

Análise ambiental macroscópica e a qualidade da água de nascentes na bacia do Rio São Domingos/SC, Brasil

A análise ambiental de nascentes pode ser entendida como um método para a verificação da qualidade do ambiente no seu entorno, e possíveis impactos na qualidade das águas e na sua viabilidade para consumo humano. O presente estudo objetivou analisar nove nascentes na zona rural do município de Cunha Porã/SC, utilizadas para abastecimento humano. Para tanto, foi realizada avaliação ambiental macroscópica e foram analisados parâmetros físico-químicos e microbiológicos da qualidade da água: pH, nitrogênio total, fósforo total, oxigênio dissolvido, 2,4-D, Glifosato, Atrazina, turbidez, temperatura, condutividade elétrica, coliformes totais e Escherichia coli. Foi verificado o não cumprimento da legislação vigente no que tange as Áreas de Preservação Permanente e possíveis impactos ambientais associados. Com relação à qualidade, as águas das nascentes se apresentaram como não potáveis, devido à presença de 2,4-D e Atrazina acima dos limites para potabilidade, bem como a positividade de Escherichia coli em 100% das amostras. Sendo assim, há potencial risco à saúde da população que faz uso da água dessas nascentes.

Palavras-chave: Água subterrânea; Uso e ocupação do solo; Impacto ambiental; Agroquímicos; Contaminação fecal.

Macroscopic environmental analysis and water quality of springs in São Domingos Watershed/SC, Brazil

The environmental analysis of springs is understood as a method to verify the quality of the environment in its surroundings, and possible impacts on water quality and its viability for human consumption. Thus, the study aimed to analyze nine springs located in the rural area of the municipality of Cunha Porã/SC (Brazil), used for human supply. For this reason, the macroscopic environmental evaluation was used in conjunction with the analysis of physical-chemical and microbiological parameters of water quality: pH, total nitrogen, total phosphorus, dissolved oxygen, 2,4-D, glyphosate, atrazine, turbidity, temperature, electrical conductivity, total coliforms and Escherichia coli. It was verified the non-compliance with the legislation in force regarding the Permanent Preservation Areas and possible associated environmental impacts. The water from the springs were not potable, due to the presence of 2,4-D and Atrazine higher than the limit for potability, as well as the positivity of Escherichia coli in 100% of the samples. There is a potential health risk to the population that uses water from these sources.

Keywords: Subterranean water; Land use and occupation; Environmental impact; Agrochemicals; Fecal contamination.

Topic: **Engenharia Ambiental**

Received: **04/12/2019**

Approved: **12/01/2020**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Kelli Andreiza Galvan

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0241813368711212>
kelliandreiza@gmail.com

Raphael Corrêa Medeiros

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2977594460581447>
<http://orcid.org/0000-0002-7090-1731>
medeirosrg@yahoo.com.br

Rorai Pereira Martins Neto

Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/4925375972651580>
<http://orcid.org/0000-0001-5318-2627>
rorai.martins@unesp.br

Tiago Liberalesso

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8224902988512015>
<http://orcid.org/0000-0003-1229-6411>
thiagoliberalesso@hotmail.com

Jaqueline Ineu Golombieski

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0884818333843539>
<http://orcid.org/0000-0001-7096-1972>
jgolombieski2012@gmail.com

Renato Zanella

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2541865299438479>
<http://orcid.org/0000-0002-5971-1785>
renato.zanella@ufsm.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.001.0016

Referencing this:

GALVAN, K. A.; MEDEIROS, R. C.; MARTINS NETO, R. P.; LIBERALESSE, T.; GOLOMBIESKI, J. I.; ZANELLA, R.. 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: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.001.0016>

INTRODUÇÃO

A prática do desmatamento, a retirada das matas ciliares, o uso inadequado do solo com a agricultura, o aumento da zona urbana sem planejamento, entre outros fatores, vêm comprometendo a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos disponíveis. Nesse contexto, encontram-se as nascentes, que são importantes para as bacias hidrográficas, pois dão origem aos cursos de água que são utilizados para abastecimento humano, tanto em zonas rurais como em zonas urbanas (COSTA, 2011).

As características das águas naturais são definidas de acordo com suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Tais características são obtidas ao longo dos ciclos hidrológicos, geológicos e bioquímicos na natureza (CALIJURI et al., 2013). Sendo assim, a qualidade final da água de um manancial reflete as atividades que são desenvolvidas na bacia hidrográfica, as quais são utilizadas como unidades de trabalho na gestão de recursos hídricos (TORRES et al., 2011; LEAL et al., 2017).

Logo, quantidade e qualidade das águas dependerão dos aspectos ambientais, como clima, relevo, tipo de solo e vegetação circundante, além de aspectos sociais, como a interferência nas relações de sinergia do meio, através da disposição inadequada de resíduos sólidos, do lançamento de esgotos sanitários e industriais sem os devidos tratamentos, uso do solo e da aplicação abusiva de fertilizantes e defensivos agrícolas (CALIJURI et al., 2013; PINTO et al., 2004; BERTONI et al., 2014).

De acordo com Costa (2011) e Leal et al. (2017), as nascentes, também conhecidas por olhos ou fio d'águas, minas d'água, cabeceiras e fontes, são afloramentos de água armazenada em reservatórios subterrâneos, chamados de aquíferos ou lençóis, que dão início aos pequenos cursos de água, ou seja, são responsáveis pela produção de água que circula na superfície. São ecossistemas únicos, com grande concentração de espécies endêmicas, com importante valor não só ambiental, mas também, cultural, social e econômico (DAVIS et al., 2017). Muitas vezes são severamente impactadas, necessitando de gestão e conservação (ROSSI et al., 2015).

As nascentes são classificadas como Áreas de Preservação Permanente (APPs), segundo a lei nº 12.651 de 2012, e deve possuir área, de raio mínimo de 50 metros, ocupada ou não por vegetação nativa (BRASIL, 2012). As APPs são um dos principais instrumentos do Código Florestal Brasileiro, cujas funções ambientais são de: proteger o solo e os recursos hídricos, evitando a poluição das águas e assoreamento dos rios, manter o fluxo gênico da fauna e flora, bem como a qualidade de vida da população (REIS et al., 2012).

Segundo Lima (2011), diante da crescente urbanização e o desafio de fornecer alimentos para a população, é difícil imaginar a produção dos mesmos sem o uso de agrotóxicos, pois estes melhoram a produtividade agrícola. Moreira et al. (2012) relatam que o potencial de contaminação ambiental pelos agrotóxicos afeta não somente o ambiente das áreas ao entorno dos locais de plantio, como também as águas superficiais e subterrâneas. A água é um dos recursos do meio ambiente que apresenta maior fragilidade em relação aos agrotóxicos (MEKONEN et al., 2016).

Considerando a importância da preservação dos recursos hídricos, a proposta deste trabalho foi realizar análise ambiental macroscópica de nove nascentes de água localizadas na zona rural do município

de Cunha Porã/SC, e avaliar a qualidade da água com o intuito de oferecer contribuições para a proteção e conservação de nascentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo

O município de Cunha Porã está situado no Oeste do Estado de Santa Catarina, nas coordenadas 26°53'37" S e 53°10'05" O, a uma altitude média de 570 m. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), base de dados do Censo Demográfico 2010, a população é de 10.905 habitantes, em uma área territorial de 217,915 km². A economia do município se baseia principalmente na atividade agropecuária, como o cultivo de milho, fumo, soja e feijão, bovinocultura de leite, avicultura de corte e a suinocultura. Abrange também o setor têxtil, indústria de madeira e fábrica de ração para frangos de corte.

A bacia hidrográfica do Rio Uruguai tem grande importância para o Oeste de Santa Catarina, não apenas pelo seu volume de água transportado, mas também pelo potencial hídrico e capacidade de aproveitamento, além da contribuição social e econômica para a região. No município de Cunha Porã, encontra-se a nascente do Rio São Domingos, cuja foz se localiza no município de Caibi/SC. Este rio é utilizado para o abastecimento de água da população, bem como para recreação (área de camping, lazer e pesca). Além disso, corta o município praticamente pela área mais urbanizada da cidade, apresentando uma pequena faixa de mata ciliar aos seus arredores. O desmatamento das matas ciliares e o uso inadequado dos solos têm contribuído para diminuição dos volumes e da qualidade da água (TERNUS, 2007).

Definição dos pontos de coleta de dados

O número de nascentes a serem estudadas foi definido em conjunto com a Secretaria de Meio Ambiente do município de Cunha Porã. Foram escolhidas nove nascentes, cada uma apresentando diferentes tipos de uso e ocupação do solo. Optou-se por nascentes primárias, conhecidas como 'cabeceras'. Essa definição foi realizada com auxílio do técnico da prefeitura de Cunha Porã, utilizando mapa em arquivo digital, o qual continha informações sobre os locais exatos em que se encontravam todas as nascentes do município.

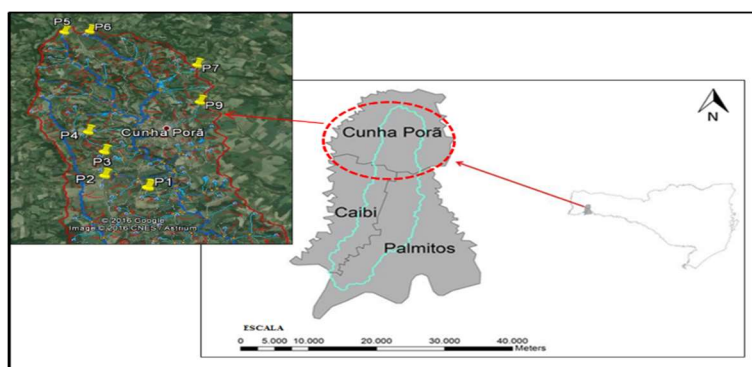


Figura 1: Delimitação da bacia hidrográfica do Rio São Domingos e a distribuição espacial das nascentes estudadas para avaliação ambiental em Cunha Porã/SC (Imagem adaptada do Google Earth® 2017).

A Figura 1 apresenta abrangência da bacia hidrográfica do Rio São Domingos – municípios de Cunha Porã, Palmitos e Caibi, bem como a localização geográfica das nove nascentes estudadas, todas pertencentes ao município de Cunha Porã, SC. Foram coletadas informações a campo, com o auxílio das coordenadas geográficas e observaram-se alguns parâmetros macroscópicos para avaliação ambiental, descritos na tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros ambientais macroscópicos a utilizados para avaliação de nascentes.

PARÂMETROS	OBSERVAÇÕES		
	Presença	Ausência	Tipo
Cultivo agrícola	Presença	Ausência	Tipo
Resíduos Sólidos	Muito	Pouco	Ausência
Materiais flutuantes	Muito	Pouco	Ausência
Esgoto	Esgoto doméstico	Esgoto Industrial	Sem esgoto
Mata ciliar	Ausência	Degradada	Preservada
Uso por animais	Presença	Apenas marcas	Não detectado
Uso por humanos	Presença	Apenas marcas	Não detectado
Proteção do local	Sem proteção	Com proteção	Tipo
Proximidade com residência ou estabelecimento	Menos de 50 metros	Entre 50 e 100 metros	Mais de 100 metros

Protocolo amostral das coletas de água

O protocolo de amostragem seguiu as normas ABNT NBR 9898:1987. As amostras foram coletadas em setembro de 2015, em período de estiagem, de acordo com as condições de acesso de cada ponto, tais como: no afloramento da água, no meio da represa ou na saída da água da represa para o leito. Todos os parâmetros foram avaliados seguindo recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al., 2005). As medidas de temperatura da água e concentração de oxigênio dissolvido foram realizadas a campo, com o auxílio do termômetro digital e oxímetro portátil.

Os recipientes foram lavados por três vezes consecutivas com a água das nascentes para a ambientação, somente na quarta vez foram devidamente preenchidos (exceto os frascos para análise de resíduos agrotóxicos, que foram apenas preenchidos com a amostra de água). Os recipientes foram mergulhados com a boca para baixo, a fim de evitar a introdução de contaminantes superficiais, e contra o fluxo de água, identificados com dados de analista, procedência, local, data e hora da coleta. Foram submetidos à refrigeração (caixa de isopor com gelo) e enviados aos laboratórios no mesmo dia da coleta.

Para a determinação de agroquímicos, coletou-se 1L de amostra, em garrafa de vidro estéril, previamente descontaminada com solução de Extran® alcalino, enxaguada com metanol e seca em estufa a 105 °C. Foram analisados 2,4 D, Atrazina e Glifosato, amplamente utilizado no país em diversas culturas, entre elas: soja, milho, trigo, arroz, cana-de-açúcar, de acordo com metodologia de Zanella et al. (2003) e Bertoluzzi et al. (2006). Para os parâmetros pH, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, condutividade elétrica, coliformes totais e Escherichia coli, utilizaram-se como recipiente de coleta, frascos estéreis, com volume de 500 mL.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação Ambiental Macroscópica e Impactos Ambientais

As nove nascentes caracterizadas nesse estudo foram analisadas quanto ao uso e ocupação do solo no entorno do manancial, quanto ao grau de conservação da nascente e quanto à qualidade da água produzida. Em relação ao grau de conservação, pode-se verificar que apenas duas das nove nascentes avaliadas, apresentaram as margens preservadas, (P3 e P4), três apontaram área de revegetação natural (P5, P6 e P8) e as demais demonstraram alta degradação ambiental, conforme tabela 2.

Tabela 2: Resultado da avaliação ambiental macroscópica de nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos, Cunha Porã/SC.

Ponto	Observações Ambientais
P1	Sem presença de vegetação, posto de combustível construído em cima da nascente.
	Proximidade com residência em menos de 50 metros.
	Água com coloração amarelada e presença de espuma na superfície, drenada com tubos instalados nas camadas subterrâneas.
P2	Sem presença de vegetação, nascente localizada no meio de cultivo agrícola.
	Proximidade com residência entre 50 e 100 metros.
	Água drenada com tubos instalados nas camadas subterrâneas.
P3 e P4	Presença de margem de vegetação e alguns resíduos, como frascos de agrotóxicos e garrafas PET.
P5	Mata nativa em formação, proteção com cerca em apenas uma das margens. Proximidade com residência entre 50 e 100 metros e presença de cultivo agrícola em menos de 50 metros.
P6	Mata nativa em formação, proteção com cerca nas duas margens. Presença de cultivo agrícola entre 50 e 100 metros.
P7	Sem presença de vegetação, nascente localizada no meio de cultivo agrícola. Proximidade com residência entre 50 e 100 metros.
P8	Mata nativa em formação, proteção com cerca nas duas margens. Proximidade com residência em mais de 100 metros e presença de cultivo agrícola em menos de 50 metros.
P9	Presença de vegetação, no entanto com alta degradação. Proximidade com residência em mais de 100 metros, presença de cultivo agrícola em menos de 10 metros e tráfego de veículos em menos de 20 metros.

Cabe salientar ainda outros pontos: 66,7 % das nascentes não apresentavam qualquer proteção, seja por barreiras naturais ou artificiais, estando propensas à degradação. Fator também exposto por Pinto et al. (2004), onde a facilidade de uso por humanos ou animais está relacionada a impactos negativos como: compactação do solo pelo gado e por práticas de plantio de culturas; presença de lixo, estrume, erosão, voçorocas e desmatamento.

Em relação ao grau de conservação da APP ao redor da nascente, pode-se verificar que apenas duas nascentes avaliadas apresentaram as margens preservadas (22,2%), três estavam perturbadas, mas em fase de regeneração natural (33,3%) e as demais (44,4%) demonstraram alta degradação ambiental. Pinto et al. (2004) verificaram que das 177 nascentes perenes avaliadas, em Lavras (MG), 60% estavam perturbadas (baixa degradação), 25% em alta degradação e apenas 15% estavam preservadas.

Os resultados do presente estudo estão próximos ao de Gomes et al. (2005) que relataram elevada degradação ambiental de 16 nascentes estudadas no município de Uberlândia (MG), principalmente devido à falta de proteção e proximidade com residências. Já França Junior et al. (2013) constataram que 63% (5/8) das nascentes estudadas no município de Umuarama (PR) estavam em péssimas condições de conservação, não diferenciando se distavam ou não da zona urbana.

Nenhuma das nascentes avaliada distava mais de 100 metros de área agrícola, cinco nascentes (55,5%) entre 50 e 100 metros e em quatro (44,4%), em menos de 50 metros. Em relação a isso, Leal et al. (2017) apontaram alguns impactos negativos: presença de espécies exóticas animais e vegetais, e ausência de vegetação nativa na APP das nascentes. Os mesmos autores relatam a fácil realização da análise ambiental macroscópica, além de ser boa fornecedora de informações importantes para o manejo e controle ambiental.

De modo geral, a redução da vegetação ciliar tem consequências graves ao ambiente: aumento dos processos de erosão do solo e impactos negativos na qualidade da água e na biodiversidade (Oliveira et al., 2012). Esses mesmos autores encontraram uma maior riqueza de espécies em nascentes preservadas e perturbada em relação às degradadas.

Qualidade da água das nascentes

Através de entrevistas com os moradores, pode-se verificar que, na maioria das residências, a principal fonte de água utilizada para abastecimento das famílias vem das respectivas nascentes, sendo utilizadas tanto in natura quanto para a preparação de alimentos, higiene e limpeza e em descargas sanitárias. Sabe-se que, em geral, as propriedades rurais não contam com um sistema público de abastecimento de água e, por esse motivo, dependem da fonte de água disponível na propriedade.

Para verificar a qualidade da água, foi utilizado o anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017 do Ministério da Saúde (padrão de potabilidade) (BRASIL, 2017) e a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 (enquadramento dos cursos d'água) (BRASIL, 2005). Os resultados para as variáveis químicas se encontram nas figuras 2, 3 e 4.

O pH nas nascentes P1, P3, P4, P5, P7, P8 e P9 manteve a média de 6,5 estando de acordo com os padrões estabelecidos. Já as nascentes P2 e P6 apresentaram valores de pH abaixo de 6, na atendendo aos padrões (CONAMA 357 de 2005 e Portaria de Consolidação nº 5 de 2017). Os resultados considerados levemente ácidos, possivelmente aconteceram pelo manejo de solo do local (AGRIZZI, 2012). Lima (2011) descreve que a oscilação nos valores de pH pode estar associada à decomposição da matéria orgânica e à atividade respiratória de microrganismos, com liberação e dissolução de gás carbônico (CO₂) na água.

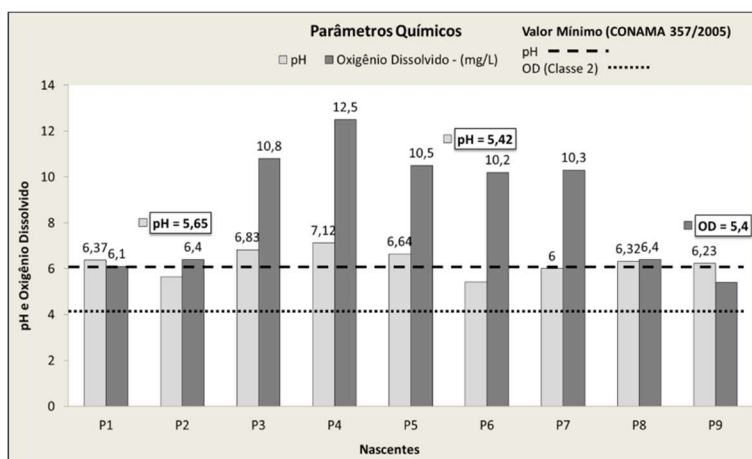


Figura 2: Resultados das análises de pH e Oxigênio Dissolvido na qualidade da água de nascentes.

O oxigênio dissolvido possui como parâmetro normativo o valor mínimo inferior a 6 mg/L O₂, para classe

1 de acordo com a CONAMA 357 de 2005. Dessa forma, todas as nascentes se enquadrariam como classe 1, exceto a nascente P9, que seria de classe 2. De acordo com Lima (2011), as oscilações dos valores de oxigênio dissolvido estão relacionadas com os processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem no corpo hídrico e sua concentração associa-se com a temperatura, pressão e salinidade. O oxigênio dissolvido é um parâmetro importante para águas superficiais, pois quando encontrado em concentrações baixas, comumente está associado a processos de poluição, com possibilidade de mortandade de peixes e outros seres vivos do meio aquático (OLIVEIRA, 2014).

Ao analisar o nitrogênio total pode-se observar que todas as amostras estão de acordo com os valores estabelecidos para $\text{pH} \leq 7,5$, para as classes 1 e 2 (3,7 mg/L) de acordo com a CONAMA 357 de 2005 (figura 3). Segundo Lima (2011), a presença de nitrogênio em nascentes, deve-se pela decomposição da matéria orgânica e pela aplicação de fertilizantes no solo, que pode reter transformar ou transportar nutrientes para os mananciais por meio do escoamento superficial ou da infiltração da água no solo.

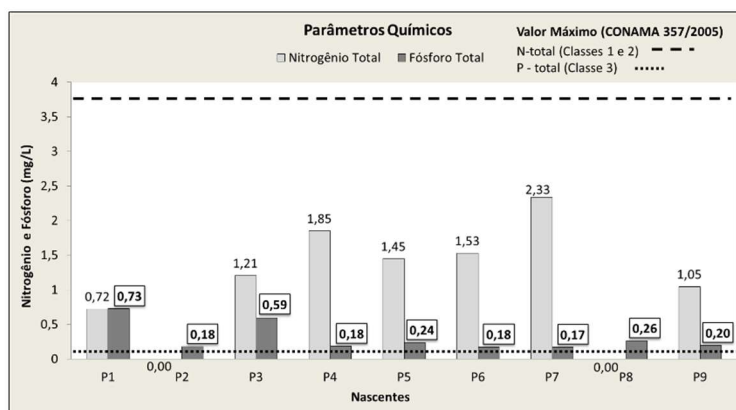


Figura 3: Resultados das análises de nitrogênio total e fósforo total na qualidade da água de nascentes.

A presença de fósforo analisada nos pontos de coleta apresentou valores superiores a 0,15 mg/L, estando acima do valor máximo permitido segundo a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 para classe 3; portanto, todas as nascentes, apresentam água com classe 4 (figura 3). Nos pontos estudados, as faixas de proteção ambiental, eram na grande maioria inexistentes sendo ocupadas por áreas agricultáveis, que segundo Brady et al. (2013), são características que influenciam o transporte de fósforo aos corpos d'água. Para Agrizzi (2012), a fonte de fósforo em águas de nascentes pode ser também em função dos excrementos de animais.

Para o 2,4-D, os valores máximos admitidos não podem exceder 30,0 $\mu\text{g/l}$, para classe 3 da Resolução CONAMA 357 e do anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017. Observou-se que apenas P9 apresentou 220 $\mu\text{g/L}$, sete vezes maior que o permitido pela legislação (figura 4). O glifosato manteve-se ausente nos nove pontos de coleta, ressaltando-se que o valor máximo permitido, para classe 3, é de 280 $\mu\text{g/L}$. A Atrazina foi detectada na água das nascentes P1, P6, P7 e P9; porém, apenas na primeira a concentração estava abaixo dos parâmetros estabelecidos para classe 3, de 2 $\mu\text{g/L}$. A água das nascentes P6, P7 e P9 a concentração encontrada foi de 15 a 105 vezes superior aos padrões da classe 3, bem como acima da concentração máxima permitida na Portaria de Consolidação nº 5 (2017), anexo XX, portanto, não

potáveis.

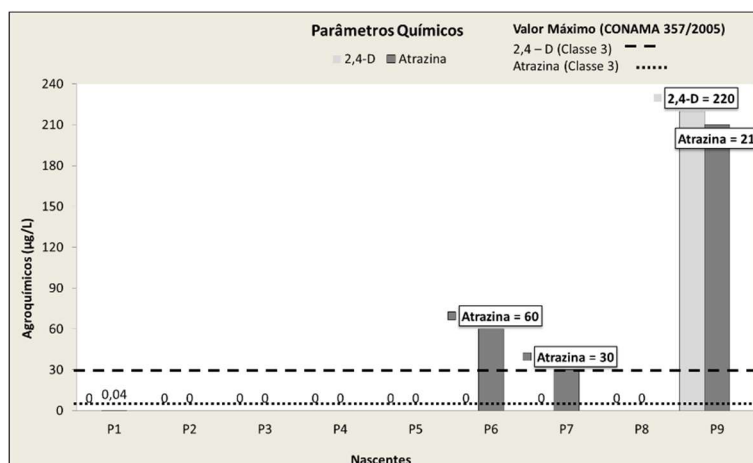


Figura 4: Concentração de 2,4-D e Atrazina em água de nascentes.

É importante mencionar que na International Union of Pure and Applied Chemistry, a Atrazina é descrita como moderadamente móvel no solo, e classificada de ligeiramente perigosa à saúde humana (Classe III, pela Organização Mundial de Saúde). Com relação ao 2,4-D, é móvel no solo e altamente solúvel em água, além disso, conduz a efeitos na reprodução e desenvolvimento humano e neurotoxicidade; portanto, de classe II (moderadamente perigoso, pela Organização Mundial de Saúde).

Segundo Rebelo et al. (2014), a distribuição de agroquímicos no ambiente depende de inúmeros processos, como: escoamento superficial, lixiviação, sorção e degradação. Anderson et al. (2013) relatam que a contaminação por agroquímicos não fica limitada a cursos d'água próximos. Os autores verificaram relação da precipitação às concentrações de agroquímicos encontradas na água e sedimentos de alagados (wetlands) nos Estados Unidos, com risco potencial de toxicidade crônica e aguda para peixes, invertebrados e plantas. Conclusões semelhantes também são reportadas por Moreira et al. (2012). Todos esses autores, de maneira geral, observaram que os agroquímicos não ficam restritos a apenas um ambiente, sendo encontrados no solo, água superficial e subterrânea, água da chuva, animais, com riscos à saúde humana e à biodiversidade.

Bortoluzzi et al. (2006) presenciaram alguns princípios ativos de agrotóxicos, entre eles Atrazina, em concentrações superiores aos limites estabelecidos por órgãos ambientais para águas superficiais, cujas sub-bacias hidrográficas estavam margeadas por lavouras de fumo. Mekonen et al. (2016), ao estudarem resíduos de pesticidas em diferentes fontes de água utilizadas para abastecimento público na Etiópia, encontraram 2,4-D, malathion, diazinon, entre outros agroquímicos, inclusive em água tratada. Verificaram também que alguns pesticidas, entre eles o 2,4-D, apresentavam-se em maiores concentrações em águas subterrâneas; enquanto outros, em águas superficiais.

A figura 5 relata os resultados das análises físicas de qualidade das águas. Nas análises de turbidez da água, detectou-se que a água das nascentes P2, P4, P5, P6, P7, P8 e P9 enquadraram-se nos parâmetros estabelecidos pela CONAMA 357 de até 100 UNT, no entanto para os pontos P1 e P3 os valores detectados ultrapassam consideravelmente os valores de referência, observando-se valores próximos a 450 UNT. Quanto à potabilidade, apenas a nascente P6, seria potável por apresentar turbidez menor que 5,0 UNT. Para Lima (2011), a turbidez está associada à presença de sólidos dissolvidos ou em suspensão, como argila, sílica,

matéria orgânica e inorgânica finamente dividida e organismos microscópicos. A turbidez reduz a fotossíntese dos organismos do fito plâncton, algas e vegetação submersa.

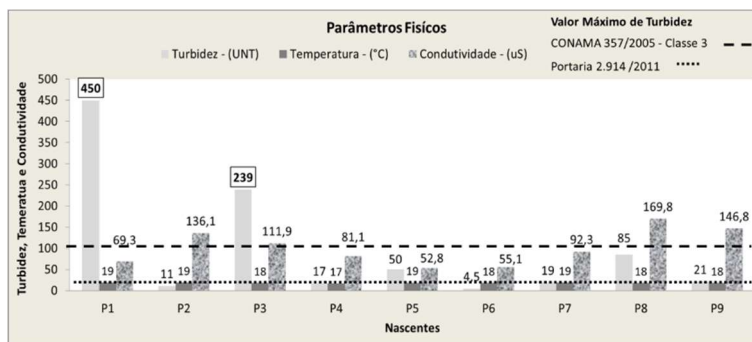


Figura 5: Valores de turbidez, temperatura e condutividade na água de nascentes.

Valores elevados de temperatura e condutividade elétrica podem estar associados à presença de sais provenientes do próprio solo ou de despejos domésticos. A temperatura atua no aumento da velocidade das reações químicas, solubilidade das substâncias e no metabolismo dos organismos presentes no meio aquático. Já a condutividade elétrica é um indicador da salinização do solo, que pode causar toxicidade às plantas (LIMA, 2011).

Os resultados da qualidade microbiológica da água das nascentes podem ser observados na figura 6. Com questão aos coliformes totais, as concentrações mensuradas não estão em conformidade ao Anexo XX, da Portaria de Consolidação nº5 de 2017, uma vez que deveriam estar ausentes em 100 mL; por conseguinte, a água das nascentes não é potável. No entanto, coliformes totais podem estar presentes no próprio solo, exigindo ressalvas, de maneira geral, quanto a sua presença na água. Conforme Oliveira (2014), os valores mais elevados devem-se à exposição em que se encontram as nascentes, com poucas estruturas de proteção ao seu entorno e cultivos agrícolas nas proximidades.

Em agravante, em todas as nascentes houve a presença de *Escherichia coli*, o que indica contaminação fecal, seja por: esgoto doméstico e/ou fezes de animais, que chegam por escoamento superficial ou subterrâneo. Neste caso, a água é considerada não potável, havendo risco potencial da presença de micro-organismos patogênicos, associados a inúmeras doenças de veiculação hídrica (HELLER et al., 2010).

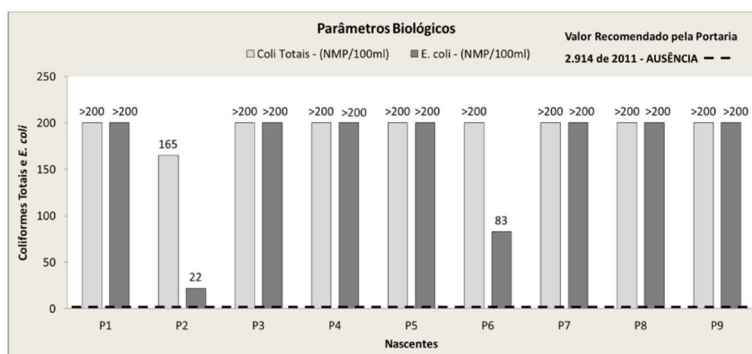


Figura 6: Resultados das análises de coliformes totais e *E. coli* na qualidade da água de nascentes.

A contaminação bacteriana da água de nascentes também foi notificada por Felipe et al. (2012), ao analisarem 79 nascentes em Belo Horizonte (MG). Em 79,3% houve presença de coliformes totais; 31% com

coliformes termotolerantes e 24,1% com Salmonella. Os autores também mostram preocupação quanto ao uso doméstico de água contaminada por muitos proprietários, na zona rural, com potencial risco à saúde. Torres et al. (2011), ao encontrar presença de coliformes totais e termotolerantes nas amostras analisadas de córrego, justificou que fatores como residências nas proximidades e gado com acesso livre ao curso d' água poderiam estar associados.

Pinto et al. (2012) verificaram que as nascentes com menor Índice de Qualidade da Água (IQA) foram daquelas submetidas a maiores impactos ambientais negativos, principalmente pastagem na área supostamente destinada à preservação permanente. Rossi et al. (2015), ao analisarem a qualidade da água de 41 nascentes, relacionaram-nas às características hidrogeológicas e ao uso do solo. Esses resultados são condizentes com os do presente trabalho. A mata ciliar ou margem de preservação garante melhor qualidade e preservação das nascentes, onde não deveria ocorrer nenhum contato humano ou com animais que não sejam do habitat natural. A presença de resíduos sólidos encontrados nos pontos estudados, como garrafas PET, frascos de agrotóxicos, dentre outros, tornam-se foco direto de poluição, alterando a qualidade da água. As áreas agricultáveis, próximas às nascentes, com a utilização de agrotóxicos e fertilizantes, podem contaminar a água e causar sérios danos à saúde das pessoas que a utilizam para consumo.

A partir desses fatos, segundo Davis et al. (2017), há uma necessidade iminente de gerenciamento sustentável, restauração, proteção através de leis e educação, em ação sinérgica. Em complementação, Lerner et al. (2009) citam o zoneamento do uso do solo, de acordo com sua vulnerabilidade, geologia, ecossistema para uma gestão ambiental das nascentes, baseada também no risco de contaminação da água subterrânea. Pode-se constatar um grande dilema para a população que depende dessas nascentes para utilização de suas águas. Pois, contaminadas e impróprias para o consumo, são, muitas vezes, a única fonte hídrica para inúmeras famílias não atendidas pelo sistema público de abastecimento de água.

CONCLUSÕES

Através da análise macroscópica e da qualidade da água das nascentes foi possível verificar os problemas relacionados à preservação destes mananciais. Constatou-se que 55% das nascentes estão contaminadas com agroquímicos e 100% com coliformes totais e Escherichia coli. Impactos ambientais relativos, principalmente, pela: proximidade com residências e áreas agrícolas, favorecendo a deterioração das nascentes, bem como a inexistência de área de preservação permanente mínima exigida por lei, capazes de assegurar a qualidade das águas.

O entendimento abrangente da relação da qualidade da água com o uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica pode ser um meio para a gestão ambiental eficaz. Além disso, a qualidade da água pode comprometer a saúde da população que a utiliza para abastecimento humano, vindo a favorecer o aparecimento de possíveis doenças de veiculação hídrica e neoplasias. Por consequência, há extrema urgência na conscientização e do repasse de informações sobre a importância dos cuidados com essas nascentes, principalmente aos proprietários das terras em que as mesmas se encontram e da população que faz uso das suas águas todos os dias.

REFERÊNCIAS

- AGRIZZI, D. V.. **Índice de qualidade da água de nascentes no assentamento Paraíso Alegre, ES**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.
- ANDERSON, T. A.; SALICE, C. J.; ERICKSON, R. A.; MCMURRY, S. T.; COX, S. B.; SMITH, L. M.. Effects of landuse and precipitation on pesticides and water quality in playa lakes of the southern high plains. **Chemosphere**, v.92, n.1, p.84-90, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.02.054>
- APHA; WEF; AWWA. American Public Health Association; Water Environment Federation; Water Works Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21 ed. Washington: APHA, 2005.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro: Moderna, 1987.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.. **Conservação do solo**. 9 ed. São Paulo: Ícone, 2014.
- BORTOLUZZI, E. C.; RHEINHEIMER, D. S.; GONÇALVES, C. S.; PELLEGRINI, J. B. R.; ZANELLA, R.; COPETTI, A. C. C.. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.881-887, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662006000400015>
- BRADY, N. C.; RAY, W. R.. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora Ltda, 2013.
- BRASIL. **Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012**. Proteção da Vegetação Nativa. Brasília: DOU, 2012.
- BRASIL. **Portaria de Consolidação n. 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
- BRASIL. **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005**. Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F.. **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- COSTA, F. F.. **Avaliação ambiental em áreas de nascentes na Bacia do Alto Rio Gramame/PB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.
- DAVIS, J. A.; KEREZSY, A.; NICOL, S.. Springs: Conserving perennial water is critical in arid landscapes. **Biological Conservation**, v.211, p.30-45, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.12.036>
- FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P.. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte/MG. **Geografias**, Belo Horizonte, v.8, n.2, p.08-23, 2012.
- FRANÇA JUNIOR, P.; VILLA, M. E. C. D.. Análise macroscópica nas cabeceiras de drenagem da área urbana de Umuarama, região noroeste – Paraná – Brasil. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v.17, n.1, 2013. DOI: <http://doi.org/10.5902/22364994/8743>
- 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.
- HELLER, L.; PÁDUA, V. L.. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**: Santa Catarina. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- LEAL, M. S.; TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; MINGOTI, R.. Caracterização hidroambiental de nascentes. **Revista Ambiente & Água**, v.12, n.1, p.146-155, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1909>
- LERNER, D. N.; HARRIS, B.. The relationship between land use and groundwater resources and quality. **Land Use Policy**, v.265, p.5265-5273, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.09.005>
- LIMA, F. K. C.. **Agricultura urbana e recursos hídricos: um estudo na microbacia do rio Tambay/Bayeux-PB**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011.
- MEKONEN, S.; ARGAW, R.; SIMANESEW, A.; HOUBRAKEN, M. SENA EVE, D. AMBELU, A.; SPANOGHE, P.. Pesticide residues in drinking water and associated risk to consumers in Ethiopia. **Chemosphere**, v.162, p.252-260, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.07.096>
- MOREIRA, J. C.; PERES, F.; SIMÕES, A. C.; PIGNATI, W. A.; DORES, E. C.; VIEIRA, S. N.; STRUSSMANN, C.; MOTT, T.. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do estado do Mato Grosso. **Ciência Saúde Coletiva**, v.17, n.6, p.1557-1568, 2012.
- OLIVEIRA, C. R.. **Qualidade da água e conservação de nascentes em assentamento rural na mata Pernambucana**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.
- OLIVEIRA, D. G.; FERREIRA, R. A.; DE MELLO, A. A.; CALDAS DE OLIVEIRA, R. S.; CALDAS DE OLIVEIRA, R. S.. Análise da vegetação em nascentes da Bacia Hidrográfica do rio Piauítinga, Salgado, SE. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.1, p.127-141, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000100014>
- PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E.. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, n.65, p.197-206, 2004.

PINTO, L. V. A.; ROMA, T. N.; BALIEIRO, K. R. C.. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. *Cerne*, Lavras, v.18, n.3, p.495-505, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602012000300018>

REBELO, R. M.; CALDAS, E. D.. Avaliação de risco ambiental de ambientes aquáticos afetados pelo uso de agrotóxicos. *Química Nova*, v.37, n.7, p.1199-1208, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140165>

REIS, A. A.; TEIXEIRA, M. D.; ACERBI JUNIOR, F. W.; MELLO, J. M.; LEITE, L. R.; SILVA, S. T.. Land use and occupation analysis of permanent preservation areas in Lavras county, MG. *Ciência & Agrotecnologia*, Lavras, v.36, n.3, p.300-308, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542012000300005>

ROSSI, P. M.; MARTILLA, H.; JYVASJARVI, J.; ALA-AHO, P.; ISOKANGAS, E.; MUOTKA, T.; KLOVE, B.. Environmental conditions of boreal springs explained by capture zone

characteristics. *Journal of Hydrology*, v.531, p.992-1002, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.11.009>

TERNUS, R. Z.. **Caracterização limnológica de afluentes da Bacia do Alto Uruguai/SC**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Chapecó, 2007.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, F. A.; PAIVA, J.; CORNELIO, E. P.; FERNANDES, F. S.. Análise das características quantitativas e qualitativas da microbacia do córrego Barreiro, afluente do Rio Uberada. *Revista Árvore*, Viçosa, v.35, n.4, p.931-939, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000500018>

ZANELLA, R.; PRIMEL, E. G.; GONÇALVES, F. F.; KURZ, M. H. S.; MISTURA, C. M.. Development and validation of a high-performance liquid chromatographic procedure for the determination of herbicide residues in surface and agriculture waters. *Journal of Separation Science*, v.26, p.935-938, 2003. DOI: <http://doi.org/10.1002/jssc.200301309>

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.