

Análise ambiental de nascentes do bairro Fontes no município de Soledade (RS), Brasil

Environmental analysis of water sources in the district of Fontes in Soledade (RS), Brazil

Lariane Braz dos Santos¹, Eliana de Oliveira dos Santos¹, Patricia Inês Schwantz², Robson Evaldo Gehlen Bohrer³, Marta Martins Barbosa Prestes⁴, Daniela Mueller de Lara⁵

RESUMO: A preservação das nascentes é de extrema importância para as recargas dos aquíferos e para a qualidade da água. O estudo objetivou analisar os parâmetros macroscópicos, físico-químicos e microbiológicos de treze nascentes mapeadas no bairro Fontes, município de Soledade (RS). A metodologia foi dividida em três etapas: 1-análises macroscópicas; 2-análises físico-químicas e microbiológicas utilizando o Ecolit ALFAKIT®; e 3-análises dos coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados indicam que as nascentes apresentam perturbações antrópicas e ambientais, pois das treze nascentes avaliadas, três nascentes estão enquadradas na Classe E, consideradas com grau de preservação péssimo, na classe D estão enquadradas cinco nascentes e são consideradas como grau de preservação ruim, e duas nascentes avaliadas foram enquadradas como Classe C e Classe B, respectivamente, classificadas como grau de preservação razoável e boa. Ainda, observou-se que uma nascente estava aterrada, outra foi canalizada e uma não possuía fluxo de água durante o período do estudo. Todas as amostras apresentaram resultados positivos para *Escherichia coli* em pelo menos uma das coletas avaliadas. Conclui-se que todas as nascentes apresentaram perturbações antrópicas, indicando as alterações ambientais que as nascentes vêm sofrendo ao longo do tempo, evidenciando a importância do fomento de políticas públicas municipais para auxiliar na preservação e aumento do fluxo dos cursos d'água, influenciando diretamente na quantidade e na qualidade das águas.

Palavras-chave: Gestão hídrica. Políticas públicas ambientais. Preservação ambiental.

ABSTRACT: The preservation of water sources is extremely important for aquifer recharges and water quality. Macroscopic, physical, chemical and microbiological parameters of thirteen water sources in the Fontes neighborhood, municipality of Soledade RS Brazil, were analyzed. Methodology comprised three stages: 1 - macroscopic analyses; 2 - physico-chemical and microbiological analyses with eco-kit ALFAKIT®; 3 - analyses of total coliforms and *Escherichia coli*. Results indicate that the water sources present anthropic and environmental disturbances. Three out of the thirteen sources evaluated may be classified as Class E, with poor preservation degree; five water sources are classified in class D, with a bad preservation degree; two water sources were classified as Class C and Class B, respectively, with a reasonable and good degree of preservation. Further, one spring was underground, another was channeled and one had no water flow during the study period. All samples showed positive results for *Escherichia coli* in at least one of the collections. All the water sources had anthropic disturbances and revealed environmental changes over time. The above reveals the importance of promoting municipal public policies for the preservation and increase of the flow of watercourses, directly influencing the quantity and quality of water.

¹ Bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Brasil.

² Mestranda em Administração Pública pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil.

³ Doutor em Engenharia Civil pela UFSM. Professor Adjunto na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Três Passos (RS), Brasil.

⁴ Doutora em Fitotecnia pela UFRGS e Professora Adjunta na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Soledade (RS), Brasil.

⁵ Doutora em Ambiente e Desenvolvimento pela Univates. Professora Adjunta na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Soledade (RS), Brasil.

Keywords: Water management. Environmental public policies. Environmental preservation.

Autor correspondente:
Patricia Inês Schwantz: *patyschwantz1991@hotmail.com*

Recebido em: 21/01/2021
Aceito em: 10/11/2020

INTRODUÇÃO

2

A degradação do meio ambiente pode ser entendida como um fenômeno de destruição, deterioração ou desgaste, gerado por meio de determinados aspectos (LEMOS, 2001). No Brasil, a degradação da natureza é uma problemática que vem se agravando cada vez mais nos últimos anos, e esse fenômeno tem causas ligadas a diversos aspectos, dentre eles, clima, pobreza, impactos do agronegócio, questões socioeconômicas, desmatamento entre outras (GALVAN *et al.*, 2020). Além disso, a ação antrópica, crescimento populacional e esgotamento dos recursos naturais também corroboram significativamente a desarmonia ambiental (PINTO; CORONEL, 2013; CEMBRANEL; BRAVO; TONIAL, 2019).

Nos últimos anos, diversos autores (SANTO *et al.*, 2020; GALVAN *et al.*, 2020; CEMBRANEL; BRAVO; TONIAL, 2019; PONS; PEREIRA, 2018; GARCIA *et al.*, 2018; FERRAZ; LAGO; BARGOS, 2017) observaram em seus trabalhos um avanço das discussões sobre a importância dos recursos hídricos, entre eles as nascentes, para a sobrevivência dos seres humanos e para a manutenção da biodiversidade dos ecossistemas naturais. Para Cabanelas e Moreira (2007), os ecossistemas naturais, incluindo sistemas hídricos, mostram aumento no processo de deterioração em consequência do avanço da antropização, com atividades poluidoras e ocupação indevida de áreas de preservação.

Malaquias e Candido (2013) destacam que a exploração inadequada dos recursos naturais desordenada, através de atividades de desmatamentos, práticas agrícolas perniciosas, atividades extrativistas agressivas, a construção indiscriminada de barramentos, lançamento de esgotos industriais e domésticos em aquíferos, tem promovido inúmeros impactos ambientais, no solo e recursos hídricos bem como em nascentes (GARCIA *et al.*, 2018).

O Novo Código Florestal instituído pela Lei de nº 12.651/2012 considera como Áreas de Preservação Permanente (APPs) aquelas no entorno das nascentes e olho de água perenes, com raio mínimo de 50 metros, 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. Além disso, as APPs têm relação direta com o bem-estar humano, contribuindo para a qualidade de vida assegurada no art. 225 da Constituição Federal de 1988.

Alguns estudos nesta temática já foram realizados no município de Soledade (RS) por Vivian (2018), Vivian *et al.* (2019) e Santos *et al.* (2019). Tais estudos foram pioneiros nas identificações das nascentes no município e suas principais contribuições referem-se ao mapeamento ambiental e nas medidas de preservação das mesmas. Ainda, esses estudos

estimularam a organização de projetos de pesquisa por bairros em função da quantidade de nascentes identificadas no município.

A cidade de Soledade (RS) pertence a duas bacias hidrográficas, Taquari-Antas e Alto Jacuí, onde dispõe de grande quantidade de recursos hídricos, dentre eles o Arroio Espraiado. O Arroio Espraiado abastece o município, corroborando a relevância dessa temática ambiental. Partindo dessa premissa, o objetivo deste estudo foi realizar uma análise detalhada da qualidade ambiental das 13 nascentes localizadas no Bairro Fontes em Soledade (RS), por meio de análises macroscópicas, físico-químicas e microbiológicas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DO ESTUDO

O município de Soledade (RS) está situado no Alto da Serra do Botucaraí, região Norte do Rio Grande do Sul (Brasil) conforme apresentado na Figura 1, e possui 30.044 habitantes conforme dados do IBGE (IBGE, 2010). O perímetro urbano de Soledade (em destaque com a delimitação em linha vermelha na Figura 1) abrange parte dos recursos hídricos das bacias dos rios Butiá (com linha em verde), Espraiado (com linha em azul claro), Fão (com linha em azul), e São Bento (com linha em marrom).

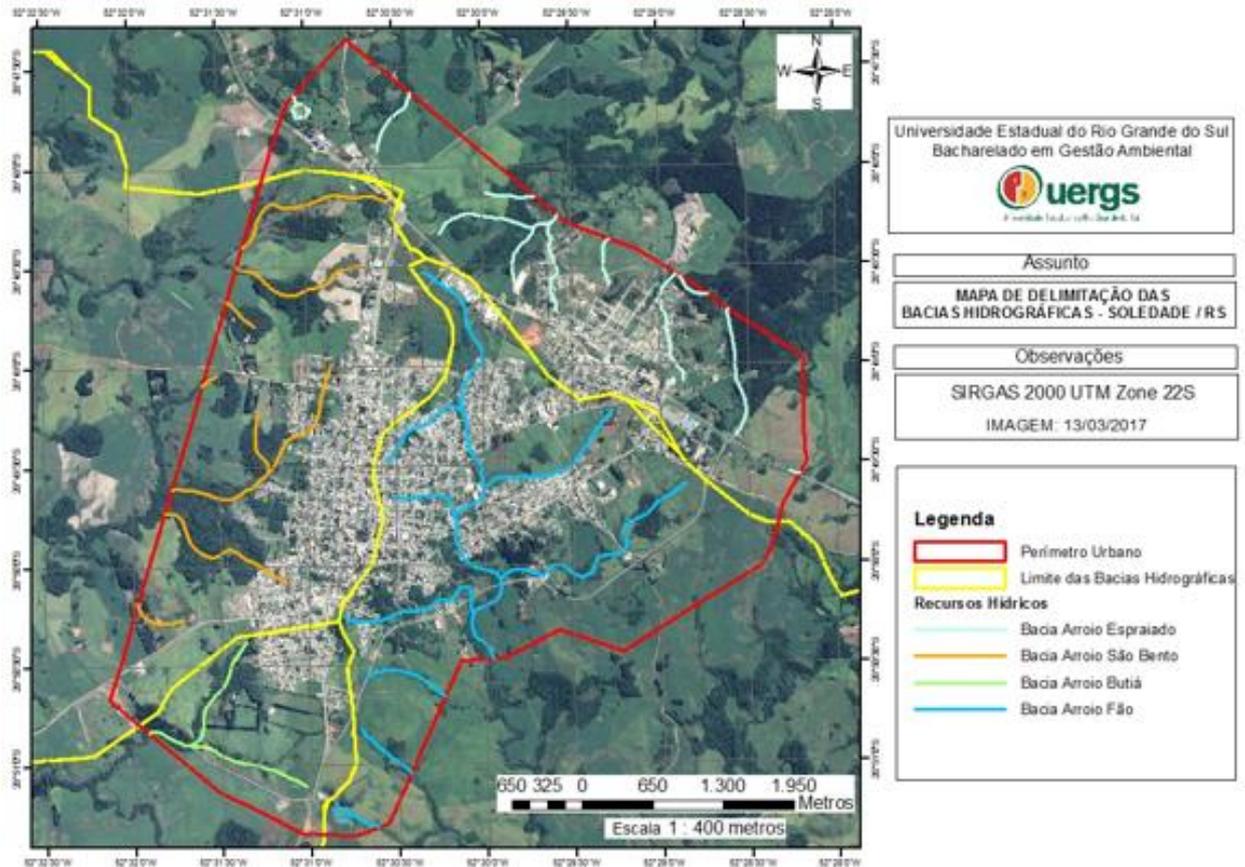


Figura 1. Mapa de delimitação das bacias hidrográficas do perímetro urbano de Soledade (RS)

Fonte: Vivian (2018).

De acordo com Vivian (2018), é notória a contribuição hídrica das sub-bacias para o desenvolvimento econômico regional, para o estímulo à economia e para a promoção de alternativas adequadas para o desenvolvimento do município, assim como a grande responsabilidade na manutenção e preservação deste recurso tão precioso para Soledade (RS).

A Figura 2 apresenta as nascentes avaliadas no Bairro Fontes. Foram localizadas 13 nascentes, posteriormente identificadas com a letra N (nascente) seguida de um numeral (1 a 13) para melhor discussão dos resultados. Ambas as Figuras foram elaboradas a partir do Datum horizontal WGS 84 utilizado pelo *Google Earth* e coordenadas UTM zona 22.

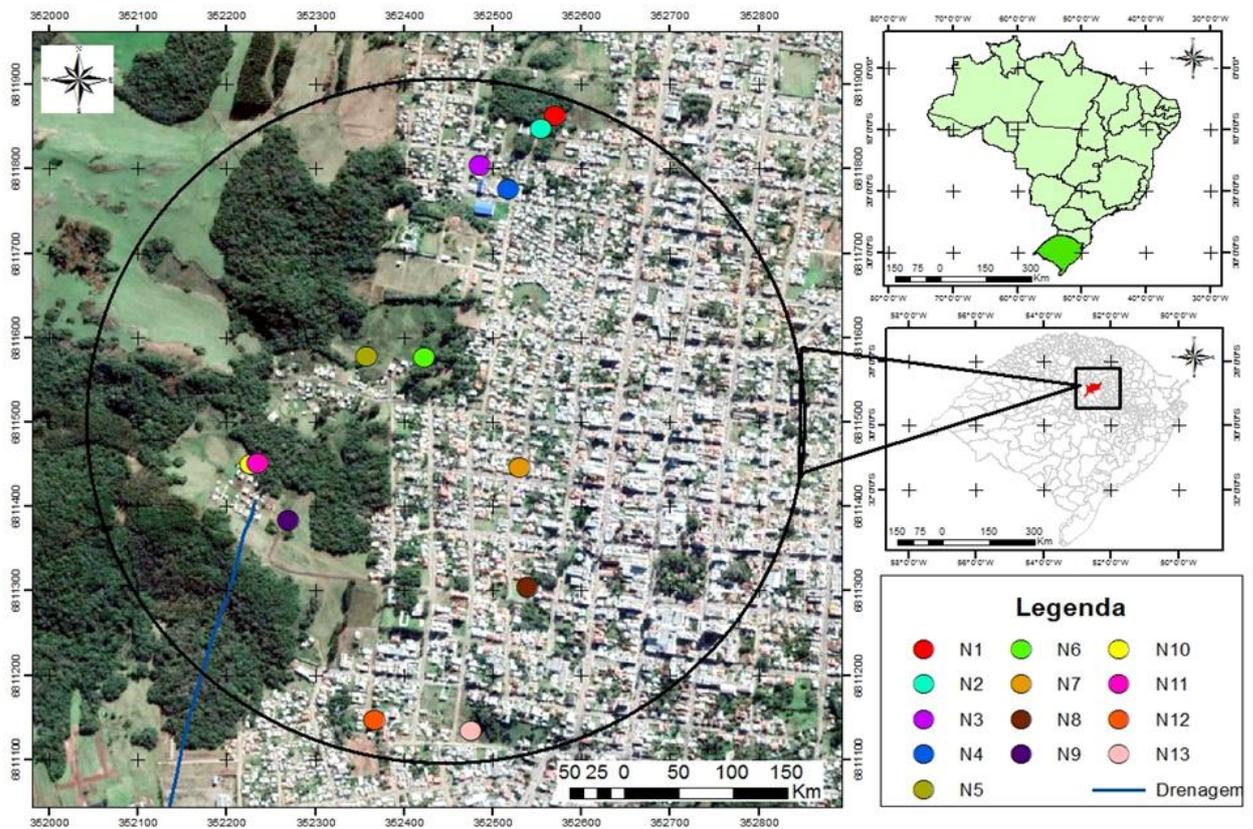


Figura 2. Localização das nascentes do Bairro Fontes em Soledade (RS)
Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Para análise macroscópica foram observados os aspectos propostos por Dias (1988) e Gomes *et al.* (2005). O estudo foi realizado nos meses de setembro e dezembro de 2019 em função de um melhor planejamento de coleta das amostras e das análises das nascentes identificadas. O Quadro 1 caracteriza os itens analisados macroscopicamente em cada nascente.

Em continuidade à caracterização ambiental, foi utilizada metodologia proposta por Gomes *et al.* (2005), conforme apresentado no Quadro 2. Para cada classificação as notas são de acordo com os parâmetros analisados: nota 1 para classificação Ruim, nota 2 para classificação Média e nota 3 para classificação considerada Boa.

Quadro 1. Descrição dos itens utilizados para calcular o Grau de Preservação Ambiental em cada nascente

ITEM	DESCRIÇÃO
Coloração da água	Com uso de recipiente transparente para coleta e verificação da cor
Odor da água	Com uso de recipiente para coleta e verificação do odor
Lixo ao redor	Presença de lixo na região das nascentes
Materiais flutuantes	Presença de objetos na superfície da água
Espumas e Óleo	Presença na superfície da água
Esgoto	Presença de emissários e a sua distância da nascente
Vegetação	Caracterização próxima a nascente e classificação quanto à preservação (Alto grau de degradação, Baixo grau de degradação e Preservada)
Uso por animais	Evidência de uso por animais (presença, pegadas, fezes)
Uso por humanos	Evidência de utilização da nascente por humanos (trilhas ao redor da nascente, presença de bombas de sucção e irrigação de hortas e plantações)
Proteção do local	Existência de algum tipo de proteção ao redor da nascente, por barreiras naturais, artificiais e sua caracterização
Residências	Quantificação aproximada da distância, em metros da nascente até as residências, estabelecimentos comercial ou industrial mais próximo
Tipo de área de inserção	Se a nascente está localizada em área que visa preservação local

Fonte: Adaptado de Gomes *et al.* (2005).

Quadro 2. Quantificação da análise dos parâmetros macroscópicos

PARÂMETRO	RUIM (1)	MÉDIO (2)	BOM (3)
Cor da água	Escura	Aparente	Verdadeira
Odor	Cheiro forte	Cheiro fraco	Sem cheiro
Lixo ao redor	Muito	Pouco	Ausente
Materiais Flutuantes	Muito	Pouco	Ausente
Espumas	Muito	Pouco	Ausente
Óleos	Muito	Pouco	Ausente
Esgoto	Presença	Evidências	Ausente
Vegetação (APP)	Ausente	Exótica	Nativa
Uso pela fauna (animais)	Presença	Evidências	Ausente
Uso antrópico (humanos)	Presença	Evidências	Ausente
Proteção do local (cercamento)	Ausente	Presente, mas com fácil acesso	Presente, mas com difícil acesso
Proximidade com residências/estabelecimento	Menos de 50 metros	Entre 50 e 100 metros	Acima de 100 metros
Tipo da área de inserção	Informação ausente	Propriedade privada	Área protegida

Fonte: Adaptado de Gomes *et al.* (2005).

Os dados foram analisados e distribuídos em relação ao grau de preservação do Quadro 1 e distribuídos de acordo com o Quadro 2: Classe A (Ótima); Classe B (Boa); Classe C (Razoável); Classe D (Ruim); Classe E (Péssima). Já o Quadro 3 vem corroborar a classificação das nascentes. Observa-se nesta Tabela a distribuição de pontos em relação à classificação do grau de preservação da nascente.

Quadro 3. Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação

Classe	Grau de Preservação	Pontuação Final*
A	Ótima	Entre 37 a 39 pontos
B	Boa	34 a 36 pontos
C	Razoável	31 a 33 pontos
D	Ruim	28 a 30 pontos
E	Péssima	Abaixo de 28

Fonte: Adaptado de Gomes *et al.* (2005).

(*) Notas para os 13 parâmetros observados (através da somatória dos pontos obtidos quantificação da análise macroscópica).

Depois de realizadas as visitas *in loco* nas 13 nascentes, as mesmas foram avaliadas e após foi realizada a soma dos pontos. Por fim, as nascentes, do ponto de vista macroscópico, foram classificadas quanto ao grau de preservação como classe A para Ótima, classe B para Boa, classe C para Razoável, classe D para Ruim e classe E para Péssima.

2.3 ANÁLISES DA ÁGUA

As análises foram realizadas em duas etapas e períodos distintos. Os períodos de coleta de amostras foram em setembro e dezembro de 2019, após 7 dias sem chuva.

Na primeira etapa utilizou-se o Ecolit Água Doce/Salgada, Modelo 6674 ALFAKIT®. Esse kit permite fácil manuseio, ensaios *in loco* e apresentação dos resultados de forma didática. É usado especialmente para educação ambiental e oportuna discussão sobre a questão da água potável, da necessidade do controle e da preservação das áreas de mananciais.

Para a etapa inicial, foram avaliados os parâmetros pH, oxigênio dissolvido, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*. Para medir a temperatura e oxigênio dissolvido foi utilizado oxímetro portátil (modelo vz8403az, marca AZ) e para a medição do pH e turbidez foi utilizado o Ecolit conforme especificação do Modelo 6674 ALFAKIT®. Das 13 nascentes identificadas no mapeamento ambiental, foram apenas avaliadas 10 nascentes para os parâmetros anteriormente descritos. Dessas 10 nascentes as amostras foram realizadas em triplicatas para cada nascente. Para as análises de coliformes totais e *Escherichia coli* foi usada a cartela *Colipaper petri* que possui um meio de cultura em forma de gel desidratado. No processo de análise, a amostra é filtrada e a cartela é hidratada com água destilada estéril. A membrana filtrante, com as possíveis bactérias contaminantes da amostra a ser analisada, é então colocada sobre a superfície da cartela. Dessa forma ocorrerá o contato dos micro-

organismos com os nutrientes. Após, incuba-se em estufa microbiológica por 15 a 18 horas à temperatura de 34 a 36 °C. Posteriormente, realiza-se a leitura interpretando os resultados.

A interpretação dos resultados da técnica do *Colipaper petri* ocorreu a partir das cores pontuadas na cartela. Salienta-se que os pontos que apresentaram as cores violetas a azuis são os que mostram a presença de *Escherichia coli*. Já os pontos com cores violetas a azuis e róseos a vermelhos são os que destacam os coliformes totais. Estes últimos valores devem ser multiplicados considerando o número de colônias pelo fator de correção 80, conforme a metodologia. Esses resultados serão expressos em Unidades Formadoras de Colônias por 100 mL (UFC/100mL).

Com intuito de validar os resultados obtidos na primeira etapa das análises microbiológicas das 10 nascentes avaliadas, a segunda etapa consistiu na realização dessas análises em laboratório credenciado da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). Realizou-se os ensaios de coliformes totais (método SMEWW 9223) e *Escherichia coli* em duplicata para as 10 nascentes. A metodologia utilizada foi segundo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (BAIRD, 2017), método n° 9223 por substrato enzimático - Colilert.

As coletas foram realizadas em recipiente de 110 ml, esterilizados, fornecidos pela UNISC. Para a coleta seguiu-se as instruções para coleta de amostra de água para consumo humano para análise microbiológica baseado no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (BAIRD, 2017). Após as coletas as amostras foram encaminhadas à UNISC numa temperatura <10 °C em caixa de isopor com gelo.

As bases para estudos de enquadramento são estipuladas em duas resoluções federais: a Resolução n° 357 do CONAMA (BRASIL, 2005) e a Resolução n° 91 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2008). A Resolução n° 357/05 indica as classes de qualidade ambiental de rios conforme seus usos preponderantes e estabelece os limites dos diversos parâmetros, sendo que para este estudo os dados foram avaliados como Classe 2 da referida resolução do CONAMA.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obter uma visão sistêmica da qualidade da água das nascentes analisadas, o estudo foi dividido em 3 etapas de discussão e apresentação dos resultados. A primeira refere-se aos resultados das análises macroscópicas, a segunda serão as análises físico-químicas e microbiológicas utilizando o Ecokit[®], e na terceira etapa, para validar os dados microbiológicos obtidos com o Ecokit[®], serão apresentados os resultados das análises de coliformes totais e *Escherichia coli* realizadas em laboratório credenciado.

3.1 ANÁLISES MACROSCÓPICAS DAS NASCENTES DO BAIRRO FONTES - SOLEDADE (RS)

No Quadro 4 apresenta-se a avaliação macroscópica das nascentes do bairro Fontes e o somatório de acordo com a proposição metodológica.

Quadro 4. Resultados das análises macroscópicas das nascentes do Bairro Fontes - Soledade (RS)

Identificação da Nascente	Cor da água	Odor	Lixo ao redor	Materiais flutuantes	Espumas	Óleos	Esgoto	Vegetação (APP)	Uso pela fauna (animais)	Uso antrópico (humano)	Proteção do local (cercamento)	Proximidade com residências	Tipo da área de inserção	SOMATÓRIO
N01	2	3	2	2	3	3	3	3	1	1	1	2	1	27
N02	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	1	1	1	28
N03	3	3	3	3	3	3	3	1	2	2	1	1	2	30
N04	2	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2	1	1	28
N05	2	3	3	3	2	3	3	3	1	2	1	2	2	30
N06	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	3	2	34
N07*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N08*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N09	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	1	1	1	29
N10	2	3	1	2	2	2	2	3	2	1	1	1	1	23
N11	2	2	1	1	2	2	2	3	2	1	1	1	1	21
N12	3	3	3	2	3	3	3	2	3	1	2	1	2	31
N13*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Legenda: (1) Ruim; (2) Média; e (3) Bom - de acordo com o Quadro 2 da metodologia

* N13 - aterrada; N07 - canalizada; e N08 - não possuía fluxo de água durante o período do estudo (seca)

Observa-se que das 13 nascentes avaliadas, a nascente identificada como N13 encontra-se aterrada. Ainda, se observou que as nascentes N07 foi canalizada e a N08 não possuía fluxo de água durante o período do estudo.

Através das análises macroscópicas realizadas *in loco*, observou-se que todas as nascentes são de fácil acesso e, conseqüentemente, muitas estão degradadas pelas ações antrópicas por meio da criação de animais domésticos e, também, por estarem próximas de residências e estabelecimentos. Das 10 nascentes avaliadas, a observação referente à cor

aparente foi verificada em 6 nascentes, N1, N2, N4, N5, N10, N11. As demais 4 nascentes, N3, N6, N9 e N12, apresentaram cor verdadeira.

Ao observar a característica relacionada em presenças de lixos ao redor das nascentes, observou-se que 2 nascentes, N10 e N11, apresentaram muito lixo. Já 4 nascentes, N1, N2, N4 e N9 apresentaram pouco lixo nas suas redondezas. Ainda as demais 4 nascentes N3, N5, N6 e a N12, não apresentaram lixo ao redor.

Ao avaliar as características de presença ou não de odores ao redor das nascentes, apenas a N11 apresentou odor. Tal fato pode estar associado à presença de lixo. De acordo com Paraguassú *et al.* (2010), a presença de lixo próximo às nascentes está relacionada à facilidade de acesso, alteração na vegetação, proximidade com residências, assim como a falta de conscientização da população, ocasionando a poluição nos sistemas hidrológicos.

Ao avaliar a presença ou não dos materiais flutuantes nas nascentes, verificou-se que apenas uma nascente N11 apresentou muitos materiais flutuantes. Já as nascentes N1, N2, N4, N9, N10 e N12 apresentaram materiais flutuantes, mas não tanto quanto a nascente N11. Das 10 nascentes avaliadas, as nascentes N3, N5 e N6 não apresentaram materiais flutuantes. Segundo Gomes *et al.* (2005), os materiais flutuantes são originados do lixo nos locais, representando risco através da contaminação da água.

A presença de espumas foi verificada em 4 nascentes (N4, N5, N10 e N11). Em relação à presença de óleos e esgoto nas nascentes, a N10 e a N11 foram identificadas com uma quantidade baixa de óleos e esgoto. A ocorrência de óleos observados na superfície da água é proveniente de esgoto pluvial ou do contato da água com lixos domésticos no entorno (FUNASA, 2004). A presença de materiais flutuantes, espumas e óleos, ocorre devido à proximidade com residências e pela ausência ou ineficiência da proteção, que facilita o contato humano ao local (GOMES *et al.*, 2005).

Por outro lado, a presença de vegetação ao redor das nascentes foi classificada em exótica e nativa. As nascentes N4 e N12 possuem pouca vegetação exótica ao seu redor. Já as nascentes N1, N2, N5, N6, N9, N10 e N11 apresentaram poucas espécies nativas ao seu redor. A nascente N3 não apresentou APP ao seu redor. Esses dados também foram observados por Garcia *et al.* (2018), em que os autores avaliaram 12 nascentes no município de Campinas (SP), e foi constatada que somente uma nascente possuía vegetação adequada conforme a Lei 12.651/2012, e essa nascente apresentou os melhores resultados de qualidade da água, o que denota a importância da manutenção de vegetação ao entorno das nascentes.

A presença de animais foi identificada em 2 nascentes, N1 e N5. Ainda se observou em 7 nascentes, N2, N3, N4, N6, N9, N10 e N11, evidências de animais através de pegadas e fezes. Somente na nascente N12 não foi evidenciada a presença de animais, pois a mesma encontra-se em uma propriedade privada. A presença de animais também foi constatada por Ferraz, Lago e Bargas (2017), sendo que das 107 nascentes avaliadas, 61,6% apresentaram a presença de gado, contribuindo para ampliação de processos de degradação do solo.

Em questões relacionadas ao uso antrópico nas proximidades das nascentes, observou-se que 4 nascentes, N1, N10, N11 e N12, estão localizadas próximas às residências. Em 5

nascentes, N2, N3, N5, N6 e N9, evidencia-se acesso às nascentes e apenas a nascente N4 apresenta ausência do uso antrópico. O acesso de animais e humanos às nascentes, bem como usos antrópicos nas suas proximidades podem contribuir para aumentar processos de degradação do solo, compactação do solo, assoreamento, presença de resíduos, processo erosivos (GALVAN *et al.*, 2018).

Em relação ao cercamento das nascentes, observa-se que apenas as nascentes N4 e N12 são cercadas. A N12 localiza-se num terreno particular e a N4 fica ao lado de uma escola onde é possível verificar que a mesma possui vegetação ao seu redor. Rangel *et al.* (2006) afirmam que as cercas ao redor de uma nascente evitam o pisoteio, a compactação do solo e a destruição das mudas e espécies em regeneração por animais existentes na área, como o gado, porcos, galinhas e outros.

Ao avaliar as 10 nascentes quanto à proximidade das residências e estabelecimentos, observou-se que apenas a N6 está localizada com uma metragem acima de 100 metros longe de residências. As nascentes N1 e N5 enquadram-se entre 50 e 100 metros longe de residências e estabelecimentos. As demais 7 nascentes N2, N3, N4, N9, N10, N11 e N12, encontram-se localizadas em menos de 50 metros das residências e estabelecimentos. Ao observar mais detalhamento o tipo de área de inserção, observa-se que 4 nascentes, N3, N5, N6 e N12, estão localizadas em área privada e de 4 nascentes não foram obtidas informações sobre esse item.

A proximidade com as residências se deu a menos de 50 metros, contrariando os dispositivos legais, principalmente do Código Florestal nº 12.651/2012, que em seu Art. 4º, inciso IV, estabelece um raio mínimo de cinquenta metros, para nascentes urbanas e rurais.

O Quadro 5 apresenta os resultados obtidos em relação à preservação das 10 nascentes avaliadas. Observa-se que nenhuma nascente foi classificada como classe A (Ótima) e classe B (Boa).

Quadro 5. Classificação das nascentes quanto ao grau de preservação avaliado

Classe	Grau de Preservação	Identificação das Nascentes (N)
C	Razoável	2 (N12 e N6)
D	Ruim	5 (N2, N3, N4, N5 e N9)
E	Péssima	3 (N1, N10 e N11)

Gomes *et al.* (2005) avaliaram algumas nascentes na cidade de Uberlândia (MG), observando a falta de proteção das áreas e a proximidade com residências como os principais fatores que influenciam os impactos ambientais, pois favorecem a intensificação de outros parâmetros como lixo ao redor, materiais flutuantes, uso por animais e por humanos e a degradação da vegetação. Em outro estudo, Cembranel, Bravo e Tonial (2018) avaliaram a qualidade de uma nascente em um loteamento residencial no município de Francisco Beltrão (PR). Neste estudo, mesmo identificando que a referida nascente possui as margens de acordo com legislação ambiental pertinente, os autores comprovaram que a condição ambiental da

mesma é considerada péssima, e supuseram que o resultado está ligado ao uso e conservação do solo da área, bem como aos processos de urbanização desencadeados pelo loteamento.

Para Silva *et al.* (2018), aspectos oriundos de práticas antrópicas, como a presença de animais, proximidades com casas, disposição inadequada de resíduos sólidos, falta de esgotamento sanitário, além da falta de vegetação e mata nativa ciliar nas margens são processos que mais contribuem para a degradação das nascentes.

Tal fato pode ser também considerado como similar ao que ocorre no bairro Fontes no município de Soledade (RS). Já foram realizados estudos de algumas nascentes no município de Soledade por Vivian (2018), objetivando mapear e analisar a situação ambiental das nascentes localizadas no perímetro urbano, auxiliando o município no planejamento urbano, assim como na preservação das suas nascentes. Das 31 nascentes analisadas, as maiores causas de degradação estão relacionadas à falta de vegetação nas áreas de APP, o uso das nascentes para dessedentação animal (equinos e bovinos), as lavouras próximas, o aterramento e a canalização das nascentes para loteamento e construção de moradias.

3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS USANDO O ECOKIT®

A seguir serão descritos os resultados obtidos através do Ecokit® das análises físico-químicas e microbiológicas dos seguintes parâmetros: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli* (Quadro 5), sendo que os resultados foram comparados com os valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

Cabe salientar que as amostras foram coletadas em períodos distintos e a coleta para as análises foram realizadas após 7 dias sem precipitação. De acordo com Pereira *et al.* (2011), a chuva e as demais fases do ciclo hidrológico têm influência direta na quantidade de águas das nascentes, fazendo com que estas estejam suscetíveis aos efeitos climáticos, podendo assim suas localizações e características de vazões serem alteradas no decorrer de um ano hidrológico.

As variações do parâmetro de temperatura para as 10 nascentes apresentaram valores de 16,5 °C e 22,2 °C. Tais valores estão em consonância com o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 - Classe 2, cujo valor máximo é de 40 °C.

Para o parâmetro do pH, a N6 e a N12 apresentaram pH mais ácido (5,5). A nascente N6 localiza-se no meio da mata nativa e a N12 possui muita matéria orgânica fecal em decomposição ao seu redor. As demais nascentes ficaram em uma média de pH de 6 a 7, não ultrapassando a Resolução CONAMA 357/2005, Classe 2. Para Alves *et al.* (2008), a variação de pH depende das relações existentes entre a matéria orgânica, rochas, ar e água e os seres vivos. Os valores mais baixos de pH podem estar associados com a decomposição da matéria orgânica presente nas amostras.

No parâmetro do oxigênio dissolvido, todas as nascentes possuem valores maiores que 5 mg/L de O₂, indicando que se adequam conforme a Resolução CONAMA 357/2005. Segundo Oliveira *et al.* (2014), baixos valores de oxigênio dissolvido indicam a presença de matéria

orgânica, provavelmente originada de esgotos e/ou material fecal de animais de produção e silvestres.

Em relação ao parâmetro de turbidez em Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU), a Resolução do Conama estipula um valor aceitável de 100 NTU. Observou-se que as nascentes N9 e N12 apresentaram 80 NTU, já as demais nascentes apresentaram 100 NTU.

O Quadro 6 apresenta os resultados para as análises dos coliformes totais e *Escherichia coli*, expressos em Unidades Formadoras de Colônias por 100 mL (UFC/100mL).

Quadro 6. Resultados dos coliformes totais e *Escherichia coli* (UFC/100mL) para as nascentes avaliadas no Bairro Fontes em Soledade (RS)

Identificação das nascentes	Resultados dos coliformes totais e <i>Escherichia coli</i> (UFC/100mL)
N01	Valores acima do permitido*
N02	Valores acima do permitido*
N03	Valores abaixo do permitido
N04	Valores acima do permitido*
N05	Valores acima do permitido*
N06	Valores acima do permitido*
N09	Valores acima do permitido*
N10	Valores acima do permitido*
N11	Valores acima do permitido*
N12	Valores acima do permitido*

Legenda: * - Ausência em 100mL.

Ao avaliar o Quadro 6, observa-se que apenas a nascente N3 não apresentou valores acima UFC/100mL, conforme Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011. A *Escherichia coli* é um micro-organismo de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal (CETESB, 2009).

Salienta-se que as análises microbiológicas utilizadas neste estudo como principal indicador de poluição fecal nas águas são os coliformes totais e fecais. Na água, o organismo indicador de contaminação fecal mais utilizado é a *Escherichia coli*, pois a presença mostra que a água pode ter recebido uma carga fecal, o que ocasiona a deterioração da qualidade microbiológica dessa e, por conseguinte, pode trazer riscos à saúde de quem consome tal água. Diante desses resultados iniciais de contaminação, e pela importância do estudo, realizou-se as análises microbiológicas em um laboratório credenciado na UNISC para validação e comparação dos dados obtidos com o uso do Ecokit®.

3.3 ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS E *ESCHERICHIA COLI* PARA AS NASCENTES DO BAIRRO FONTES EM SOLEDADE (RS)

No Quadro 7 apresenta-se os resultados para a verificação da qualidade da água bruta quanto às características microbiológicas. Foram adotados os padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, do Ministério da Saúde para uma avaliação segura das condições de potabilidade da água (BRASIL, 2017).

Quadro 7. Análises de coliformes totais e *Escherichia coli* para as nascentes do bairro Fontes em Soledade (RS)

Identificação das nascentes	Coliformes totais		<i>Escherichia coli</i>	
	1ª Coleta (100ml)	2ª Coleta (100ml)	1ª Coleta (100ml)	2ª Coleta (100ml)
N01	Presença	Presença	Presença	Presença
N02	Presença	Presença	Presença	Ausência
N03	Presença	Presença	Presença	Ausência
N05	Presença	Presença	Presença	Presença
N06	Presença	Presença	Presença	Ausência
N09	Presença	Presença	Ausência	Presença
N10	Presença	Presença	Presença	Ausência
N11	Presença	Presença	Presença	Presença
N12	Presença	Presença	Presença	Presença

Todas as nascentes demonstraram presença de coliformes totais. Tais resultados confirmam aqueles obtidos no Ecolit[®] e corroboram a qualidade ambiental das nascentes avaliadas e apresentadas no Quadro 4.

Os resultados para a análise de *Escherichia coli* apresentaram valores positivos nas amostras avaliadas. Ao comparar os resultados quanto ao grau de preservação de nascentes observa-se que as nascentes N1 e N11 estão enquadradas na Classe E, consideradas com um grau de preservação péssimo. Já as nascentes N5 e N9 são enquadradas como grau de preservação ruim (classe D) e, por fim, a nascente identificada como N12 foi enquadrada na classe C que remete à preservação Razoável.

Ao avaliar e comparar os resultados obtidos, observa-se que a única nascente considerada com Classe B, a nascente N6, apresenta resultados positivos para Coliformes Totais nas duas coletas realizadas e também a presença de *Escherichia coli* para primeira coleta de análise realizada. Ressalta-se que nessa nascente evidenciou-se ação antrópica o que pode apontar contaminação fecal.

A proximidade com residências e, conseqüentemente, a ausência de APP são fatores que influenciam na degradação das nascentes, pois eles favorecem a intensificação de outros parâmetros como lixo ao redor, materiais flutuantes, o aterramento e a canalização, uso por animais e por humanos, as lavouras próximas entre outros motivos.

Dentre as atribuições que poderiam ser adotadas, uma delas seria ações públicas voltadas para a preservação e recuperação dessas nascentes e o cumprimento da legislação vigente que prevê a presença de 50 m de APP para cada nascente conforme Código Florestal (Lei 12.651/2012). As nascentes analisadas necessitam urgentemente de medidas de recuperação, conservação e fiscalização, fazendo-se valer também o que determina a Lei Municipal nº 2955/2005.

Todos os indicadores, sejam eles de qualidade ambiental ou através de análises físico-químicas e microbiológicas realizadas, contribuem para reafirmar que as práticas de preservação ambiental não são processos isolados, mas sim ações construídas em conjunto e que perpassam várias esferas da sociedade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os dados colhidos e a partir das observações a campo sobre a qualidade ambiental das 13 nascentes estudadas, pode-se observar que as práticas antrópicas contribuem diretamente para a qualidade ambiental das nascentes dos aspectos macro e microbiológicos avaliados neste trabalho.

Verificou-se que mais de 80% das nascentes estudadas possuem sua classificação entre Classe E e D, variando de péssimo a ruim. Isso denota que ações iniciadas no âmbito público e privado devam ser tomadas para a minimização desses distúrbios ambientais encontrados nas nascentes.

A metodologia proposta atende a aspectos importantes sobre a qualidade ambiental das nascentes e possui mérito por ser capaz de contribuir para gestores públicos no direcionamento e processo de avaliação preliminar das nascentes, contudo a metodologia poderia ser complementada com a adição de testes e avaliação de outros tipos de agentes degradadores, como, por exemplo, metais pesados, fármacos e resíduos de agrotóxicos, contudo cabe uma análise pontual caso a caso.

Portanto, conclui-se que todas as nascentes apresentaram perturbações antrópicas, o que indica a razão das alterações ambientais que as nascentes vêm sofrendo ao longo do tempo, demonstrando a importância do fomento de políticas públicas municipais que possam auxiliar na preservação das nascentes que são consideradas fundamentais para o aumento do fluxo dos cursos d'água, influenciando diretamente na quantidade e na qualidade das águas.

Ainda, ações públicas são emergentes para a preservação e recuperação dessas nascentes através das práticas de educação ambiental. Por fim, cabe salientar a necessidade do cumprimento da legislação vigente que prevê a presença de 50 m de APP para cada nascente, fazendo-se valer também o que determina a Lei Municipal nº 2955/2005.

5 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Sicredi Botucarai (RS) e às demais instituições parceiras pela contribuição no desenvolvimento deste projeto. Este estudo foi financiado com bolsas INICIE/UERGS e FAPERGS.

REFERÊNCIAS

- ALFAKIT. **Manual Colipaper petri**. Análise Microbiológica de *E. coli* e Coliformes Totais. 2019.
- ALVES, E. C. *et al.* Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó - Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 39-48, 2008.
- BAIRD, R. B. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 23rd Edition, Washington: American Public Health Association, 2017. 1082p.
- BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 14 ago. 2019.
- BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 14 ago. 2019.
- BRASIL. Lei Municipal nº 2955, de julho de 2005. **Dispõe sobre a política do Meio Ambiente do Município de Soledade e dá outras providências**. Prefeitura Municipal de Soledade (RS). Disponível em: <https://www.soledade.rs.gov.br/publicacoes/publicacao/lei-29552005/3882>. Acesso em: 14 ago. 2019.
- BRASIL. **Portaria Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX - Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de Potabilidade (Origem: Portaria MS/GM 2914/2011). Diário Oficial da União, set. 2017.
- CABANELAS, I. T. D.; MOREIRA, L. M. A. Estudo sobre o estado de preservação das nascentes do rio Sapato, Lauro de Freitas-BA. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, Salvador, v. 6, n. 2, p. 160-162, mai./ago. 2007. <http://dx.doi.org/10.9771/cmbio.v6i2.4192>.
- CEMBRANEL, A. S. *et al.* Qualidade ambiental de nascente em área urbana. **Tecnologia e Ambiente**, v. 25, p. 145, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18616/ta.v25i0.4589>.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.** São Paulo: CETESB, 2009.

CHAMPMAN, D. **Water Quality Assessments - A Guide to Use of, Sediments and Water in Environmental Monitoring.** 2nd ed. London: E&FN Spon - Chapman & Hall, 1996. 626p.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2019.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: Princípios e práticas.** 5ª ed. São Paulo: Editora Gaia, 1998. 400p.

FERRAZ, F.; LAGO, G. M. T.; BARGOS, D. C. Mapeamento e classificação do nível de degradação das nascentes da microbacia do ribeirão dos passos (mbrp) como subsídio ao planejamento ambiental. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 64, p. 78-90, 2017.

FUNASA (Fundação Nacional de Saneamento). 2004. **Manual de saneamento.** Disponível em: http://www.funasa.gov.br/bibliotecaeletronica/publicacoes/engenharia-de-saude-publica//asset_publisher/ZM23z1KP6s6q/content/manual-des-saneamento?inheritRedirect=false. Acesso em: 28 out. 2019.

GALVAN, K. A. *et al.* Análise ambiental macroscópica e a qualidade da água de nascentes na bacia do Rio São Domingos/SC, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 165-176, 2020. DOI: <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2020.001.0016>.

GARCIA, J. M. *et al.* Degradação ambiental e qualidade da água em nascentes de rios urbanos. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 1, p. 228-254, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14393/sn-v30n1-2018-10>.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 17, n. 32, p. 103-120, 2005. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9169>. Acesso em: 14 ago. 2019.

LEMOS, J. J. S. Níveis de degradação no nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza: Banco do Nordeste, v. 32, n. 3, p. 406-429, 2001.

MALACQUIAS, G. B.; CANDIDO, B. B. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes do Município de Betim, MG: análise macroscópica. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 51-65, 2013. Disponível em: <https://www.uninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/174/62>. Acesso em: 14 ago. 2019.

MELO, R. A. **Qualidade físico-química e microbiológica de água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB**. 104f. Dissertação (Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

MENDONÇA, M. G. **Políticas e condições ambientais de Uberlândia-MG, no contexto estadual e federal**. 2000. Dissertação. (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2000.

OLIVEIRA, L. N. de; SILVA, C. E. da. Qualidade da água do Rio Poti e suas implicações para atividade de lazer em Teresina-PI. **Revista Equador (UFPI)**, v. 3, n. 1, p. 128-147, 2014.

OLIVEIRA, C. N.; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. **Química Nova**, v. 33, n. 5, p. 1059-1066, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010000500010>.

PARAGUASSÚ, L. *et al.* **Influência da urbanização na qualidade das nascentes de parques municipais em Belo Horizonte - MG**. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, Recife, 2010. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/8/1/61.pdf>. Acesso em: 27 out. 2019.

PINTO, N. G. M.; CORONEL, D. A. A Degradação Ambiental no Brasil: uma análise das evidências empíricas. **Rev. Observatório de la Economía Latinoamericana**, Málaga, n. 188, 2013. Disponível em: <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/13/economia-ambiental.html>. Acesso em: 19 ago. 2019.

PONS, N. A. D.; PEREIRA, I. Z. Estudo da qualidade ambiental de app de nascentes da bacia do ribeirão José Pereira, com o auxílio do geoprocessamento. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 7, n. 1, p. 120-132, 2018.

RANGEL, A. R. M.; OLIVEIRA, V. P. S.; MOREIRA, M. A. C. O programa rio rural no estado do rio de janeiro: a experiência na microbacia canal Jurumirim, município de Macaé. **Revista Monografias Ambientais - REMOA/UFMS**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 302-322, 2006.

RICHTER, C. A. **Parâmetros de qualidade e definição de processos de tratamento. Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Blucher, 2009. p. 65-89.

SANTO, C. L. *et al.* Avaliação ambiental da área de preservação permanente das nascentes e corpo hídrico impactados pela atividade pecuária rotativa. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 25385-25390, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-1116>.

SILVA, Telliane Santos Salgueiro *et al.* Diagnóstico ambiental de nascentes na bacia hidrográfica do Rio Piauí, Alagoas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 3, p. 399, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v13i3.5844>.

SANTOS, Lariane Braz *et al.* **Mapeamento e Análise Ambiental de Nascentes do Bairro Fontes no Município de Soledade (RS)**. 9º Siepex - Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão. Porto Alegre, 2019.

SOLEDADE. Lei nº 2955 de 22 de julho de 2005. **Dispõe sobre a política do meio ambiente do município de Soledade e dá outras providências.** Disponível em: <https://www.soledade.rs.gov.br/publicacoes/publicacao/lei29552005/3882>. Acesso em: 10 nov. 2017.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VIVIAN, Luiz Antônio Nicolodi. **Mapeamento e Análise Ambiental de Nascentes no Perímetro Urbano do Município de Soledade (Rio Grande do Sul).** Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharel em Gestão Ambiental. UERGS - Unidade Alto da Serra do Botucaraí. Soledade, 2018.

VIVIAN, L. A. N.; PRESTES, M. M. B.; RICHTER, M.; COSTA, E. S.; LARA, D. M. Análise ambiental de nascentes no perímetro urbano de Soledade (Rio Grande do Sul, Brasil). **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 5, n. 3, p. 302-310, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.53.302-310>.

PEREIRA, P. H. V. *et al.* Nascentes: Análises e discussão dos conceitos existentes. **Fórum ambiental da alta Paulista (ANAP)**, Campinas, v. 7, n. 2, 2011. Disponível em: http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/viewFile/109/111. Acesso em: 31 jul. 2018.