmente. Observam-se também áreas de pastagens com criação de gado, embora com menor expressão. O relevo é plano à levemente ondulado. O solo é formado a partir de depósitos arenosos, com textura arenosa, constituído por no mínimo 2 metros de profundidade. Estes solos arenosos são muito intemperizados, quando os minerais mais instáveis já foram alterados, restando somente quartzo que é mais estável (EMBRAPA, 2017).

Na comunidade de Bela Vista não ocorre recurso hídrico superficial com maior expressão, apenas pequenos córregos e sangas, algumas formando açudes. Por este motivo, o abastecimento das propriedades ocorre principalmente por meio

de poços tipo ponteiras que captam a água em uma profundidade variando entre 4 e 8 metros.

A Figura 2 mostra a distribuição das ponteiras onde realizou-se a amostragem de água e o contexto geológico onde as mesmas se encontram.

Figura 2 - Contexto geológico das ponteiros localizadas na comunidade de Bela Vista.



Fonte: Adaptado do Google Earth Pro (2017).

3.2.1.1. Uso do solo e características do entorno das ponteiras

Ponteira 1 (P1) foi construída há 5 anos com 8 metros de profundidade. Antigamente no local encontravam-se estufas de fumo instaladas e em operação, atualmente a área encontra-se gramada. A ponteira denominada P2 foi construída há aproximadamente 20 anos com uma profundidade de 4 metros. No seu entorno, encontra-se galpão com instalações para gado leiteiro e pastagem. Na P3 encontra uma residência nova, com ponteira construída a 1 ano com 6 metros de profundidade. No local há presença de plantação de cana-de-açúcar e piquete para criação de gado. P4 é uma ponteira com profundidade próxima a 6 metros e foi construída há mais de 25 anos, está instalada próximo a plantação de fumo, eucalipto e pastagem. A P5 tem 5,5 metros de profundidade, construída há 25 anos atrás. Instalada próximo à plantação de fumo, milho e galpão com criação intensiva de gado de corte. P6 foi instalada há 12 anos com 6,5 metros de profundidade. A localização desta ponteira é na horta da propriedade, com plantação de fumo e aipim nas proximidades. P7 possui uma característica diferente das outras. Esta ponteira se encontra instalada dentro de um poço artesiano construído a mais de 30 anos com 5 metros de profundidade, ao lado da casa da família, onde encontra-se apenas gramíneas e um galpão, onde antigamente era usado para a produção de polvilho. A P8 foi construída em média há 20 anos com 5,5 metros de profundidade, entre a casa e a agroindústria da família. Nas proximidades encontra-se criação de bovinos e cultura orgânica de milho. A P9 possui 5 metros de profundidade e foi construída há 2 anos, sendo que a família já a trocou de lugar por duas vezes, pois sentiam gosto estranho na água. No local onde a ponteira encontra-se instalada hoje, foi a que não sentiram nenhum gosto diferente até então. Ao redor da nova ponteira, encontra-se apenas gramado e jardim. A P10, construída há 10 anos com 6 metros de profundidade, fica ao lado da casa, sem plantações aos arredores, apenas uma estufa de fumo.

3.2.2 Peroba

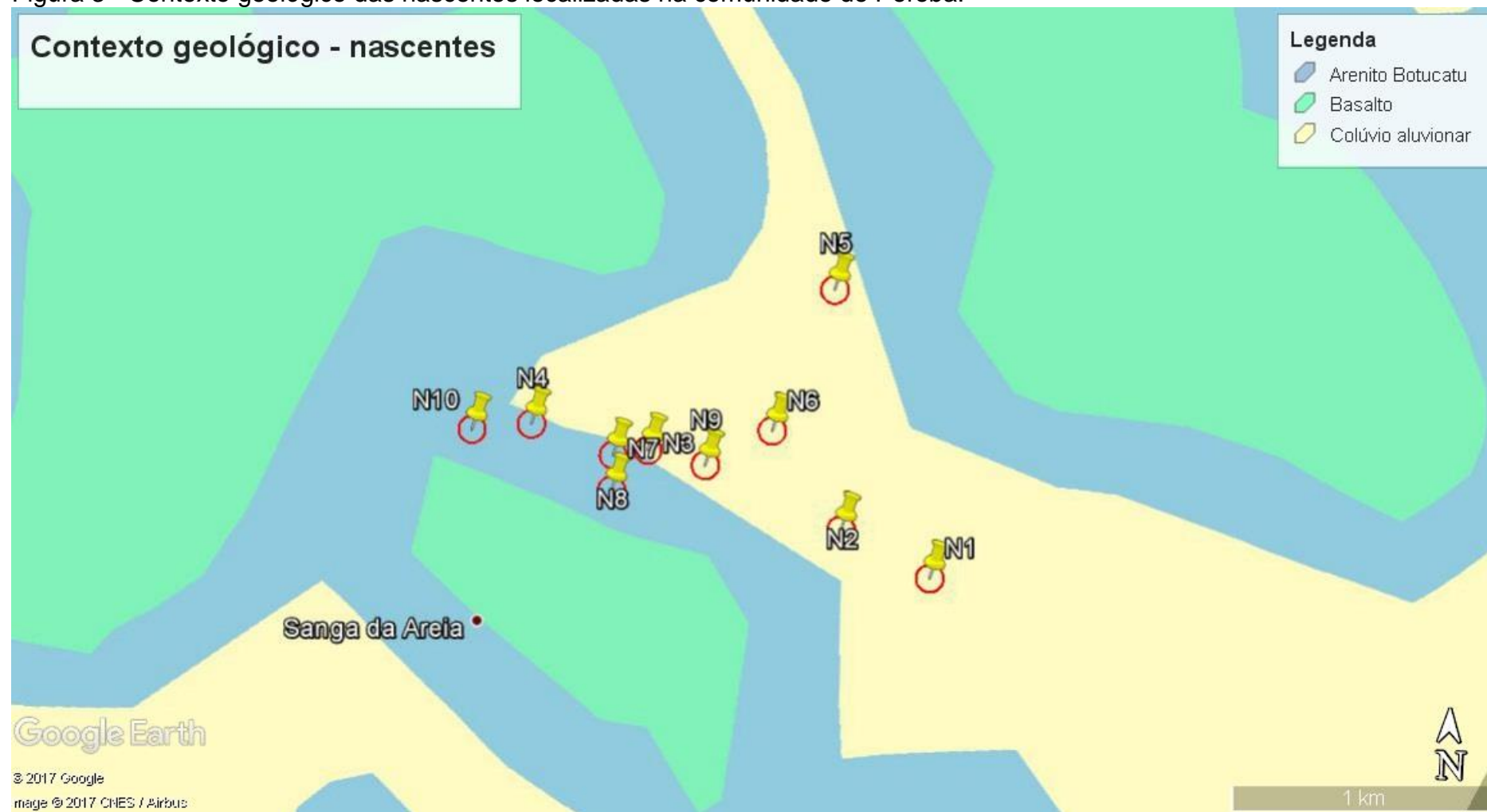
Comunidade rural constituída por pequenas propriedades, com média de 10 a 20 hectares cada, onde a principal fonte de renda é oriunda da cultura da banana. Com menor área plantada, encontram-se outras culturas, como por exemplo

o maracujá. Região com o relevo bastante acidentado com característica argilosa com 20 a 30% de argila.

Na comunidade de Peroba são encontradas várias nascentes. Até alguns anos atrás, a maioria das famílias residentes do local, utilizavam desta água para consumo e uso doméstico. Hoje se encontra um número bem menor de famílias que a utilizam, pelo fato de que com o uso expressivo de agrotóxicos nos últimos anos, e como as nascentes ficam entre os bananais, surgem preocupações quanto aos riscos que estão expostos.

A Figura 3 mostra a distribuição das nascentes monitoradas e o contexto geológico em que se encontram. O círculo vermelho representa o raio de 50 metros no entorno nas nascentes, o qual deveria ser de Área de Preservação Permanente (APP).

Figura 3 - Contexto geológico das nascentes localizadas na comunidade de Peroba.



Fonte: Adaptado do Google Earth Pro (2017).

Todas as nascentes encontram-se em meio à extensas plantações de banana, sendo apenas a N1 com produção orgânica. O uso de agrotóxico é intenso no entorno das nascentes, e as mesmas não são protegidas.

De acordo com o contexto geológico, as nascentes onde foram coletadas as amostras, estão localizadas principalmente em áreas de colúvio aluvionar e arenito Botucatu, estando todas presentes em torno do basalto.

Bortoluzzi et al. (1987) apud Krebs (2004), descrevem que a Formação Botucatu, sotoposta à Formação Serra Geral, está exposta em uma faixa estreita e contínua, ao longo da Escarpa da Serra Geral. Constitui um “expressivo pacote arenoso, onde é frequente a presença de material silicoso ou ferruginoso” (Santa Catarina, 1997).

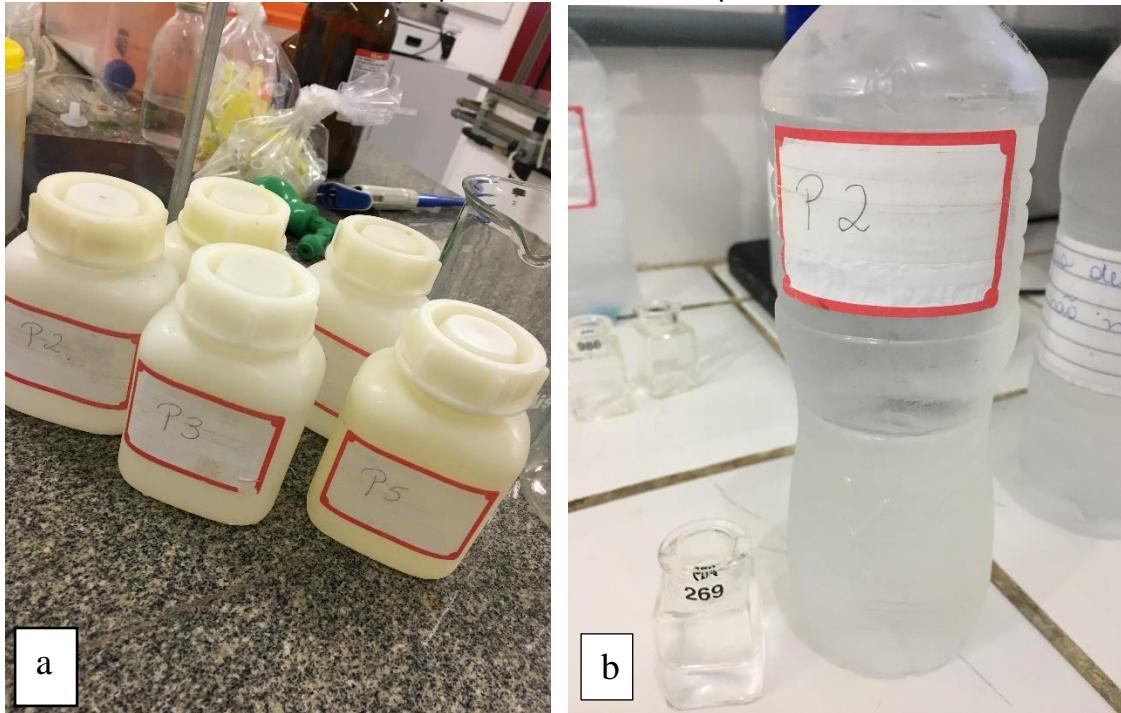
Conforme descrito (Putzer, 1955) apud Alexandre (2000), os corpos de basalto apresentam um perfil típico, caracterizado por três zonas: o topo, o centro e a base. O topo frequentemente apresenta geodos e amídalas preenchidas com minerais que vão contribuir com seus elementos para o solo, água e vegetação.

Pela sua espessura e em razão do processo de intemperismo, o basalto contribui com solutos que irão modificar as características químicas das águas. Constituídos essencialmente pelos minerais: plagioclásios cálcicos e piroxênios, podem liberar pela ação do intemperismo íons de Ca, Fe, Mg, além de SiO₂, como ácido silícico e menos frequente o alumínio, entre outros elementos provenientes de minerais acessórios e secundários (Alexandre, 2000).

3.3 AMOSTRAGEM E ANÁLISE LABORATORIAL

As coletas das amostras de água foram realizadas no período de julho a agosto de 2017. Para a coleta das análises microbiológicas, foram usados potes de plástico esterilizados e logo após a coleta foram armazenados em caixa térmica com gelo até que chegassem ao laboratório para análise. Para a coleta das análises físico-químicas usou-se garrafas pet de água mineral, desinfetadas com álcool 70% e armazenadas em geladeira até a data da análise (Figura 4).

Figura 4 - a) Frascos utilizados na coleta para análises microbiológicas. b) Frascos utilizados na coleta para análise físico-químicas.



Fonte: Do autor

3.3.1. Procedimento da coleta

Com as mãos lavadas com água e sabão, as pontas das mangueiras foram desinfetadas com um pedaço de algodão embebido com álcool 70%. Antes de coletar, deixou-se escorrer a água de 1 a 2 minutos, para posteriormente coletá-la. Os tubos foram identificados de P1 à P10 (pontos das ponteiros) e N1 à N10 (pontos das nascentes), e armazenados em caixa térmica com gelo até a chegada no laboratório, o que durou em média 2 horas. Os testes microbiológicos foram realizados no Laboratório de Desenvolvimento e Caracterização de Biomateriais e Materiais Antimicrobianos (LADEBIMA) do Parque Científico e Tecnológico (IPARQUE/UNESC). As garrafas destinadas às análises químicas, foram armazenadas sob refrigeração até o momento da análise, o qual foi realizado no laboratório do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) do município de Sombrio/SC. As Figuras 5 e 6 apresentam dois momentos distintos de amostragem, respectivamente, em ponteira e nascente.

Figura 5 - Coleta em ponteira (P4) na comunidade de Bela Vista.



Fonte: Do autor.

Figura 6 - Coleta em nascente (N1) na comunidade de Peroba.



Fonte: Do autor.

3.3.2. Ensaio Microbiológicos

Nos testes microbiológicos para determinação de coliformes totais e termotolerantes foi utilizado o método dos tubos múltiplos expressando-se os resultados em Número Mais Provável (NMP).

Os principais materiais utilizados foram autoclave, estufa bacteriológica, estufa de esterilização e secagem, balança, destilador, banho-maria, contador de colônia, alça de platina com cabo, tubo de Durham, tubo de ensaio, frasco de coleta, pipetas graduadas, papel alumínio, bico de Bunsen, placas de Petri, pinça de aço inox, capela de fluxo laminar com lâmpada ultravioleta.

Os meios de cultura utilizados são Caldo Lauril Sulfato (Oxoid), Caldo lactosado verde brilhante Bile a 2% (Oxoid), Caldo EC (Oxoid), *Plate Count Agar - PCA* (Merck) e água peptonada (Acumedia).

A metodologia utilizada seguiu a padronização da técnica dos tubos múltiplos conforme descrita pela American Public Health Association (APHA, 2012a). Inicialmente, foi preparada uma série de cinco tubos com concentração dupla de caldo lauril sulfato de sódio, juntamente com três séries contendo 5 tubos cada série com concentração simples. Cada tubo continha 10 mL do meio de cultura. A primeira série foi inoculada com 10 mL da amostra, em seguida as três séries seguintes foram inoculadas com 1 mL, 0,1 mL e 0,01 mL, respectivamente. Para as duas últimas concentrações foram realizadas previamente diluições das amostras em água peptonada a 0,1%.

A incubação dos tubos foi realizada a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 24 a 48 horas. A leitura foi realizada observando a formação de gás ou turvação nos tubos de Durham ou efervescência quando agitado levemente, indicando a suspeita de coliformes totais. Esta etapa do ensaio é o teste presuntivo, onde se identifica se há presença ou ausência dos possíveis coliformes.

A Figura 7 apresenta os tubos positivos após incubação contendo 5 tubos positivos com caldo Lauril sulfato de sódio em concentração dupla inoculado com 10 mL da amostra.

Figura 7 – Tubos positivos após incubação no teste presuntivo.



Fonte: Do autor.

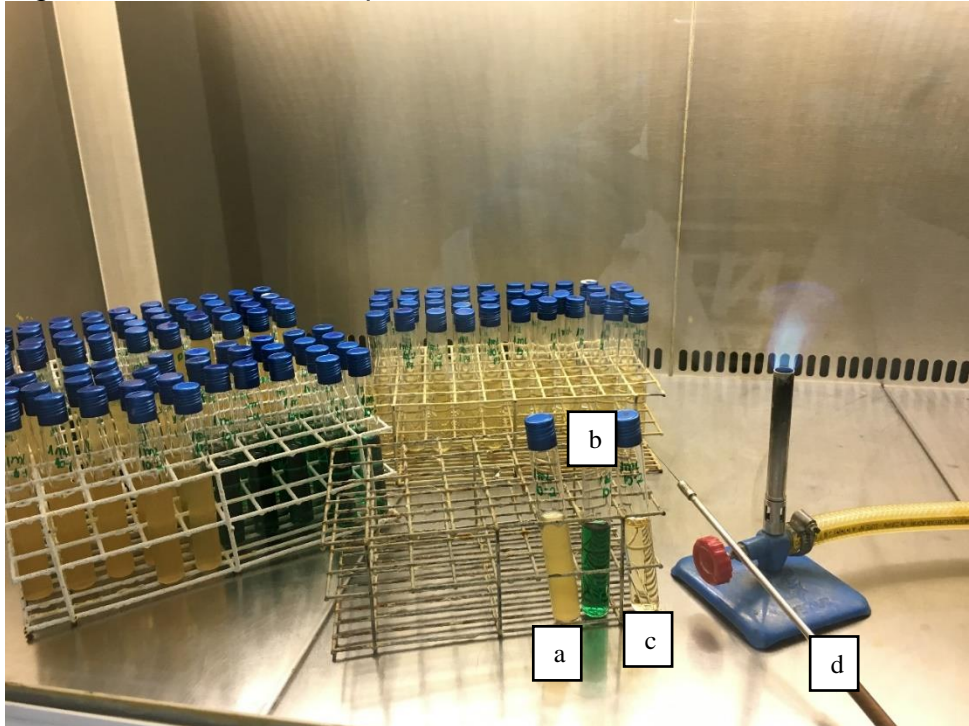
Na etapa seguinte os tubos que apresentaram positividade para suspeita de coliformes foram repicados com auxílio de uma alça bacteriológica, sendo transferida uma alíquota de cada amostra para tubos contendo 10 mL de caldo verde brilhando bile lactose 2%. A incubação foi realizada a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 24 a 48 horas.

Em seguida, o mesmo procedimento citado acima foi realizado para os testes confirmativos para coliformes termotolerantes, sendo que as amostras positivas foram inoculadas em tubos contendo caldo EC. A incubação destes tubos foi realizada a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas.

A Figura 8 mostra o procedimento realizado para o teste confirmativo destacando: tubo positivo contendo 1 mL da amostra na diluição de 0,01 mL (a), o qual será repicado para o tubo contendo caldo verde brilhante (b), e tubo contendo caldo EC (c), com auxílio da alça bacteriológica (d).

A presença de coliformes totais em caldo verde brilhante e termotolerantes em caldo EC foram indicadas pela formação de gás/turvação nos tubos de Durham ou efervescência quando agitado levemente. Os resultados foram analisados conforme mostra a tabela em anexo e expressos em NMP/100 mL. Esta etapa é conhecida como teste confirmativo para coliformes totais e termotolerantes.

Figura 8 – Procedimento para o teste confirmativo



Fonte: do autor.

Para a contagem padrão de microrganismos, seguiu as normas padronizadas pela American Public Health Association (APHA, 2012b), com uso do método de Pour plate. Para execução do ensaio, 1 mL da amostra pura, assim como das diluições de 0,1 mL e 0,01 mL foram transferidas para placas de Petri previamente esterilizadas. Em seguida, foi adicionado o meio de cultura Plate Count Agar (PCA) previamente fundido a 44-46°C. O conteúdo da placa foi homogeneizado em movimentos circulares moderados em torno de 10 vezes consecutivas. Quando o meio de cultura solidificou, este foi incubado em posição invertida a $22 \pm 2^\circ\text{C}$ por 68 ± 4 horas. No final do período de incubação, a contagem das colônias foi realizada e os resultados expressos em unidade formadora de colônias por mL (UFC/mL).

A Figura 9 apresenta os procedimentos de contagem padrão de microrganismos em capela de fluxo laminar, usando 1 mL da amostra em placas estéreis (a) e meios de cultura PCA (b) que será adicionado na placa.

Figura 9 – Procedimento de contagem padrão de microrganismo



Fonte: Do autor.

3.3.3 Ensaio Químico

Para determinação de pH foi utilizado aparelho da marca Digimed, calibrado com solução tampão e padrão com pH 7 (Figura 10). A leitura do pH é realizada em função da leitura da tensão que o eletrodo recebe quando submerso na amostra. O aparelho mostra o resultado em uma escala de 0 a 14 de pH, sendo os menos que 7 soluções ácidas, iguais a 7, soluções neutras, e quando maior que 7 é considerado soluções básicas ou alcalinas.

Figura 10 - Análise de pH



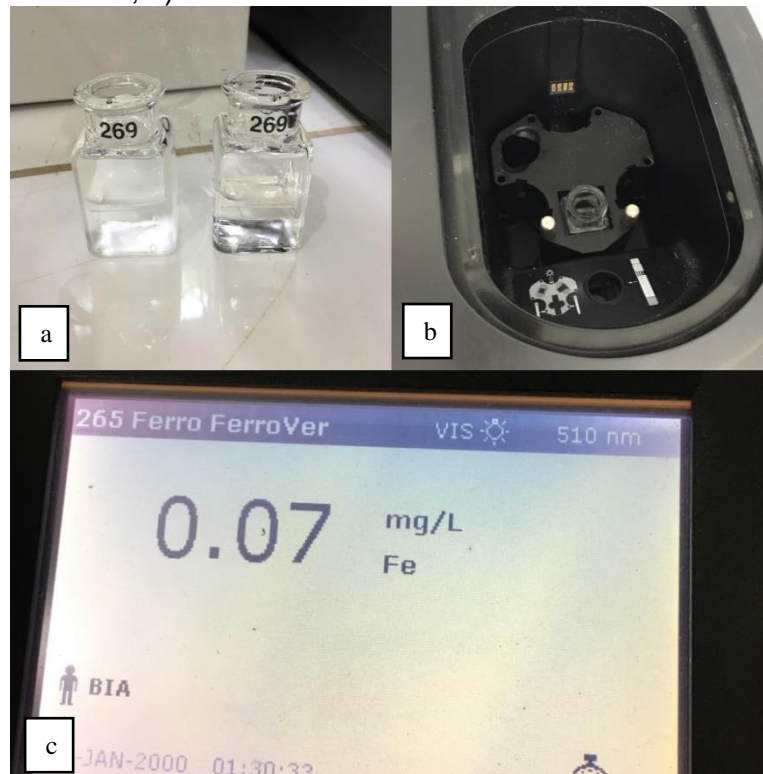
Fonte: do autor

Para análise de ferro foi utilizado kit de análise utilizado pela SAMAE e que se resumem em 2 células para leitura (1 polegada quadrada, 10 mL), béquer de 50 mL e pacotes de reagente de ferro em pó.

Em uma célula com 10 mL da amostra pura, se adiciona o conteúdo de um pacote de reagente de ferro em pó à amostra, agitando até dissolver o mesmo. O aparelho (espectrofotômetro) conta o tempo de 3 minutos, e nesse período, a amostra fica no período de reação. Quando o temporizador expira, insere-se o branco (água destilada) no suporte de célula de amostra, e pressiona-se o zero, onde o mostrador exibirá: 0,00 mg/L Fe. Logo, insere a amostra preparada no suporte de célula de amostra, com a linha de nível de enchimento voltada para o usuário, fechando-a e o mostrador exibirá o resultado, este que é dado em mg/L Fe.

O reagente de ferro converte todas as formas solúveis de ferro e as formas mais insolúveis de ferro na amostra em ferro ferroso solúvel. O ferro ferroso reage com o indicador 1,10 fenantrolina no reagente para formar uma cor laranja na proporção da concentração de ferro. A leitura é realizada em espectrofotômetro (UV/VIS) com comprimento de onda em 510 nm (Figura 11).

Figura 11 – Análise de ferro: a) amostra; b) espectrofotômetro com a amostra; c) leitura da amostra em 510 nm.



Fonte: do autor

Para análise de concentração de alumínio foram utilizados: Reagente de alumínio em pó HR Aluminum, reagente de ácido ascórbico em pó, reagente de Bleaching 3 em pó, células de amostras de 1 polegada quadrada de 10 mL, Becker de 50 mL e espectrofotômetro.

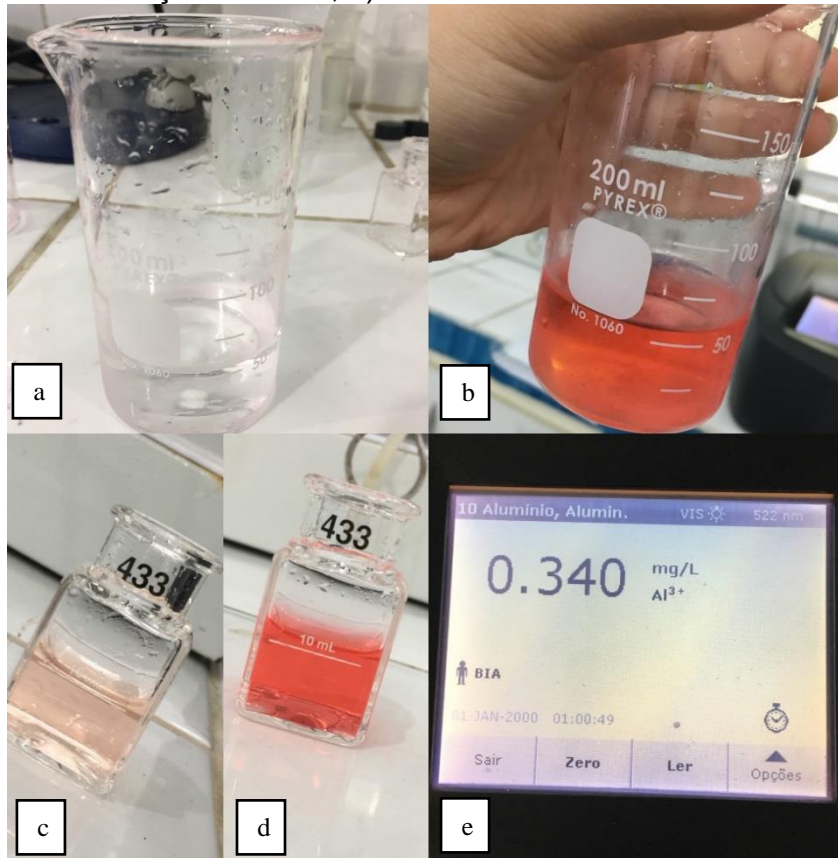
O procedimento consiste em encher um Becker até a marca de 50 mL com a amostra pura, e adicionar o reagente em pó de ácido ascórbico, agitando várias vezes para completar a diluição. Em outro Becker, adicionar o reagente em pó Aluminum e adicionar a solução tampão, nele contendo a amostra e o ácido ascórbico, mexendo por 1 minuto, até que o pó fique bem dissolvido.

A preparação da solução branco é realizada com a mistura e o Bleaching 3 em pó, agitando por 1 minuto até que dissolva todo o pó. É aguardado um período de 15 minutos para que a reação se complete.

Em resumo o indicador Aluminon forma um complexo com o alumínio na amostra desenvolvendo uma cor vermelho-alaranjado. A intensidade da cor é proporcional à concentração de alumínio. O ácido ascórbico é adicionado para remover a interferência do ferro. O reagente de alumínio Aluminum embalado na

forma de pó, exibe excepcional estabilidade e é aplicável para instalações de água doce. A leitura é realizada em espectrofotômetro com comprimento de onda em 522 nm (Figura 12).

Figura 12 – Análise de alumínio: a) amostra com ácido ascórbico; b) solução com Aluminum; c) solução com bleaching; d) solução para determinação do valor; e) leitura da amostra em 522 nm.



Fonte: Do autor

3.3.4 Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas em planilha do Excel, onde foram calculados as médias e o intervalo de confiança maior que 95% ou $\alpha <$ (menor) que 0,05.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da qualidade de água obtidos nas 10 ponteiros amostradas na região de Bela Vista, se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de pH, alumínio, ferro, coliformes totais, coliformes termotolerantes e contagem padrão de bactérias heterotróficas nas 10 amostras de ponteira.

	pH	Alumínio (mg/L)	Ferro (mg/L)	Coliformes totais (NMP/100mL)	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	Contagem padrão (UFC/mL)
P1	5,52	0,096	0,01	< 2,0*	< 2,0	1,7 x 10 ¹
P2	5,22	0,379	0,07	< 2,0	< 2,0	ausente
P3	5,35	0,340	0,02	< 2,0	< 2,0	1,0 x 10 ²
P4	5,16	0,911	0,02	< 2,0	< 2,0	ausente
P5	5,41	0,462	0,01	< 2,0	< 2,0	1,3 x 10 ²
P6	5,20	0,168	0,01	< 2,0	< 2,0	ausente
P7	6,00	0,003	0,07	3,5 x 10 ³	2,4 x 10 ³	2,8 x 10 ³
P8	5,53	0,155	0,05	< 2,0	< 2,0	ausente
P9	5,44	0,210	ND**	< 2,0	< 2,0	ausente
P10	4,99	0,951	ND	< 2,0	< 2,0	1,1 x 10 ²

Legenda: * < 2,0 refere-se aos tubos negativos das diferentes combinações observadas pela ausência de gás/turvação nos meios de cultura. ** ND: não detectável pelo método de análise.

Fonte: Do autor

De acordo com os parâmetros analisados nos testes microbiológicos, apenas uma amostra (P7) demonstrou níveis de coliformes. A presença de coliformes termotolerantes, demonstra que ocorre poluição fecal provenientes de animais de sangue quente, incluindo o homem. Conforme o dono da propriedade e observações feitas no local, não existe fontes de contaminação, como fossas sépticas ou criação de animais próximo ao local da ponteira. O que difere essa ponteira das outras, é que ela está instalada dentro de um poço artesiano, e não diretamente no solo.

Esta ponteira capta água a uma profundidade de 5 metros, o que dificulta a contaminação por organismos coliformes, especialmente os termotolerantes, uma vez que conforme alertado por Zulpo (2006) estes não se reproduzem fora de seu

habitat (intestino de animais de sangue quente) e seu tempo de vida fora deste ambiente é relativamente curto, apenas algumas horas.

De acordo com a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, a água para consumo humano deve ter ausência de indicadores de contaminação fecal. Para as amostras de ponteira, os valores estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação, com exceção da P7.

A P7 além de apresentar coliformes totais e termotelarentes (indicadores de contaminação fecal) também apresentou alta contagem de padrão de bactérias heterotróficas acima da legislação (limite de 500 UFC/mL).

Assim, é provável que a fonte de contaminação desta ponteira (P7) se encontre mais próxima da água. Como a ponteira foi instalada dentro de uma estrutura de um antigo poço, não se pode descartar a possibilidade de ter algum animal ou material contaminante dentro do poço, interferindo na qualidade da água da ponteira.

As propriedades físico-químicas das amostras podem influenciar diretamente na sua qualidade microbiológica.

Conforme a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, a faixa de pH recomendada para água de consumo humano é de 6,0 a 9,5. Desta forma, os valores encontrados estão abaixo da faixa recomendada, sendo esta uma característica da área de estudo, exceto a ponteira P7 que apresenta pH 6,0.

O pH pode ser considerado umas das variáveis mais difíceis de interpretar. Tal complexidade é resultante dos inúmeros fatores que podem influenciá-lo, podendo estar relacionado a diversas fontes de poluição difusa. O pH pode ser um importante fator para o crescimento de microrganismos, sendo que as bactérias crescem mais facilmente em pH próximo a neutralidade, enquanto leveduras e fungos preferem pH mais ácidos (TORTURA, FUNKE, CASE, 2012).

De acordo com os parâmetros analisados, todas as amostras demonstram níveis de alumínio elevado, porém, 6 das 10 amostras, estão acima do limite permitido pela legislação para consumo humano e recreação (0,2 mg/L), sendo elas, P2, P3, P4, P5, P9 e P10. Na tabela 2, é apresentado a análise estatística para pH, alumínio e ferro, considerando limite de confiança de 95% ($\alpha \leq 0,05$).

Tabela 2 – Tratamento estatístico dos dados de qualidade da água das ponteiros, considerando intervalo de confiança (95%).

Parâmetros	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Limite inferior	Limite superior
pH	5,38	4,99	6,00	0,3	5,2	5,6
Alumínio (mg/L)	0,37	0,003	0,95	0,33	0,16	0,57
Ferro (mg/L)	0,03	0,07	0,07	0,03	0,01	0,04

Fonte: Do autor

As concentrações de alumínio encontrados nas ponteiros P4 e P10, respectivamente 0,911 e 0,951 mg/L, estão acima do intervalo de confiança. Por se encontrarem no mesmo contexto geológico, não se pode descartar problemas na amostragem, e na própria construção da ponteira.

Vários estudos estabelecem a relação de concentrações significativas de alumínio com a doença de Alzheimer (Ferreira et al, 2008; Kawahava; Kato; Kuroda, 2001). A presença de metais em altas concentrações pode comprometer a qualidade da água. Além disso, a intoxicação por metais se desenvolve lentamente e muitas vezes só pode ser identificada por anos na saúde humana e animal.

Para o uso de dessedentação de animais e irrigação, todas as ponteiros estão de acordo com os valores recomendados pelo CONAMA 396 que é de 5 mg/L (valor máximo permitido).

Com relação ao ferro, os valores se encontram em conformidade com o que recomenda a resolução (0,3mg/L), não sendo este um problema relacionado a qualidade da água nesta região.

Na localidade de Peroba, onde foram amostradas 10 nascentes para caracterização da qualidade da água consumida pela população local, observou-se comportamento diferente em relação aos resultados de Bela Vista. A Tabela 3 mostra os resultados obtidos nas nascentes.

Tabela 3 - Valores de pH, alumínio, ferro, coliformes totais, coliformes termotolerantes e contagem padrão de bactérias heterotróficas nas 10 amostras de nascente.

	pH	Alumínio (mg/L)	Ferro (mg/L)	Coliformes totais (NMP/100mL)	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	Contagem padrão (UFC/mL)
N1	7,41	0,005	0,17	$3,5 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$	$4,5 \times 10^2$
N2	7,01	ND*	0,11	$>1,6 \times 10^4$	$>1,6 \times 10^4$	9×10^2
N3	6,87	ND	0,11	$>1,6 \times 10^4$	6,8	$2,4 \times 10^1$
N4	7,70	ND	0,04	$5,4 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	5×10^2
N5	6,85	0,001	0,08	6,8	4	$9,3 \times 10^2$
N6	7,68	0,007	0,03	ausente	ausente	$2,2 \times 10^1$
N7	6,58	0,007	0,71	$1,6 \times 10^4$	$1,1 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$
N8	7,77	0,013	0,01	$3,5 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$
N9	7,34	0,015	0,58	$1,6 \times 10^4$	$3,5 \times 10^2$	$1,6 \times 10^3$
N10	6,70	ND	ND	$3,5 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$1,5 \times 10^3$

Legenda: *ND: não detectável pelo método de análise.

Fonte: Do autor.

Ao contrário dos resultados obtidos nas ponteiras, as amostras apresentaram de forma geral contaminação por bactérias do tipo Coliformes. Esta situação já era esperada, uma vez que as nascentes não são protegidas encontrando-se expostas a diversos tipos de focos de poluição, tanto como antrópicas quanto natural. Os coliformes podem estar envolvidos tanto em infecções intestinais quando na participação de diversas outras patologias, como meningites, intoxicações alimentares, infecções urinárias e pneumonias, entre outros. As infecções causadas por estes organismos são complexos e envolvem múltiplos modos de transmissão (Tortora, Funke, Case, 2012). Apenas a nascente N6 não apresentou coliformes totais e termotolerantes. Esta nascente também apresentou baixa concentração de alumínio e ferro, encontrando-se em condições de uso para abastecimento humano, mesmo sem tratamento.

Os valores de pH encontram-se na faixa entre 6,58 e 7,77 em conformidade com o que estabelece a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

Com relação a concentração de alumínio todos os resultados ficaram abaixo do valor máximo recomendado para consumo humano.

Algumas amostras apresentaram concentração de ferro acima do permitido, no caso da N7 e N9. Os valores encontrados nestas duas nascentes estão acima do limite de confiança de 95% ($\alpha \leq 0,05$) conforme mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Tratamento estatístico dos dados de qualidade da água das nascentes, considerando intervalo de confiança (95%).

Parâmetros	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Limite inferior	Limite superior
pH	7,19	6,58	7,77	0,40	6,90	7,50
Alumínio (mg/L)	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01
Ferro (mg/L)	0,18	0,00	0,71	0,25	0,03	0,34

Fonte: Do autor.

Em princípio estas nascentes encontram-se no mesmo contexto geológico das demais, embora a escala do mapa utilizado (Figura 3) não permite verificar as condições locais onde ocorre cada nascente. De qualquer forma, os íons férricos (Fe^{+3}) são insolúveis em pH superior a 4,3 (SPIRO e STIGLIANI, 2009), sendo sua presença na água com pH acima deste valor, atribuído às partículas minerais presentes na amostra.

Este mesmo autor relata que os íons ferrosos (Fe^{+2}) são solúveis em pH menores que 8,0. Neste caso, sendo uma nascente, o afloramento da água subterrânea é possível que a concentrações de ferro mais elevados, como no caso das amostras N7 e N9, se deram a presença de Fe^{+2} , esta possibilidade é remota, uma vez que o Fe^{+2} logo se oxida para o Fe^{+3} .

A presença de ferro é relatada com frequência selecionando com percepção de gosto e odor na água. Além disso, é o responsável por causar mudanças de cor e manchas em roupas e louças.

De forma geral, pode-se dizer que em função dos valores de pH obtidos a maior parte acima de 5,0, é provável que o ferro e o alumínio se encontrem na forma particulada ou insolúvel, exceto na possibilidade de ser devido ao Fe^{+2} . Na amostragem realizada nas ponteiras, ocorre maior interferência das partículas de

argilominerais que pelo contexto geológico que se encontram, apresentam alumínio em sua constituição.

Na área das nascentes ocorre a interferência de partículas do solo. Por se encontrarem próximas à área com predominância de basalto o solo desta região é rico em óxido de ferro e magnésio podendo se transferir para a água.

De qualquer forma, tanto nas ponteiras quanto nas nascentes, é provável que tanto o alumínio quanto o ferro, não se encontram dissolvidos na água e sendo a sua presença na amostra relacionada a partículas de argila ou solo.

5 CONCLUSÃO

As observações em campo e os resultados do presente estudo permitem concluir que a escassez de recursos hídricos superficiais no município de Santa Rosa do Sul faz com que o uso dos mananciais subterrâneos seja expressivo, principalmente na comunidade rural.

Por se tratar de um município com características predominantemente agrícolas, pode ser afirmado que esta é a principal fonte de abastecimento de água no município.

Para avaliação da qualidade da água subterrânea utilizada pela população, foram obtidas 20 amostras em dois contextos geológicos distintos.

Na comunidade de Bela Vista, em área com terreno plano à levemente ondulado a principal forma de captação de água subterrânea ocorre através de ponteiros, instaladas a uma profundidade variando entre 6 a 7 metros em sua maioria.

Esta forma de captação permite obter água de melhor qualidade com relação aos níveis de contaminação microbiológicas, sendo que 90% das amostras apresentaram-se isentas de coliformes termotolerantes. No entanto, esta situação não garante a completa ausência de outros poluentes de origem antrópica, sugerindo-se para trabalhos futuros a investigação de outros elementos como nitratos, por exemplo.

Com relação aos parâmetros físico-químicos, detectou-se a presença de alumínio nas amostras localizadas na Bela Vista, situação que está relacionada ao contexto geológico da região. Observou-se que a concentração de alumínio se encontra superior ao valor máximo permitido para consumo em 50% das amostras analisadas na Bela Vista, e em 20% se encontram bem próximo a este limite que é de 0,2mg/L conforme Portaria do Ministério da Saúde.

Em função dos valores de pH registrados é mais provável que o alumínio não esteja solúvel, ou seja que o alumínio esteja associado às partículas de solo e argila coletadas no instante da amostragem.

Com relação à comunidade de Peroba, onde predomina a captação de água de nascentes, os resultados apontaram que 90% das amostras se encontram contaminadas por bactérias termotolerantes, estando impróprias para o consumo. As observações em campo permitem afirmar que não há nenhuma forma de proteção

destas nascentes, que se encontram em meio ao plantio de bananas e sujeitas à visita de animais que se utilizam da água para dessedentação.

Os valores de pH da água das nascentes são relativamente mais elevados que o pH das ponteiros, o que pode ser justificado em função da presença de basalto nas áreas mais altas do município, lembrando que são rochas estas são rochas ferro magnesianas. A presença de magnésio tende a fornecer alcalinidade para a água.

Esperava-se maior concentração de ferro na água das nascentes, o que acabou não se confirmando. Apenas 20% das amostras analisadas apresentaram concentração de ferro acima do valor máximo permitido para consumo humano. Ressalta-se que estes resultados se encontram fora do intervalo de confiança de 95% aplicado no tratamento estatístico, o que permite concluir que estes resultados são estatisticamente diferentes dos demais.

Não se pode descartar o fato da concentração de ferro nestas nascentes estar associada às partículas de solo junto à amostra de água.

Deste modo verifica-se que há problemas sanitários nas fontes de águas subterrâneas que abastecem algumas das propriedades rurais, principalmente da comunidade de Peroba onde predomina a captação de águas de nascentes, com 90% das amostras contaminadas por coliformes totais e termotolerantes. É importante que o monitoramento físico-químico das águas nestas áreas seja contínuo, especialmente nas que apresentam riscos à saúde da população.

Por fim, o tratamento da água, assim como o gerenciamento da sua qualidade, seria fundamental para realizar a distribuição para população de forma segura.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, N. Z. **Análise integrada da qualidade das águas da bacia hidrográfica do rio Araranguá (SC)**. 2000. 300f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

ALEXANDRE, N. Z.; DUARTE, G. M. Caracterização das águas superficiais da bacia do rio Araranguá. In: SCHEIBE, L. F.; FURTADO, S. M.; BUSS, M.D. **Geografias entrelaçadas** – ambiente rural e urbano no sul de Santa Catarina. Florianópolis: Ed. da UFSC; Criciúma: Ed. da Unesc, 2005, p.63-101.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION WATER ENVIRONMENT FEDERATION. 9221 C Estimation of Bacterial Density. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22th ed Washington. 2012a. p. 5-8.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION WATER ENVIRONMENT FEDERATION. 9215 B Pour Plate Method. Heterotrophic plate count. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22th ed Washington 2012b. p. 4-5.

ANDRADE PINTO, LILIAN VILELA; ROMA, TALITA NAZARETH; DE CARVALHO BALIEIRO, KÁTIA REGINA; (2012). **Avaliação da Água de Nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno**. *CERNE*, julho-setembro, 495-505.

BRASIL. **Lei Nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 20 maio 2017.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 396**, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Ciclo hidrológico**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>>. Acesso em: 18 set. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **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. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 10 jan. 2017.

CATALAN LAFUENTE, J, CATALAN ALONSO, J.M. **Rios: Caracterizacion y calidad di sus aguas**. Espanha: Dihidrox, 1987. 264p.

CLETO, C I. T.P. **O alumínio na água de consumo humano**. (2008). 87f. Dissertação (Mestrado em Química Industrial) – Universidade da Beira Interior. Covilhã, 2008.

DAY, F.H. **The chemical elements in nature**. London: George G.Harrap and Co Ltd., 1963.

ECKHARDT, R. R.; DIEDRICH, V. L., FERREIRA, E. R.; STROHSCHOEN, E.; DEMAMAN, L. C. Mapeamento e avaliação da potabilidade subterrânea do município de Lajeado, RS, Brasil. **Ambiente e Água – AnInter disciplinary Journal of Applied Science**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 58-80, 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Areia Quartzosa – Neossolo**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-geral/-/busca/tipos%20de%20solo?buscaPortal=tipos+de+solo>>. Acesso em 15 ago. 2017.

FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J. (Coord.). **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997, 389p.

FERREIRA, P.C; PIAI, K.A.; TAKAYA, A.M.M.; SEGURA-MUNÕS, S.I. Aluminum as a risk fator for Alzheimer’s Discase. **Revista Latino-Americano de Enfermagem**, v.16, m.1, p151-7, 2008.

FRANCO, R.A.M. **Qualidade da água para irrigação na microbacia do córrego do coqueiro no noroeste paulista**. Ilha Solteira, 2008, 100f. Dissertação. (Mestrado em Sistemas de Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 4ª edição. Brasília, 2013. 150p.

IBGE. **Santa Catarina**: Santa Rosa do Sul. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=421565>>. Acesso em: 10 agosto 2016.

KAWAHARA, M.; KATO, M; KURODA, Y. Effects **of aluminum** on the neurotoxicity of primary cultured neurons ando n the aggregation of beta – amyloid protein. **Brand Research Bulletin**, v. 55, n.2, p.211-7, 2001.

KREBS, A S.J. **Contribuição ao conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do rio Araranguá**. (2000). 375f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

- LISBOA, N.A. **Geoquímica de Águas Subterrâneas: a relação rocha-água**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. 16p.
- MAHAN, B. M. **Química**: um curso universitário. 4. ed. São Paulo: Ed. Blücher, 2000.
- MENDES, B.; OLIVEIRA, J. F.; **Qualidade da água para consumo humano**. Lisboa: LIDEL, 2004.
- OLIVEIRA, M.B.C. Qualidade Química e Bacteriológica da Água Utilizada na Dessedentação de Aves. **Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária**, v. 1, n. 1, p. 22-32, 2008.
- PINTO, F.R. et al. **Avaliação Microbiológica da Água de Dessedentação Animal em Propriedades Rurais da Microbacia de Córrego Rico na Estação da Seca**. Depto. Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal FCAV/UNESP/Jaboticabal-SP, 2010. Depto. Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2010.
- ROSALINO, M.R.R. **Potenciais Efeitos da Presença de Alumínio na Água de Consumo Humano**. (2011). 1-65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade de Lisboa, 2011.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Bacias hidrográficas do estado de Santa Catarina: Diagnóstico Geral**. Florianópolis, 1997. 163p
- SANTA'NA, W. O. **Qualidade dos Recursos Hídricos Subterrâneos na Bacia do Rio Urussanga, SC**. 2008. 194f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – 2008.
- SPIRO, T.G.E.; STIGLIANI, W.M. **Química ambiental**. 2ª edição. Ed. Pearson Prentice Hall. São Paulo: 2009. 334p.
- STEPHEN, S.D. F. Hirata, R. C.; Rocha G. A. **Riscos de poluição de águas subterrâneas; uma proposta de avaliação regional**. São Paulo: ABAS, 1988.
- TORTORA, G.J; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 10ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2012. 934p.
- VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das água e ao tratamento de esgoto**. V. 01. UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental: Belo Horizonte, 1996. 249p.
- YAMAGUCHI, M.U. et al. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **Revista O mundo da saúde, São Paulo**. v. 3, n. 1, p. 312-320, 2013.

ZULPO, DAUTON LUIZ; PERETTI, JAIDSON; MORTEAN ONO, LEANDRO; GARCIA, JOÃO LUIS; (2006). **Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil.** *Seminário: Ciências Agrárias*, Janeiro - Março, 107-110p.

ANEXO A – ÍNDICE DE NÚMERO MAIS PROVÁVEL PARA COLIFORMES

Índice de número mais provável (NMP/100 mL de amostra) e o limite de confiança de 95 % para varias combinações possíveis de resultados positivos quando são utilizados 5 tubos por diluição, sendo a primeira diluição 10 mL, a segunda 1 mL e a terceira 0,1 mL.

Tubos positivos			NMP/ 100 mL	Limites de confiança de 95 %		Tubos positivos			NMP/ 100 mL	Limites de confiança de 95 %	
				Superior	Inferior					Superior	Inferior
10	1	0,1				10	1	0,1			
0	0	0	< 2,0		6,8	4	0	3	25	9,8	70
0	0	1	1,8	0,09	6,8	4	1	0	17	6,0	40
0	1	0	1,8	0,09	6,9	4	1	1	21	6,8	42
0	1	1	3,6	0,7	10	4	1	2	26	9,8	70
0	2	0	3,7	0,7	10	4	1	3	31	10	70
0	2	1	5,5	1,8	15	4	2	0	22	6,8	50
0	3	0	5,6	1,8	15	4	2	1	26	9,8	70
1	0	0	2,0	0,1	10	4	2	2	32	10	70
1	0	1	4,0	0,7	10	4	2	3	38	14	100
1	0	2	6,0	1,8	15	4	3	0	27	9,9	70
1	1	0	4,0	0,7	12	4	3	1	33	10	70
1	1	1	6,1	1,8	15	4	3	2	39	14	100
1	1	2	8,1	3,4	22	4	4	0	34	14	100
1	2	0	6,1	1,8	15	4	4	1	40	14	100
1	2	1	8,2	3,4	22	4	4	2	47	15	120
1	3	0	8,3	3,4	22	4	5	0	41	14	100
1	3	1	10	3,5	22	4	5	1	48	15	120
1	4	0	11	3,5	22	5	0	0	23	6,8	70
2	0	0	4,5	0,79	15	5	0	1	31	10	70
2	0	1	6,8	1,8	15	5	0	2	43	14	100
2	0	2	9,1	3,4	22	5	0	3	58	22	150
2	1	0	6,8	1,8	17	5	1	0	33	10	100
2	1	1	9,2	3,4	22	5	1	1	46	14	120
2	1	2	12	4,1	26	5	1	2	63	22	150
2	2	0	9,3	3,4	22	5	1	3	84	34	220
2	2	1	12	4,1	26	5	2	0	49	15	150
2	2	2	14	5,9	36	5	2	1	70	22	170
2	3	0	12	4,1	26	5	2	2	94	34	230
2	3	1	14	5,9	36	5	2	3	120	36	250
2	4	0	15	5,9	36	5	2	4	150	58	400
3	0	0	7,8	2,1	22	5	3	0	79	22	220
3	0	1	11	3,5	23	5	3	1	110	34	250
3	0	2	13	5,6	35	5	3	2	140	52	400
3	1	0	11	3,5	26	5	3	3	180	70	400
3	1	1	14	5,6	36	5	3	4	210	70	400
3	1	2	17	6,0	36	5	4	0	130	36	400
3	2	0	14	5,7	36	5	4	1	170	58	400
3	2	1	17	6,8	40	5	4	2	220	70	400
3	2	2	20	6,8	40	5	4	3	280	100	710
3	3	0	17	6,8	40	5	4	4	350	100	710
3	3	1	21	6,8	40	5	4	5	430	150	1.100
3	3	2	24	9,8	70	5	5	0	240	70	710
3	4	0	21	6,8	40	5	5	1	350	100	1100
3	4	1	24	9,8	70	5	5	2	540	150	1700
3	5	0	25	9,8	70	5	5	3	920	220	2600
4	0	0	13	4,1	35	5	5	4	1600	400	4600
4	0	1	17	5,9	36	5	5	5	> 1600	700	-
4	0	2	21	6,8	40						

Fonte: Standard methods for the examination of water and wastewater. 22th ed. APHA, 2012.