

Universidade Brasil

THAINARA PERONDINI DE ALMEIDA

QUALIDADE E PRESERVAÇÃO DA ÁGUA DAS FONTES MINERAIS NATURAIS
DO MUNICÍPIO DE AMPARO – SP

WATER QUALITY AND PRESERVATION OF THE NATURAL MINERAL SOURCES
OF AMPARO – SP

São Paulo, SP

2019

Thainara Perondini de Almeida

QUALIDADE E PRESERVAÇÃO DA ÁGUA DAS FONTES MINERAIS NATURAIS
DO MUNICÍPIO DE AMPARO - SP

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos
créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

São Paulo, SP

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

A444q Almeida, Thainara Perondini de.
Qualidade e Preservação da água das Fontes Minerais Naturais do Município de Amparo-SP/ Thainara Perondini de Almeida. São Paulo – SP: [s.n.], 2019.
94 p.: il.; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador (a): Prof. (a) Dr. (a) Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro.

1. Coliformes Totais. 2. Cloro Residual Livre. 3. Padrão de Potabilidade. I. Título.

CDD 628.161

Termo de Autorização**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

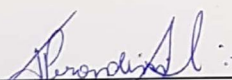
Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

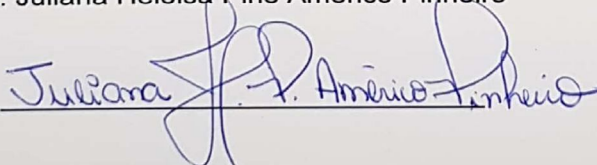
Título do Trabalho: **“QUALIDADE E PRESERVAÇÃO DA ÁGUA DAS FONTES MINERAIS NATURAIS DO MUNICÍPIO DE AMPARO – SP”**

Autor(es):

Discente: Thainara Perondini de Almeida

Assinatura: 

Orientadora: Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro

Assinatura: 

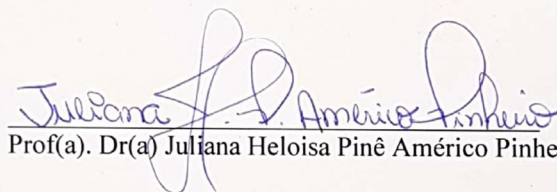
Data: 16/setembro/2019

TERMO DE APROVAÇÃO

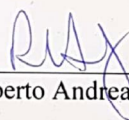
THAINARA PERONDINI DE ALMEIDA

“QUALIDADE E PRESERVAÇÃO DA ÁGUA DAS FONTES MINERAIS
NATURAIS DO MUNICÍPIO DE AMPARO – SP”

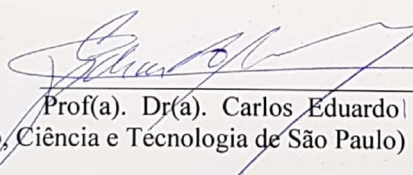
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Prof(a). Dr(a) Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro (Presidente)

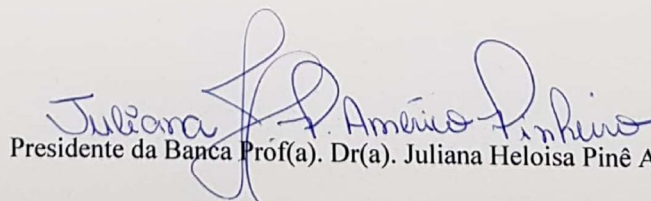


Prof(a). Dr(a). Roberto Andreani Junior (Universidade Brasil)



Prof(a). Dr(a). Carlos Eduardo Maia de Oliveira (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo)

Fernandópolis, 16 de setembro de 2019.



Presidente da Banca Prof(a). Dr(a). Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Deus do meu coração por me amparar nos momentos de dúvidas e por me dar energia para trilhar um caminho de evolução e luz.

Ao programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pelos ensinamentos, pelo apoio institucional e pela oportunidade.

À Prof^a. Dr^a. Juliana Heloisa Pinê Américo Pinheiro pela orientação, disposição, confiança e ensinamentos compartilhados. Agradeço por todo o aprendizado e pela paciência em ajudar com todos os detalhes.

Ao Prof. Dr. Luiz Sérgio Vanzela pelas orientações, ensinamentos e sabedoria compartilhada durante todo o curso.

Ao Prof. Dr. Roberto Andreani Junior por todo o carinho, dedicação, ensinamento transmitido, sabedoria compartilhada e por sua amizade.

À Prefeitura Municipal de Amparo em nome do Ilustríssimo Sr. Prefeito Luiz Oscar Vitalle Jacob e ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Amparo, pelo fornecimento de dados e análises das águas das fontes.

Aos meus pais por me darem a vida, pela educação recebida, por construírem meu caráter, pelo apoio às minhas decisões e pelo amor incondicional que muitas vezes foi minha inspiração para seguir em frente.

À toda minha família, especialmente meu irmão por sempre acreditar na minha capacidade e sempre me fazer sorrir quando o medo e a tensão me assombravam. Agradeço pela cumplicidade, apoio e companheirismo em todos os momentos da minha vida.

Ao meu marido, que me mostra diariamente o brilho da vida e que me faz querer progredir e evoluir diariamente. Agradeço pelo amor incondicional, pelo carinho, pela paciência, pelos ensinamentos compartilhados e pelos inúmeros finais de semana em casa com cuidados especiais enquanto eu me dedicava a pesquisar.

QUALIDADE E PRESERVAÇÃO DA ÁGUA DAS FONTES MINERAIS NATURAIS DO MUNICÍPIO DE AMPARO - SP

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a qualidade das águas das fontes minerais naturais disponibilizadas para consumo humano no município de Amparo - SP. Foram avaliados, mensalmente, os parâmetros de cor aparente, turbidez, cloro residual livre, coliformes totais, presença de bactérias *Escherichia coli* e pH em oito fontes municipais e os parâmetros compostos orgânicos, inorgânicos, cianobactérias, cianotoxinas, radioatividade, agrotóxicos e desinfetantes e produtos secundários da desinfecção, semestralmente para as fontes, durante 12 meses (julho/2017 a junho/2018). Os cálculos de média e desvio padrão dos parâmetros mensais foram efetuados e, para determinar o coeficiente de correlação entre as variáveis, foi utilizado o método de Pearson. Para todos os resultados, foi avaliado o enquadramento no padrão de potabilidade determinado pelo Ministério da Saúde e para os desvios significativos frente à média e desenquadramentos quanto a potabilidade, foram identificadas as fontes poluidoras e propostas medidas de correção e prevenção de novos eventos. Os parâmetros avaliados de cor aparente, pH e cloro residual livre das fontes se enquadraram no padrão de potabilidade do Ministério da Saúde. Para a turbidez, quatro fontes apresentaram valores acima do padrão de potabilidade da água. Em duas fontes de água analisadas foram detectadas bactérias do grupo dos coliformes totais em apenas um mês. Na análise de correlação dos parâmetros, constatou-se afinidade entre cor aparente e turbidez, sendo que os demais não se relacionam. Para os parâmetros avaliados semestralmente, todas as fontes apresentaram resultados dentro do padrão de potabilidade determinado pelo Ministério da Saúde. Apenas quatro fontes analisada apresentaram desenquadramentos, que foram pontuais e sem repetições, por conseguinte, a qualidade das águas das fontes está preservada.

Palavras-chave: Coliformes totais, cloro residual livre, padrão de potabilidade

WATER QUALITY AND PRESERVATION OF THE NATURAL MINERAL SOURCES OF AMPARO - SP

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the water quality of natural mineral sources available for human consumption in the municipality of Amparo - SP. The parameters of apparent color, turbidity, free residual chlorine, total coliforms, presence of *Escherichia coli* bacteria and pH in eight municipal sources were evaluated monthly and the parameters organic, inorganic, cyanobacteria, cyanotoxins, radioactivity, pesticides and disinfectants and products. of disinfection, semiannually for sources, for 12 months (July / 2017 to June / 2018). The mean and standard deviation calculations of the monthly parameters were performed and, to determine the correlation coefficient between the variables, the Pearson method was used. For all results, the fit in the potability standard determined by the Ministry of Health was evaluated and for the significant deviations from the average and disagreements regarding the potability, the polluting sources were identified and proposed measures to correct and prevent new events. The evaluated parameters of apparent color, pH and free residual chlorine from the sources fit the potability standard of the Ministry of Health. For turbidity, four sources presented values above the water potability standard. In two analyzed water sources total coliform bacteria were detected in just one month. In the correlation analysis of the parameters, it was found affinity between apparent color and turbidity, and the others are not related. For the parameters evaluated every six months, all sources presented results within the standard of potability determined by the Ministry of Health. Only four sources analyzed presented mismatches, which were punctual and without repetition, therefore, the water quality of the sources is preserved.

Keywords: Total coliforms, free residual chlorine, water potability standard.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do município de Amparo no Estado de São Paulo.	42
Figura 2: Mapa da bacia hidrográfica sob responsabilidade do Consórcio Intermunicipal das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.	46
Figura 3: Fonte Coqueiros, localizada no distrito de Arcadas – SP.	48
Figura 4: Localização da nascente da Fonte Coqueiros, no município de Amparo-SP.	49
Figura 5: Fonte Nossa Senhora Aparecida, localizada no distrito de Arcadas – SP.	50
Figura 6: Localização da nascente da Fonte Nossa Senhora Aparecida, no município de Amparo-SP.	50
Figura 7: Fonte Nossa Senhora do Amparo, localizada no Jardim Primavera, no município de Amparo-SP.	51
Figura 8: Localização da nascente da Fonte Nossa Senhora do Amparo, no município de Amparo-SP.	52
Figura 9: Fonte São Benedito, localizada no Jardim Santa Cecília, no município de Amparo-SP.	53
Figura 10: Localização da nascente da Fonte São Benedito, no município de Amparo-SP.	53
Figura 11: Fonte São Francisco de Assis, localizada no Jardim Brasil, no município de Amparo-SP.	54
Figura 12: Localização da nascente da Fonte São Francisco de Assis, no município de Amparo-SP.	55
Figura 13: Fonte São Vicente de Paulo, localizada no Jardim Itália, no município de Amparo-SP.	56
Figura 14: Localização da nascente da Fonte São Vicente de Paulo, no município de Amparo-SP.	56
Figura 15: Fonte Santa Luzia, localizada no Parque Dona Viginia, no município de Amparo-SP.	57
Figura 16: Localização a nascente da Fonte Santa Luzia, no município de Amparo-SP.	58
Figura 17: Fonte Santa Rita de Cássia, localizada no Jardim São Judas, no município de Amparo-SP.	59
Figura 18: Localização da nascente da Fonte Santa Rita de Cássia, no município de Amparo-SP.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características das águas conforme classificação da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.	19
Tabela 2: Usos e destinação das águas conforme classificação da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.	20
Tabela 3: Constituição e medidas mínimas das Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012.	24
Tabela 4: Concentração máxima permitida pelo Ministério da Saúde para os produtos secundários da desinfecção em água potável.	31
Tabela 5: Concentração máxima permitida pelo Ministério da Saúde para a concentração de compostos orgânicos em água potável.	32
Tabela 6: Concentração máxima permitida pelo Ministério da Saúde para a concentração de compostos inorgânicos em água potável.	37
Tabela 7: Valores de cor aparente das fontes de água mineral natural do município de Amparo – SP, no período de julho/2017 a junho/2018.	61
Tabela 8: Valores de turbidez das fontes de água mineral natural do município de Amparo – SP, no período de julho/2017 a junho/2018.	64
Tabela 9: Valores de pH das águas das fontes minerais e naturais do município de Amparo – SP, no período de julho/2017 a junho/2018.	66
Tabela 10: Valores de cloro residual livre nas águas das fontes minerais e naturais do município de Amparo – SP, no período de julho/2017 a junho/2018.	67
Tabela 11: Concentração de desinfetantes e produtos secundários da desinfecção das águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.	73
Tabela 12: Concentração de elementos orgânicos nas águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e no 1º semestre de 2018.	76
Tabela 13: Concentração de cianobactérias nas águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.	77
Tabela 14: Concentração de cianotoxinas nas águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.	78
Tabela 15: Radioatividade das águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.	79
Tabela 16: Concentração de elementos inorgânicos nas águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.	81
Tabela 17: Concentração de agrotóxico nas águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.	84
Tabela 18: Coeficiente de correlação de Pearson (r) e probabilidade (P) entre os parâmetros de qualidade de água.	85

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. JUSTIFICATIVA	15
3. OBJETIVOS	16
3.1. Objetivo geral	16
3.2. Objetivos Específicos	16
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
4.1. Bacia hidrográfica	17
4.2. Recursos Hídricos	18
4.3. Legislação sobre águas subterrâneas	22
4.4. Área de preservação permanente	23
4.5. Padrão de potabilidade das águas	25
4.6. Cor aparente	26
4.7. Turbidez	26
4.8. Potencial hidrogeniônico	27
4.9. Cloro residual livre	28
4.10. Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	29
4.11. Desinfetantes e produtos secundários da desinfecção	30
4.12. Compostos Orgânicos	31
4.13. Cianobactérias e cianotoxinas	33
4.14. Radioatividade	35
4.15. Compostos inorgânicos	36
4.16. Agrotóxicos	37
5. MATERIAL E MÉTODOS	41
5.1. Área de estudo	41
5.2. Características hidrográficas	44
5.3. Consórcio intermunicipal das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá	44
5.4. Levantamento de dados	47
5.4.1. Fonte Coqueiros	48
5.4.2. Fonte Nossa Senhora Aparecida	49
5.4.3. Fonte Nossa Senhora do Amparo	51
5.4.4. Fonte São Benedito	52
5.4.5. Fonte São Francisco de Assis	54
5.4.6. Fonte São Vicente de Paulo	55
5.4.7. Fonte Santa Luzia	57
5.4.8. Fonte Santa Rita de Cássia	58
5.5 Análise dos resultados	60
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
6.1. Cor aparente	60
6.2. Turbidez	63

6.3. Potencial hidrogeniônico	66
6.4. Cloro Residual Livre	67
6.5. Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>	69
6.6. Desinfetantes e produtos secundários da desinfecção	71
6.7. Compostos Orgânicos	75
6.8. Cianobactérias e cianotoxinas	77
6.9. Radioatividade	78
6.10. Compostos inorgânicos	80
6.11. Agrotóxicos	82
6.12. Correlação dos parâmetros de qualidade da água	85
7. CONCLUSÕES	86
8. RECOMENDAÇÕES	87
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

1. INTRODUÇÃO

Recurso essencial à vida no planeta e principal constituinte de todos os organismos vivos, a água é capaz de influenciar, positiva ou negativamente, a capacidade de sobrevivência, o equilíbrio dos ecossistemas e a economia global. O Brasil possui 12% de toda água doce superficial do planeta, desta forma, é importante conscientizar a população brasileira quanto a necessidade e representatividade da preservação da água no território nacional (FREITAS; SANTOS; BAHIA, 2018).

O cenário mundial apresenta graves problemas decorrentes do crescimento populacional, com impactos negativos ao meio ambiente. A crescente demanda por moradia, água e alimentos, eleva a degradação do meio ambiente na busca por formas de suprir as necessidades humanas. Os danos causados pelo ser humano na natureza se estendem além da supressão da vegetação e geram prejuízos ao ciclo hidrológico, resultando em desequilíbrios de larga escala ao ecossistema. A preocupação com a água é relacionada a quantidade e qualidade, para garantir condições mínimas de acordo com a finalidade do uso, industrial, doméstico ou agrícola (ROSSITER et al., 2015).

O uso da água com a finalidade de consumo humano é o mais exigente em termos de qualidade. Os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos devem limitar-se a valores máximos de concentração conforme determinado pela legislação vigente, como forma de minimizar problemas de saúde pública e desequilíbrios ao ecossistema (LEMOS et al., 2017).

Desta forma, controlar a qualidade da água para garantir o atendimento ao padrão de potabilidade determinado na Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) é uma forma de controlar a exposição da população aos riscos à saúde e limitar os prejuízos ao meio ambiente. Para esse controle, é necessário eleger indicadores que, de forma prática e pouco custosa, demonstrem a situação da água, como a avaliação de cloro residual livre, presença de coliformes totais, cor aparente, potencial hidrogeniônico (pH) e turbidez (OGATA et al., 2016).

Considerando a importância da preservação dos recursos hídricos e das bacias hidrográficas, as nascentes representam áreas importantes de estudo para o equilíbrio do ecossistema e do ciclo hidrológico, pois são fundamentais na interação solo-água, permitindo o afloramento de água subterrânea e o acesso da população à

água (NUGROHO et al., 2019). Desta forma, avaliar a qualidade da água, o atendimento ao padrão de potabilidade, a conservação das áreas de preservação permanente de fontes de águas minerais e naturais torna-se essencial à sadia promoção da vida e equilíbrio dos recursos naturais (PONS; PEREIRA, 2018).

A região de Amparo – SP possui significativa quantidade de afloramentos naturais do lençol freático, nascentes e corpos hídricos. Portanto, avaliar os parâmetros apontados no padrão de potabilidade é essencial para a identificação de contaminantes e evitar problemas de saúde pública, além de permitir o monitoramento da qualidade das águas e a implementação de ações eficazes para a preservação ambiental da região.

Além de benefícios à saúde pública, as nascentes executam importante função no ciclo hidrológico, permitindo a transferência de água do lençol freático para a rede hídrica superficial e dando início aos canais de drenagem e portanto são protegidas por leis desde 1965 (FELIPPE, 2009).

O ambiente urbano, a aglomeração de pessoas e as atividades econômicas têm pressionado demasiadamente o meio ambiente e os recursos naturais. Nesse contexto, a água, que era conceituada como um bem renovável e infinito, passa a ser compreendida como um bem finito em relação a qualidade e quantidade, mesmo que seu volume absoluto não se altere a nível global (MAGALHÃES, 2007).

Diante do exposto, avaliar a qualidade das águas das fontes minerais naturais disponibilizadas para consumo humano *in natura* no município de Amparo - SP, por meio de análises de parâmetros físicos, químicos e biológicos, utilizando como base o padrão de Potabilidade determinado na Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) é importante para garantir o equilíbrio da bacia hidrográfica e a disponibilidade de água para o consumo humano.

A partir dos resultados de análises de parâmetros como cor aparente, turbidez, pH, cloro residual livre, presença de coliformes totais e bactérias da espécie *Escherichia coli*, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção, compostos orgânicos e inorgânicos, agrotóxicos, radioatividade, cianobactérias e cianotoxinas, busca-se avaliar suas relações com as atividades antrópicas, para determinar o estado de conservação das áreas de preservação permanente e sua influência sobre as águas. Assim, é possível, propor medidas de correção e preservação da qualidade das águas das fontes e das áreas de preservação

permanente, minimizando e prevenindo desequilíbrios ambientais e danos à saúde humana.

2. JUSTIFICATIVA

Essa pesquisa se justifica pela importância de avaliar a qualidade e os padrões de potabilidade das fontes de águas minerais naturais do município de Amparo- SP, capital do circuito das águas paulistas. As fontes do município são utilizadas para consumo humano e, baseado nas análises de parâmetros físicos, químicos e biológicos das amostras de águas dessas fontes, o trabalho verifica o atendimento à legislação quanto aos padrões de potabilidade das amostras de água das fontes e identificará as intervenções causadoras de possíveis alterações nos parâmetros analisados.

As análises dos resultados obtidos embasarão projetos e ações que visam preservar a qualidade e a disponibilidade de águas nas fontes, além de eliminar riscos a saúde pública e ao equilíbrio do meio ambiente e da bacia hidrográfica.

A importância de conhecer e preservar as nascentes e suas características está diretamente relacionada aos impactos na saúde humana, a manutenção da vida, a preservação da bacia hidrográfica, o equilíbrio do ecossistema e a economia, que regionalmente depende desse atributo.

Desta forma, os dados obtidos com essa pesquisa podem aprimorar o manejo das fontes de Amparo-SP, contribuindo com relevantes informações para guiar e alertar as autoridades responsáveis e a sociedade quanto à necessidade de preservar esse bem e manter suas características ambientais naturais.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar a qualidade e a preservação das águas das fontes minerais naturais do município de Amparo, estado de São Paulo.

3.2. Objetivos específicos

- Analisar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das águas das fontes minerais naturais do município de Amparo-SP;
- Avaliar cada uma das oito das fontes do município utilizadas para consumo humano a fim de verificar a potabilidade e a qualidade da água;
- Verificar a relação entre os parâmetros existentes e as atividades antrópicas que podem modificar o ambiente da área de estudo;
- Avaliar o enquadramento legal dos parâmetros observados;
- Propor medidas mitigadoras e corretoras para os problemas identificados.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica é uma divisão geográfica que considera o solo e todas as formas de cursos d'água, desde a precipitação até o escoamento dos rios, passando pela infiltração no solo e recarga dos lençóis freáticos e aquíferos. Os componentes de uma bacia hidrográfica compreendem todas as nascentes, afluentes, aquíferos, lagos e rios que se convergem para um mesmo exutório (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2011).

O Brasil possui 12 grandes regiões hidrográficas, determinadas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), considerando as semelhanças naturais, sociais e econômicas, facilitando o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos nacionais pelos comitês de bacias hidrográficas (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2019).

Para auxiliar na gestão das bacias hidrográficas devido a grande quantidade de usos e interesses distintos, foram criados os comitês de bacias hidrográficas, que são arranjos institucionais com o objetivo de estreitar acordos entre os diversos setores de usuários, atendendo as normas de políticas públicas e as legislações vigentes, para tomar decisões coletivas e acertivas quanto aos usos, interesses e preservação dos recursos hídricos em todos os seus meios. Os comitês buscam debater e executar ações de interesses comuns conforme nível de relevância e conta com a participação descentralizada do poder público, dos usuários e da comunidade (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2011).

A água é um bem de domínio público, com uso prioritário determinado para consumo humano e dessedentação de animais e que, em situação normal de disponibilidade, deve sempre proporcionar o uso múltiplo e o atendimento às múltiplas demandas sociais e econômicas, assegurando o atendimento às demandas atuais e das futuras gerações, conforme estabelecido na Lei Federal nº 9.344, de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997).

4.2. Recursos hídricos

Recurso hídrico pode ser conceituado como toda a água doce disponível, considerando as tecnologias atuais e sob custo acessível, à humanidade para seus diversos usos, sendo ela superficial ou subterrânea. É considerado um bem de domínio público que deve obrigatoriamente atender a demanda da geração atual, sem prejuízo ao atendimento das necessidades das futuras gerações e que possui legislações específicas quanto à gestão, disponibilização e preservação de qualidade e quantidade (BRASIL, 1997).

As águas podem ser classificadas como doces, salinas e salobras. As águas doces são encontradas naturalmente com salinidade inferior a 0,5‰, ou aquelas adequadas à produção de água potável. Águas salinas possuem salinidade igual ou superior a 30‰ e as águas salobras possuem salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰ (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005).

As águas minerais são uma classificação dentro da água doce, determinadas na Lei nº 7.841 de 08 de agosto de 1945, que são provenientes de fontes naturais ou artificialmente captadas, com componentes químicos ou propriedades físico-químicas distintas das águas comuns e que as concedam características medicinais (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2008).

As águas doces são classificadas conforme suas características e qualidade frente ao padrão de potabilidade para assim determinar os possíveis usos e as exigências de tratamento para atender as demandas humanas. Segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 de 17 de março de 2005, há cinco classes possíveis para os corpos hídricos, apresentadas na Tabela 1 e Tabela 2 quanto suas características e possíveis usos, respectivamente.

Tabela 1: Características das águas doces superficiais conforme classificação da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Livres de material flutuante, espumas, óleos e graxas.	Livres de material flutuante, espumas, óleos e graxas visíveis a olho nu.	Livres de material flutuante, espumas, óleos e graxas visíveis a olho nu.	Livres de material flutuante, espumas, óleos e graxas visíveis a olho nu.	-
Não deve possuir substâncias que causem odor, sabor, coloração ou coliformes termotolerantes.	Não deve possuir substâncias que causem odor, sabor, coloração ou coliformes termotolerantes.	Não deve possuir substâncias que causem odor, sabor, coloração ou coliformes termotolerantes (apenas no caso de recreação de contato primário, para os demais usos, limitar a presença de 1.000 coliformes por 100 ml de água em 80% das amostras coletadas).	Mesmas características que a Classe 2, porém, com presença de 2.500 coliformes para recreação de contato primário e para dessedentação de animais, presença de até 1.000 coliformes. Para os demais usos, manter o limite em 4.000 coliformes nas condições anteriores.	Não podem conter substâncias que causem odor ou sabor a níveis de causar objeção, substâncias facilmente sedimentáveis que possam causar o assoreamento dos canais de navegação.
pH dentro do padrão de potabilidade - entre 6,0 e 9,5.	pH dentro do padrão de potabilidade - entre 6,0 e 9,5.	pH dentro do padrão de potabilidade - entre 6,0 e 9,5.	pH fora do padrão de potabilidade - entre 6,0 e 9,5.	pH fora do padrão de potabilidade.
Turbidez abaixo de 40 uT.	Turbidez abaixo de 40 uT.	Turbidez abaixo de 100 uT.	Turbidez acima de 100 uT.	-
Cor verdadeira após processo de centrifugação conforme cor natural do corpo hídrico.	Cor verdadeira após processo de centrifugação conforme cor natural do corpo hídrico.	Cor verdadeira até 75 mg Pt/L.	Cor verdadeira até 75 mg Pt/L.	-
-	-	Densidade de cianobactérias limitada a 50.000 células/ml.	Densidade de cianobactérias com densidade limitada a 50.000 células/ml para dessedentação de animais.	-

Fonte: CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (2005).

Tabela 2: Usos e destinação das águas doces superficiais conforme classificação da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Não podem causar efeitos tóxicos aos seres humano.	Não podem causar efeitos tóxicos aos seres humano.	Não podem causar efeitos tóxicos aos seres humano.	Não podem causar efeitos tóxicos agudo aos seres humanos.	Não deve possuir material flutuante, espumas, óleos e graxas tolerados a nível de iridescência.
Consumo humano após desinfecção	Consumo humano após tratamento simplificado - filtração, desinfecção e correção e pH.	Consumo humano após tratamento convencional - coagulação, floculação, desinfecção e correção de pH.	Consumo humano após tratamento que remova constituintes refratários aos tratamentos convencionais e que possam causar cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica.	Destinada a navegação e harmonia paisagística.
pH dentro do padrão de potabilidade - entre 6,0 e 9,5.	Proteção das comunidades aquáticas.	Proteção das comunidades aquáticas.	Irrigação de culturas arbóreas cerealíferas e ferrageiras.	-
Destinada à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.	Recreação de contato primário e atividades que geram contato direto e prolongado com a água, com possibilidade elevada de ingestão durante a prática.	Recreação de contato primário e atividades que geram contato direto e prolongado com a água, com possibilidade elevada de ingestão durante a prática.	Recreação de contato secundário - atividades que o contato com a água pode ocorrer de forma esporádica e a ingestão é apenas acidental.	-
Destinada à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação ambiental	Irrigação de hortaliças consumidas sem cozimento e frutas que se desenvolvem junto ao solo e são consumidas com a casca.	Irrigação de hortaliças, frutas, parques, locais de esporte, onde possa haver contato direto entre o homem e o solo irrigado.	Pesca amadora.	-
	Proteção das comunidades aquáticas em Terras indígenas.	-	Dessedentação animal.	-

Fonte: CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (2005).

Quanto às águas subterrâneas, o Brasil possui 112 mil km³ de reserva estimada, sendo que 16% dos municípios nacionais são abastecidos exclusivamente por sistemas de captação subterrâneos, conforme análise do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizada conforme demanda do Governo Federal (GOVERNO FEDERAL, 2010).

Dentre as águas subterrâneas, as nascentes e os afloramentos do lençol freático na superfície do solo são de importância significativa. Seu porte e vazão dependem, dentre outros fatores, da capacidade de infiltração do solo na área de contribuição – toda a área da bacia hidrográfica que exerce certa influência na nascente e da preservação da mata ciliar da nascente e de sua região. Desta forma, toda a área de entorno de uma nascente exerce efetiva influência na vazão e na estabilidade da nascente, principalmente a capacidade de infiltração de água de chuva na região (MONACO et al., 2016).

Deve-se avaliar a cobertura vegetal da região das nascentes para identificar o processo de degradação e propor ações de isolamento da área, reflorestamento com espécies apropriadas e avaliação do uso e preservação do solo.

Notada a importância da região de uma nascente na preservação da qualidade ambiental de uma região, conhecer suas características naturais, identificar e analisar fatores que possam perturbar o equilíbrio natural gera subsídios para a elaboração de programas de preservação e recuperação de mananciais.

Como perturbadores do equilíbrio natural de uma nascente destacam-se escoamento superficial de sedimentos e resíduos oriundos de atividades agropecuárias, utilização das regiões de Área de Preservação Permanente (APP) para criação animal, para agricultura ou qualquer outra finalidade que não a de preservar o meio ambiente (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2009).

As nascentes são divididas em três categorias: Nascentes Preservadas – onde não há degradação da mata ciliar, que é composta por vegetação nativa e não há perturbações; Nascentes Perturbadas – que são aquelas que quando divididas em quadrantes, pelo menos um deles apresenta cobertura vegetal nativa; Nascentes degradadas – aquelas em que pelo menos um quadrante não possui nenhuma cobertura vegetal nativa (RESENDE et al., 2009).

Outra classificação das nascentes pode ser de acordo com o tipo de lençol freático responsável pelo afloramento, dividindo as em difusas e pontuais. As nascentes pontuais possuem ocorrência de fluxo d'água em um único local do terreno. As nascentes difusas possuem mais de um olho d'água, pois há mais de um ponto de vazão no terreno (PINTO et al, 2004).

4.3. Legislação sobre águas subterrâneas

Importante para o controle da qualidade das águas, a preservação das matas ciliares serve para manter a qualidade do solo e conseqüentemente das águas, além de classificá-las conforme possibilidades de uso e estabelecer a necessidade de projetos de recuperação e preservação de Áreas de Preservação Permanentes (APPs) em sistemas hídricos degradados. Essas informações são importantes para determinar as ações necessárias à prevenção e controle da poluição dos corpos hídricos e assim proteger a qualidade das águas e remediar poluições.

A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 396 de 03 de abril de 2008 dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para enquadramento prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas, que são todas as águas que ocorrem de forma natural ou artificial, no subsolo e classifica-as a partir de um conjunto de condições e padrões, necessários ao atendimento dos usos preponderantes (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2008).

Desta forma, a Resolução classifica as águas subterrâneas em seis grupos de acordo com as características hidrogeológicas e hidrogeoquímicas, para determinar o grau de tratamento necessário atrelado ao uso pretendido e também estabelece parâmetros e valores máximos permitidos para cada componente físico, químico e biológico da água e suas possibilidades de uso de acordo com a classificação acima mencionada, o que tem de ser considerado para embasar as avaliações de degradação da área a ser recuperada (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2008).

Caso a nascente a ser recuperada tenha a finalidade de fonte para consumo humano, a recuperação deve ser realizada de forma a enquadrar a água superficial aos níveis de potabilidade exigidos pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

4.4. Área de Preservação Permanente

A Constituição Federal de 1988, por meio do artigo nº 225, determina que a preservação ambiental é responsabilidade do Poder Público e da Coletividade, considera a qualidade dos recursos naturais essencial para a sadia sobrevivência. O parágrafo 3º deste artigo veda todas as formas de utilização que comprometam a integridade das áreas de preservação ambiental, sendo que quaisquer alterações necessárias nessas regiões devem ser autorizadas por leis específicas (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

Considerando a importância de preservar o meio ambiente e os recursos naturais, a União criou o Código Florestal por meio da Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965). Esse código foi revogado e atualizado pela Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que determina quais áreas devem ser preservadas e a correta forma de preservação, estabelece a necessidade de existência de vegetação, nativa ou não, para preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, o solo e o bem-estar das populações humanas. Aos espaços de preservação ambiental obrigatória dá-se o nome de APP (BRASIL, 2012).

O artigo 2º do Código Florestal de 2012 determina como APP as seguintes regiões:

- Áreas ao longo de rios e corpos d'água;
- Topos de morros, montes, montanhas e serras;
- Encostas com declividade superior a 45º;
- Restingas, dunas e mangues;
- Bordas de tabuleiros e chapadas;
- Margens de lagoas, lagos e reservatórios naturais;
- Áreas com altitudes superiores a 1.800m;
- Locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias ou de fauna ameaçada de extinção;
- Praias, em locais de reprodução da fauna silvestre;

- Margens de nascentes, intermitentes ou não e dos chamados olhos d'água.

Nas áreas ao longo de rios e corpos d'água, as APPs, nomeadas de mata ciliar, devem possuir medidas mínimas determinadas pelo código florestal e demonstradas na Tabela 3.

Tabela 3: Constituição e medidas mínimas das Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Largura do curso d'água (m)	Largura da APP (m)
Até 10	30
Entre 10 e 50	50
Entre 50 e 200	100
Entre 200 e 600	200
Superior a 600	500
Nascentes e olhos d'água	50 m de raio

Fonte: Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. (BRASIL, 2012).

As APPs são consideradas bens de interesse nacional, com funções ambientais necessárias a continuidade da vida no Planeta. A singularidade e o valor estratégico dessas áreas tornam-nas intocáveis e vedadas ao uso econômico direto, necessárias ao desenvolvimento sustentável da população atual e futura.

O artigo 4º do Código Florestal, parágrafo 7º permite o acesso de pessoas e animais às APPs para obtenção de água, desde que não haja supressão da vegetação e nem alteração da capacidade de regeneração natural da área (BRASIL, 2012).

As Áreas de Preservação Permanente também estão sustentadas pelo Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002, que determina a recuperação, revitalização e conservação da biodiversidade nas diferentes bacias hidrográficas, sobretudo nas matas ribeirinhas, nas cabeceiras, nos olhos d'água, em outras Áreas de Preservação Permanente e em áreas críticas para a conservação de recursos hídricos. (BRASIL, 2002b).

4.5. Padrão de potabilidade das águas

A Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde trata sobre a qualidade das águas para consumo humano e o padrão de potabilidade, definindo como potável as águas destinadas para consumo humano – ingestão, preparação de alimentos e higiene pessoal – que não ofereçam riscos à saúde. Define as competências e responsabilidades da Secretaria de Vigilância Sanitária, da União, dos Estados, dos Municípios e dos responsáveis pelo sistema de abastecimento de água e as formas e periodicidade das coletas de amostras de água para análise (BRASIL, 2011).

O Padrão de Potabilidade é avaliado por meio de um conjunto de concentrações e valores máximos permitidos para cada parâmetro da qualidade da água. Nele são analisados a composição microbiológica, a cor aparente, a turbidez, o pH, o cloro residual livre, os produtos secundários da desinfecção, os componentes orgânicos e inorgânicos, as cianobactérias, as cianotoxinas, a radioatividade, os agrotóxicos e os padrões organolépticos da água que será utilizada para consumo humano (BRASIL, 2011).

Os parâmetros avaliados no padrão de potabilidade são importantes para identificar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Por exemplo, o uso de agrotóxicos em concentrações acima dos limites máximos indicados pelos fabricantes ou mesmo dispersos de maneira incorreta que podem ocasionar dispersão do produto e consequente contaminação de solo, lençol freático, olhos e cursos d'água, podendo causar impactos negativos ao meio ambiente e a saúde humana. Nesse caso, o monitoramento periódico do padrão de potabilidade da água ajuda a identificar problemas e planejar soluções visando à qualidade da água.

4.6. Cor aparente

O parâmetro cor aparente, indica a presença de metais, matéria orgânica, animais e plantas microscópicos e outras substâncias dissolvidas na água. Diretamente ligada à turbidez, a cor aparente é um parâmetro importante para a avaliação da preservação ambiental de um corpo hídrico, pois é influenciada por diversos fatores externos, como os índices pluviométricos e os processos de assoreamento (LEMOS et al., 2017).

A cor é geralmente um indicador da presença de metais (Fe, Mn), húmus (matéria orgânica oriunda da degradação de matéria de origem vegetal), plâncton (conjunto de plantas e animais microscópicos em suspensão nas águas) dentre outras substâncias dissolvidas na água, podendo ser dividida entre cor aparente e cor verdadeira (ROVERI; MUNIZ, 2016).

Por cor verdadeira considera-se a cor obtida em amostras livres de turbidez, ou seja, após processo de filtração ou centrifugação. A cor aparente, por sua vez, considera a cor *in natura* da amostra d'água, incluindo o índice turbidez, ou seja, amostra com material coloidal ou em suspensão (ROVERI; MUNIZ, 2016).

O Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 estabelece que o padrão de cor aparente em águas destinada para o consumo não deve extrapolar 15uH (unidade de Hazen) pois, acima desse valor, a quantidade de micro-organismos na água pode se prejudicial a saúde humana e ao equilíbrio do ecossistema (BRASIL, 2011).

4.7. Turbidez

O parâmetro turbidez é um indicador utilizado para avaliação da potabilidade da água disponível para consumo, tratado pela portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. Esse parâmetro, relacionado com a cor aparente, indica a presença de partículas suspensas ou coloidais na água, podendo essas

serem partículas de argila, substâncias orgânicas, substâncias inorgânicas, algas, plancton e micro-organismos (FUNASA, 2004).

A turbidez é avaliada pelo espelhamento da luz produzido pela presença de material suspenso na água, medida com o auxílio de um equipamento denominado turbidímetro. É um indicador relevante na avaliação da potabilidade da água, pois os sólidos suspensos podem, além de causar sabor, odor e aspecto visualmente desagradável, indicar a presença de micro-organismos que podem ser patogênicos, colocando em risco a saúde humana e podendo causar outros danos, como o entupimento de tubulações e filtros (FUNASA, 2004).

Trata-se de um parâmetro físico influenciado pelo pH que pode provocar coagulação das partículas suspensas. Por ser bastante semelhante à cor aparente as influências que elevam a cor aparente também alteram a turbidez (BRASIL, 2011).

O Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, determina que o valor máximo de turbidez permitida nas águas potáveis disponíveis para consumo humano seja de 5 uT (unidades de turbidez) zelando assim pela manutenção da saúde pública e equilíbrio do ecossistema (BRASIL, 2011).

4.8. Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH é uma grandeza que determina a quantidade de íons de hidrogênio presentes em um material. As diferentes cargas de íons de hidrogênio são responsáveis pela acidez, neutralidade ou alcalinidade do material.

Os valores de pH são mensurados em uma escala relacionada diretamente a quantidade de íons de hidrogênio de uma solução, variando entre 0 e 14, onde os valores inferiores a sete indicam condição ácida do meio enquanto que, valores superiores a sete indicam alcalinidade da água.

Quando na água, esse aspecto químico possui a capacidade de influenciar a aglutinação de sólidos dissolvidos, alterando a turbidez e influenciando o pH do solo que, conseqüentemente, altera a capacidade de absorção de nutrientes pela vegetação por meio da rizosfera. Assim, o pH tem a capacidade de alterar as condições para existência de vida e do equilíbrio da cadeia alimentar e do ecossistema (VIANA; LEITE; SILVA, 2011).

O padrão de potabilidade do Ministério da Saúde constante na Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 indica que o pH da água potável deve estar na faixa entre 6,0 e 9,0, sempre mais alcalino, pois o organismo humano possui um pH levemente ácido e o pH mais alcalino facilita a absorção da água pelo corpo humano (BRASIL, 2011).

4.9. Cloro residual livre

O Ministério da Saúde determina no artigo 15 da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 que toda água disponível para consumo humano deve conter teor mínimo de cloro residual livre de 0,2 mg/L, em todo o sistema de distribuição, para garantir a proteção contra micro-organismos patogênicos. No artigo 24, a referida portaria determina que toda água disponibilizada para consumo humano deve passar por processo de desinfecção ou cloração, sendo que, nos casos em que a desinfecção não seja feita por cloração, há de se aplicar cloro para manutenção da concentração mínima de cloro residual livre (BRASIL, 2011).

O cloro é o desinfetante mais utilizado no Brasil para desinfecção de águas públicas, na forma líquida e gasosa, nos processos de pré-desinfecção ou pós-cloração. Em menor escala, também são utilizados como desinfetantes o ozônio, o permanganato de potássio e a mistura de ozônio com peróxido de hidrogênio e íons de ferro, porém são processos menos populares, que demandam mais custos e mais complexos que a cloração (DANIEL, 2001).

O processo de desinfecção da água disponibilizada para consumo humano e a manutenção de concentração mínima de cloro residual livre na água é extremamente importante para o controle e manutenção da saúde pública por tratar-se da principal forma de controle das doenças de veiculação hídrica (PIRES, 1997).

Após a exigibilidade dos processos de desinfecção das águas destinadas ao consumo humano, observou-se redução da mortalidade infantil, da febre tifóide, da cólera e da desintéria bacilar. Os principais micro-organismos presentes na água são bactérias, vírus, protozoários e helmintos, responsáveis também por doenças como poliometite, salmoneloses, gastroenterites, amebíase, esquistossomose e verminoses (DANIEL, 2001).

A concentração máxima determinada pelo Ministério da Saúde para o parâmetro cloro residual livre é de 5,0 mg/L, pois concentrações superiores são tóxicas para os seres humanos, para a fauna e a flora, podendo causar grandes impactos e eliminação de inúmeros micro-organismos da água e do solo, acarretando desequilíbrios consideráveis ao ecossistema (BRASIL, 2011).

4.10. Coliformes totais e *Escherichia coli*

A água potável não deve conter micro-organismos patogênicos e deve estar livre, principalmente, de bactérias indicadoras de contaminação fecal. As bactérias indicadoras de contaminação fecal incluem o grupo dos chamados coliformes totais, sendo a principal espécie avaliada a *Escherichia coli* (SOUZA, et al., 2016).

As bactérias do grupo coliformes são bacilos gram-negativos em forma de bastonetes e estão presentes nas fezes de animais homeotérmicos, inclusive os seres humanos. A presença desses micro-organismos na água é diretamente proporcional ao seu nível de contaminação. Assim, na análise da presença de bactérias do grupo coliformes, as bactérias da espécie *Escherichia coli* são as mais utilizadas, pois são facilmente detectáveis e seu processo é menos custoso, além de possuírem maior tempo de vida, facilitando o processo de coleta de amostras (BRASIL, 2004).

O processo de análise do grau de contaminação da água ocorre em conformidade com as técnicas e padrões do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da American Public Health Association (APHA)* por meio da contagem da quantidade de bactérias nas amostras (BRASIL, 2004).

Na saúde pública, o principal impacto está relacionado à propagação de doenças de veiculação hídrica, como a febre tifóide, a cólera, a desintéria bacilar, as gastroenterites e a desintéria amebiana. Desta forma, o controle de ausência dessas bactérias é importante para a saúde humana e animal, porém com baixo potencial de impacto negativo no ecossistema (LEMOS et al., 2017).

O padrão de potabilidade do Ministério da Saúde determina que para a água ser considerada potável não deve haver presença de bactérias do grupo coliformes

totais. Em caso de presença desses micro-organismos em águas destinadas ao consumo humano, a distribuição deve ser imediatamente suspensa e novas amostras devem ser coletadas nos dias imediatamente consecutivos até o resultado adequado e medidas corretivas e preventivas devem imediatamente executadas (BRASIL, 2011).

4.11. Desinfetantes e produtos secundários da desinfecção

Desinfetantes e produtos secundários da desinfecção são compostos químicos adicionados à água destinada ao consumo humano para eliminar ou inativar micro-organismos patogênicos. O desinfetante mais utilizado em tratamento de água é o cloro, pois nas concentrações permitidas pelo Ministério da Saúde, não confere sabor e odor à água e não tem efeito tóxico ao ser humano (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

A Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 determina que toda água potável pode possuir uma concentração mínima de cloro residual livre de 0,2 mg/L. A presença do residual de cloro pode reagir com compostos orgânicos naturais da água, gerando subprodutos indesejáveis. Portanto é recomendando fazer a cloração após o processo de clarificação da água, o que fica prejudicado, por exemplo, quando se trata de água de fontes, que recebem apenas a cloração, sem as demais etapas do tratamento convencional da água (BRASIL, 2011).

Os principais produtos secundários da desinfecção são os trihalometanos, os ácidos haloacéticos, os haletos cianogênicos, halopicrinas, haloacetonas, cloro hidratado, haloaldeídos e halofenóis. Outro produto secundário da desinfecção são as ciatoxinas, resultantes da lise celular das cianobactérias, que liberam as toxinas na água, além de cor e odor, tornando a água imprópria para o consumo humano (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1996). A formação dos produtos secundários da desinfecção é uma decorrência das reações químicas entre o desinfetante utilizado e os demais compostos químicos presentes na água.

A ocupação do solo, a presença de indústrias, a vegetação, a mata ciliar e a presença de atividade agrícola são atividades externas que influenciam as reações

químicas que podem gerar subprodutos da desinfecção. Das características da água, o pH, a temperatura e a concentração de cloro residual livre, comportam-se como facilitadores das reações químicas que formam os subprodutos da desinfecção (BORGES, 2003).

Na saúde pública, os principais impactos dos subprodutos da desinfecção estão relacionados à toxicidade, causando problemas na reprodução e no desenvolvimento dos seres humanos (MEYER, 1994).

O impacto dos desinfetantes e produtos secundários da desinfecção na saúde não decorre apenas pela ingestão da água, mas há doenças ocasionadas pela inalação do vapor d'água contaminado e do contato com a pele por meio do banho e do uso para limpeza e lavagem de roupas (TOMINAGA; MIDIO, 1999).

No meio ambiente, o impacto ocorre diretamente na biota, que depende das características do meio para sobreviver e também nos micro-organismos, especialmente bactérias da rizosfera, responsáveis pela absorção de água e nutrientes pelas raízes das plantas, podendo afetar toda a mata cilicar, a fauna e a biota aquática, desequilibrando o ecossistema (DI BERNARDO, DANTAS, 2005).

O Ministério da Saúde, na Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, determina que, para atender ao padrão de potabilidade, há concentrações máximas permitidas por subproduto da desinfecção conforme detalhes da Tabela 4.

Tabela 4: Concentração máxima permitida pelo Ministério da Saúde para os produtos secundários da desinfecção em água potável.

Produtos secundários da desinfecção	Concentração Máxima Permitida (mg/L)
Ácidos Haloacéticos Total	0,08
Bromato	0,01
Clorito	1
Cloro Residual Livre	5
Cloraminas Total	4
2,4,6 Triclorofenol	0,2
Trihalometanos total	0,1

Fonte: Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

4.12. Compostos orgânicos

Compostos orgânicos são substâncias químicas que possuem carbono em sua estrutura molecular e ligações covalentes – ligação de átomos efetuada por compartilhamento de elétrons – ou substâncias que derivem destas (PAVINATO; ROSOLEM, 2008).

As moléculas orgânicas podem ser naturais ou artificiais, sendo que as naturais são sintetizadas pelos seres vivos e as artificiais são fabricadas pelo ser humano, a exemplo do plástico (CORDEIRO; SILVA, 2018).

A presença de compostos orgânicos nos corpos hídricos pode ocorrer naturalmente devido as condições e características do solo e do ecossistema, ou de forma artificial, resultado de atividades humanas, como a agricultura pelo uso de fertilizantes ou a ocupação humana, por meio do descarte de efluentes domésticos sem tratamento nos corpos hídricos (CORDEIRO; SILVA, 2018).

A presença excessiva de compostos orgânicos nos corpos hídricos causa diversos problemas como a eutrofização e o desenvolvimento de cianobactérias, potenciais liberadoras de cianotoxinas. Além desses problemas, para o consumo humano a presença de compostos orgânicos em quantidades excessivas pode causar alterações na cor, no odor e no sabor da água e facilita a ocorrência de reações químicas com produtos utilizados como desinfetantes, gerando produtos secundários da desinfecção (PAVINATO; ROSOLEM, 2008).

O Ministério da Saúde por meio da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 e com o objetivo de evitar danos à saúde pública e ao meio ambiente, determina concentrações máximas para a presença de matéria orgânica na água potável, conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 5: Concentração máxima permitida pelo Ministério da Saúde para a concentração de compostos orgânicos em água potável.

Compostos orgânicos	Concentração Máxima Permitida (µg/L)
Acrilamida	0,5
Benzeno	5,0
Benzo(a)pireno	0,7
Cloreto de Vinila	2,0
1,2 Dicloroetano	10,0
1,1 Dicloroetano	30,0
1,2 Dicloroetano (cis + trans)	50,0
Diclorometano	20,0
Di(2-etilhexil) ftalato	8,0
Estireno	20,0

Pentaclorofenol	9,0
Tetracloroeto de Carbono	4,0
Tetracloroeteno	40,0
Triclorobenzenos	20,0
Tricloroeteno	20,0

Fonte: Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

4.13. Cianobactérias e cianotoxinas

As cianobactérias são micro-organismos unicelulares que podem viver isoladamente ou em colônias, detentoras de capacidade de realizar fotossíntese por possuírem o pigmento clorofila. Pertencentes ao grupo dos organismos fitoplanctônicos, são a base da cadeia alimentar aquática (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE, 2019).

Essas bactérias possuem alta capacidade de adaptação as condições do meio e do clima e potencial tóxico. Basicamente há duas características singulares a esse grupo de bactérias, a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico e liberar toxinas, conhecidas como cianotoxinas e que são altamente perigosas a saúde humana (CRUZ, et al., 2017).

As cianobactérias possuem elevada capacidade de adaptação ao meio em que se encontram, estão presentes na água doce, salgada e no ambiente terrestre (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE, 2019).

A presença e o crescimento populacional das cianobactérias em corpos hídricos é diretamente relacionada com a disponibilidade de luz solar em intensidade e períodos extensos, presença de nutrientes (principalmente o fósforo) temperatura da água, pH, nível de precipitação elevado e velocidade de escoamento da água (CRUZ, et al., 2017).

O crescimento populacional das cianobactérias – evento denominado floração bacteriana – é responsável por impactos na saúde humana e no ecossistema devido a liberação de substâncias tóxicas e a capacidade de alteração da ciclagem de nutrientes no meio (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE, 2019).

O principal problema atrelado à proliferação das cianobactérias é sua capacidade de produzir e liberar toxinas no corpo hídrico, afetando negativamente a biota, a fauna, a flora e a saúde pública devido aos efeitos neurológicos, dérmicos e hepáticos das toxinas quando ingeridas ou em contato com o animais e seres humanos (BRASIL, 2015).

As toxinas presentes nas cianobactérias não são liberadas para o meio externo sem que haja estímulo. A liberação das toxinas depende da alteração da permeabilidade das paredes celulares das cianobactérias, o que pode ocorrer devido a processos químicos e físicos, a exemplo das mudanças climáticas bruscas nas estações do ano (BRASIL, 2015).

As florações tóxicas são consideradas um dos principais problemas nos ecossistemas de água doce, alterando a biodiversidade, deteriorando a qualidade da água e causando impactos severos na saúde pública. Esses impactos tendem a ser mais significativos em situações de escassez de água em virtude da capacidade das cianobactérias sofrerem a lise celular devido às alterações bruscas do meio e liberarem cianotoxinas (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE, 2019).

No ser humano, as cianotoxinas podem afetar a saúde pelo simples contato com a pele, por meio de atividades de recreação, e pela ingestão de águas com cianobactérias que no processo digestivo no corpo humano liberam as cianotoxinas. Além do grande potencial poluidor das cianobactérias, essas não são removidas no tratamento de água convencional e a cloração resulta na lise celular, liberando as cianotoxinas na água supostamente potável no final do tratamento, expondo grandes populações a problemas de saúde pública (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE, 2019).

O Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, determina que para evitar a contaminação da água destinada para consumo humano com cianobactérias e cianotoxinas deve-se monitorar a presença desses organismos na água até a concentração de 10.000 células/ml com frequência mensal e acima dessa concentração, em monitoramento semanal. Quando a concentração de cianobactérias ultrapassar 20.000 células/ml deve-se realizar análise de cianotoxinas na água, pois a elevada concentração de cianobactérias e competição por nutrientes podem ocasionar a lise celular e a liberação das cianotoxinas.

O monitoramento das cianotoxinas Microcistinas e Saxitoxinas deve ser realizado, sendo a concentração máxima permitida para atender o Padrão de Potabilidade do Ministério da Saúde é de 1,0 µg/L para Microcistinas e 3,0 µg /L de Saxitoxinas (BRASIL, 2011).

4.14. Radioatividade

Os átomos são partículas carregadas de energia formadas por um núcleo rodeado de elétrons (elementos de carga negativa). O núcleo atômico é formado por prótons e neutrons, elementos de cargas positivas e neutras respectivamente e que, quando somados, constituem o núcleon. A soma dos núcleons correspondente a massa atômica e o número de prótons é o número atômico (CARDOSO, 2000).

Como todos os elementos da natureza, os átomos buscam a estabilidade com o equilíbrio das forças e cargas de seu interior. Desta forma, é possível encontrar átomos com cargas desequilibradas de forma natural ou artificial no ambiente, considerados átomos instáveis, ou seja, radioativos. Esses átomos tendem a buscar o equilíbrio energético liberando suas cargas excessivas até atingir a condição de estabilidade, o que denomina radioatividade (CARDOSO, 2000).

Radioatividade é, portanto, a propriedade atômica de liberar energia até o equilíbrio de seu núcleo, por um processo denominado decaimento radioativo e as partículas liberadas são chamadas de radiação, que são ondas eletromagnéticas ou de partículas que viajam em alta velocidade. Esse processo pode ocorrer natural ou artificialmente (LAURIA; VEIGA; FRANKLIN, 2014).

Os elementos com radioatividade natural mais conhecidos são o Urânio (U-238 e U-235) e o Rádium (Ra-226 e Ra-228) que ocorrem com maior facilidade nas águas subterrâneas que nas superficiais devido aos processos erosivos e de dissolução de rocha que, por reações químicas com o ar e a água, facilitam a

formação de átomos instáveis em processos naturais (LAURIA; VEIGA; FRANKLIN, 2014).

Atividades humanas também são responsáveis pela liberação de átomos radioativos na natureza e na água, a exemplo dos testes em bombas nucleares, instalações nucleares ou radioativas, mineração ou uso de fertilizantes (CARLOS, 2017). No meio ambiente a radiação pode ocasionar a extinção da vida, alterar as propriedades dos corpos hídricos e a fertilidade dos solos, causando severos desequilíbrios no ecossistema. Na saúde humana pode causar doenças como mutação e má formação genética, incluindo hipóteses de surgimento de células carcinogênicas (CARLOS, 2017).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) determina concentrações máximas permitidas para exposição humana para cada elemento radioativo e alinhado às orientações da OMS, o Ministério da Saúde estabelece na Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 que a água potável pode ter uma concentração máxima de 1,0 Bq/L (Becquerel / Litro – unidade de medida do Sistema Internacional para atividades de radionuclídeos) de Rádio-226 e 0,1 Bq/L de Rádio 228 (BRASIL, 2011).

4.15. Compostos inorgânicos

Compostos inorgânicos são estruturas compostas por, no mínimo, dois elementos diferentes e sem átomos de carbono em cadeia ou ligados a hidrogênio. O principal exemplo de um composto inorgânico é a água, substância formada por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio que é essencial a vida na terra. (USBERCO; SALVADOR, 2006).

Geralmente, os compostos inorgânicos são formados por quaisquer elementos da tabela periódica, principalmente os ametais e o hidrogênio, normalmente ligados a átomos metálicos (USBERCO; SALVADOR, 2006).

No ambiente aquático, há dois grupos de poluidores inorgânicos que são mais relevantes. O grupo dos nutrientes que, em excesso, favorecem a proliferação de algas na água prejudicando a biota e, dependendo da alga, liberar substâncias tóxicas, que compõe o segundo grupo de poluidores inorgânicos – os compostos tóxicos (BOAVIDA, 2001).

Os compostos tóxicos são muito usados na fabricação de agrotóxicos utilizados na agricultura e na pecuária. Muitos desses, em concentrações elevadas, causam problemas de toxicidade em peixes, animais aquáticos e nos animais que deles se alimentam, inclusive o ser humano (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

A concentração desses componentes tóxicos é algo importante de ser estudado, considerando que, por não serem degradáveis, possuem efeito acumulativo. Assim, se alimentar de animais que tiveram contato com esses compostos e ingerir água, frutas e legumes com os mesmos componentes, pode levar a concentração a níveis prejudiciais a saúde humana e ao equilíbrio do ecossistema (BOAVIDA, 2001).

A presença de campos agrícolas e áreas de criação animal nas proximidades de corpos hídricos podem acarretar em carregamento desses compostos para a água, causando impactos negativos ao ecossistema.

No grupo dos nutrientes, os principais compostos inorgânicos que causam poluição e impacto no equilíbrio dos ecossistemas são o nitrogênio e o fósforo, elementos que chegam à água pela erosão de rochas, em um sistema natural ou por escoamento artificial oriundo de terras agrícolas, onde os nutrientes são utilizados para equilíbrio do solo (BOAVIDA, 2001).

Os compostos inorgânicos com maior potencial de causar impactos negativos aos ecossistemas e à saúde pública são listados pelo Ministério da Saúde e possuem suas concentrações máximas na água potável determinadas na Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, sendo demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6: Concentração máxima permitida pelo Ministério da Saúde para a concentração de compostos inorgânicos em água potável.

Parâmetro	Concentração Máxima Permitida (mg/L)
Antimônio	0,005
Arsênio	0,01
Bário	0,7
Cádmio	0,005
Chumbo	0,01
Cianeto	0,07
Cobre	2
Cromo	0,05
Fluoreto	1,5
Mercúrio	0,001
Níquel	0,07

Nitrato (como N)	10
Nitrito (como N)	1
Selênio	0,01
Urânio	0,03

Fonte: Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

4.16. Agrotóxicos

Agrotóxico foi o termo adotado no Brasil após a criação da Lei Federal nº 7.802, de 1989, regulamentada pelo Decreto nº 4.074, de 2002, como sendo um composto químico utilizado para controlar, destruir ou prevenir, direta ou indiretamente, ações de agentes patógenos para plantas, animais e pessoas (BRASIL, 1989).

Desta forma, os agrotóxicos ou defensivos agrícolas, auxiliam no aumento da produção de alimentos e reduzem os riscos de perda da produção nas lavouras, porém o uso indiscriminado e fora das orientações dos fabricantes oferece riscos a saúde pública e ao meio ambiente (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018).

A Lei Federal nº 7.802 de 11 de julho de 1989, traz a definição de agrotóxicos.

Agrotóxicos são os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (BRASIL, 1989).

A mesma legislação determina que tais produtos podem agir como desfolhantes, dessecantes, inibidores ou estimuladores de crescimento e para serem comercializados e utilizados, nacional ou internacionalmente, devem seguir diretrizes específicas quanto a saúde pública, preservação ambiental e agricultura, além possuírem obrigatoriedade de registro em órgão federal (BRASIL, 1989).

Para registrar um agrotóxico, é legalmente exigido que os produtos não ofereçam riscos ao ambiente e a saúde pública em concentrações menores que produtos semelhantes registrados anteriormente, não podem ter características carcinogênicas ou mutagênicas, além de não poderem causar danos ao aparelho reprodutor ou distúrbios hormonais. Devem existir métodos para desativação de

seus componentes, para casos de acidentes e não serão registrados caso não haja antídoto ou tratamento eficaz (BRASIL, 1989).

O Brasil é um país que preserva muitas de suas características originais, principalmente quanto a economia, que ainda é fortemente baseada na agricultura e na pecuária. Considerando sua extensão e a grande quantidade de biomas diferentes, há um grande potencial produtivo no país, uma riqueza incomparável de terras e condições climáticas e ambientais que permitem desenvolver uma grande diversidade de culturas.

Com o aumento da população mundial no período pós-guerra, é crescente a demanda por alimentos, portanto o uso de agrotóxicos, fertilizantes e corretivos tem se intensificado para reduzir as perdas produtivas nas lavouras. Defensivos agrícolas e adubos químicos de alta toxicidade tem chamado a atenção das autoridades ambientais e de saúde pública para o risco iminente de danos e impactos irreversíveis a curto, médio e longo prazo. A expansão desenfreada da abertura de novos campos para lavoura também tem causado danos ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde pública (CARNEIRO et al., 2015).

Apesar da redução da perda produtiva nos campos, que diminui consideravelmente o custo do produto final, o uso intensivo de produtos químicos nas lavouras tem acarretado inúmeros problemas de saúde, principalmente para os pequenos produtores que conduzem sua produção de maneira mais manual e expõe toda a família a esses produtos. Desta forma, as despesas do Estado para tratamentos de saúde e reparo dos danos causados aos trabalhadores rurais, se elevam a números que devem considerados quando se estima a economia causada pelo uso dos defensivos agrícolas (SOARES; PORTO, 2011).

Não há, ainda, estudos e pesquisas suficientes para determinar os riscos e as concentrações máximas permitidas para os diversos tipos de agrotóxicos encontrados nos alimentos e os impactos diretos que causam na saúde e no meio ambiente, outro fator alarmante frente ao uso crescente desses produtos no Brasil (CARNEIRO et al., 2015).

Além dos impactos na saúde pública e elevação dos gastos estaduais com tratamentos aos trabalhadores rurais, outras preocupações frente ao uso dos defensivos agrícolas é o seu impacto no meio ambiente, a desinformação e o desrespeito na aplicação e manuseio desses produtos. Para cada cultura há uma linha específica de produtos e para cada produto há a orientação do fabricante

quanto a concentração de uso, forma de dispersão, armazenamento e descarte de embalagens. Quaisquer desvios dessas orientações expõe o trabalhador a riscos de enfermidades e o ambiente a contaminações que podem se dispersar por quilômetros de distância da área de uso (SOARES; PORTO, 2011).

Quando dispersos pelos ventos, atingindo florestas, bosques e áreas de preservação ambiental, podem chegar a animais, causando adoecimento e podem ser lixiviados para corpos hídricos superficiais e percolados às águas subterrâneas, onde impactam grandes extensões de áreas (SANTOS et al., 2018).

Quanto a legislação, a principal lei regulamentadora dos defensivos agrícolas no Brasil é a Lei Federal nº 7.802 de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre pesquisa, regulamentação, conceituação, utilização, transporte, armazenamento, destinação final, comercialização, classificação, controle e componentes dos agrotóxicos (BRASIL, 1989). Posteriormente, alterada pela Lei nº 9.974 de 06 de junho de 2000 no que tange as embalagens dos produtos agrotóxicos tanto para transporte, armazenamento e disposição final, com uma política de logística reversa para evitar impactos ambientais e à saúde pública e quanto a fiscalização por parte do poder público, que passa a acionar civil e penalmente os fabricantes, usuários e demais profissionais que descumprirem as determinações da lei (BRASIL, 2000).

Dentre as principais alterações trazidas pela Lei nº 9.974 de 2000 destaca-se a obrigatoriedade da execução de programas educativos e estímulo a devolução das embalagens de defensivos agrícolas por parte dos usuários aos comerciantes e fabricantes, o que reduz consideravelmente os impactos negativos do uso desses produtos (BRASIL, 2000).

Outra importante regulamentação sobre o tema é o Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002, que estabelece os órgãos competentes pelo registro e demais fiscalizações e normatização destes produtos. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o órgão responsável por avaliar e classificar, toxicologicamente, os agrotóxicos e afins, por ser vinculada ao Ministério da Saúde (BRASIL, 2002a).

O mesmo decreto determina que ao Ministério do Meio Ambiente compete avaliar a eficiência desses produtos quando são destinados ao ambiente aquático e florestal, classificá-los quanto a seu potencial de periculosidade, avaliar ambientalmente as ações dos produtos e conceder o registro para novos defensivos a serem disponibilizados no mercado (BRASIL, 2002a).

Desta mesma forma, cabe ao Ministério da Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Saúde avaliar a eficiência agrônômica dos defensivos agrícolas, determinar seus usos, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, monitorar os resíduos de agrotóxicos, junto ao Ministério do Meio Ambiente, e estabelecer diretrizes e exigências relativas a dados e informações obrigatórios a serem divulgados juntos ao produto, prevenindo os impactos ambientais e à saúde pública (BRASIL, 2002a).

O Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002 foi alterado pelo Decreto nº 5.549, de 22 de setembro de 2005 no que tange a caracterização de ingredientes inertes e aditivos utilizados na composição dos defensivos agrícolas, obrigando o registro destes produtos no Sistema de Informações de Componentes (SIC) para facilitar a avaliação de periculosidade dos produtos (BRASIL, 2005).

Esse mesmo decreto foi novamente alterado pelo Decreto nº 5.981, de 06 de dezembro de 2006, quanto a testes, obtenção e manutenção de registro dos produtos, bem como análise dos Limites Máximos de Concentração (BRASIL, 2006). Posteriormente, alterado pelo Decreto nº 6.913, de 23 de julho de 2009, que acrescentou regulamentações sobre defensivos agrícolas – produtos fitossanitários – a serem registrados para uso na agricultura orgânica (BRASIL, 2009).

Quanto aos descumprimentos e penalidades para crimes ambientais, a Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, traz agravamentos e atenuações para os crimes ambientais que abrangem descumprimentos das demais leis e decretos citados acima (BRASIL, 1998).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Área de estudo

O município de Amparo, está localizado na região do Circuito das Águas Paulista, no Estado de São Paulo, a uma latitude de 22°42'04" Sul, e a uma longitude 46°45'54" Oeste com altitude de 674 metros acima do nível do mar (AMPARO, 2018). Possui uma população estimada de 71.193 habitantes, área total de 445,323 km² e densidade demográfica de 147,75 hab/km², conforme dados do IBGE de 2017,

(INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019). Sua localização no Estado de São Paulo está demonstrada na Figura 1.

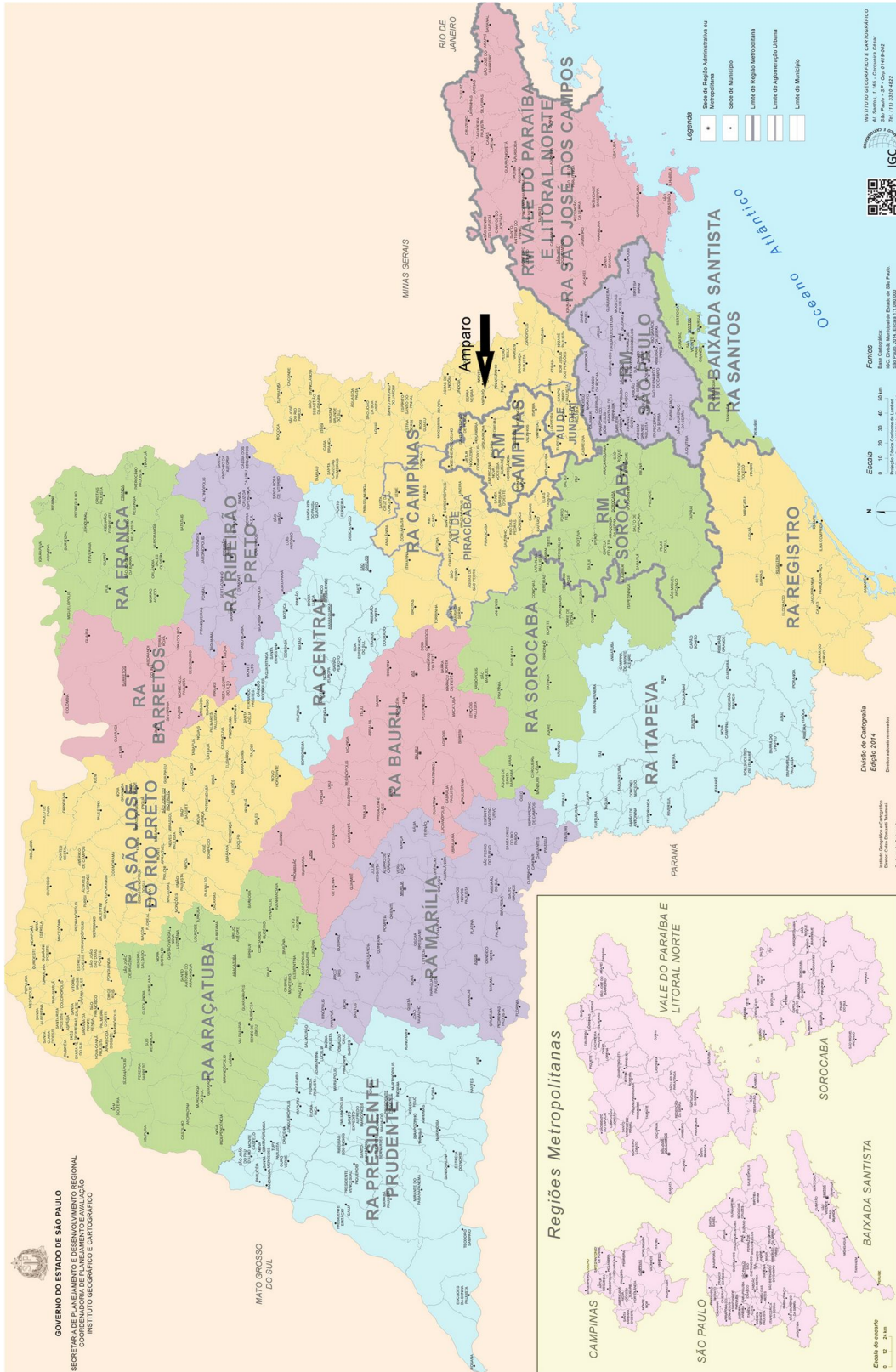


Figura 1: Localização do município de Amparo no Estado de São Paulo.

Fonte: SÃO PAULO, 2018.

Amparo é um dos 11 municípios do Estado de São Paulo que atendem os requisitos da Lei Estadual nº 10.426 de 08 de dezembro de 1971 para ser considerada estância hidromineral. A referida lei determina que para receber tal título o município deve possuir fontes de água mineral, captadas natural ou artificialmente, e legalizadas por decreto de concessão de lavra expedido pelo governo federal. Além desses requisitos, as fontes devem possuir vazão mínima de 96 mil litros em 24 horas e a cidade deve possuir um balneário público, para tratamento crenoterápico – de acordo com a natureza das águas – que possibilite tratamento de saúde e que tenha outros atrativos turísticos (SÃO PAULO, 1971).

Economicamente, Amparo tem como principal atividade a agricultura, seguida da indústria, do comércio e do turismo. Os principais ramos agropecuários do município são a avicultura e as lavouras de chuchu, o que ressaltam a importância de preservar a qualidade das condições ambientais (AMPARO, 2018).

Estruturalmente, Amparo possui coleta de resíduos sólidos em 98% das residências, distribui água tratada para 93% da população e coleta esgoto sanitários de 93% das residências. Quanto ao tratamento de efluentes, apenas 10% de todo esgoto coletado recebe tratamento, pois a estação de tratamento de efluentes está em instalação e não opera em sua capacidade total. A rede elétrica municipal atende 99,7% das residências (AMPARO, 2018).

Geograficamente, Amparo possui 2 cenários distintos e divididos pela Serra dos Feixos. A região a partir desta serra em direção ao município de Pedreira, Morungaba, Bragança Paulista, Serra Negra e Monte Alegre do Sul possui relevo acidentado com montanhas que podem ultrapassar 1.000 metros de altitude, proporcionando paisagens de beleza singular. No lado oposto, sentido Santo Antônio da Posse e Itapira, o relevo torna-se menos acidentado, apresentando apenas ondulações, semelhantes as cidades de Piracicaba e Holambra (LIMA, 2006).

A área urbana está distribuída em três regiões, a sede, o distrito de Arcadas e o distrito de Três Pontes. A região de Arcadas se caracteriza pela ocorrência de cristas retilíneas de Quartzito, que se localizam diretamente na Serra dos Feixos. O

solo da cidade é predominante podizólico vermelho amarelo orto e com cascalho e latosolo amarelo (AMPARO, 2018).

Devido à exploração de café no século XIX, as matas e florestas do município foram bastante desmatadas, porém ainda há fazendas, sítios e matas preservadas. O clima predominante é tropical de altitude, ou seja, no inverno as temperaturas caem abruptamente por curtos períodos de dias e no verão as noites são bastante quentes. A precipitação se concentra nos meses de janeiro e fevereiro, sendo o mês de agosto o mais seco do ano. Os índices de precipitação pluviométrica, na média, variam entre 1.200 e 1.800 mm anuais (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018a).

5.2. Características hidrográficas

O município de Amparo está localizado em duas bacias hidrográficas, a do rio Camanducaia e a do rio Jaguari, ambos afluentes do rio Atibaia. A bacia do Camanducaia, que corre de leste para oeste e corta toda a cidade, está localizada na região próxima ao distrito de Arcadas e a do rio Jaguari está localizada na divisa sul, próximo ao município de Morungaba (LIMA, 2006).

O sistema hidrográfico possui várias nascentes e córregos que tornam o rio caudaloso na época das chuvas e às vezes causa enchentes nos bairros que ficam no seu entorno, o que justifica a importância de preservar os recursos hídricos da região, considerando sua grande influência na bacia hidrográfica.

O município está inserido na grande bacia hidrográfica do PCJ que contempla a bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, envolvendo parte do Estado de São Paulo e parte do Estado de Minas Gerais, com área total aproximada de 15.320 km² (AGÊNCIA DAS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ, 2018a).

5.3. Consórcio Intermunicipal das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

O consórcio intermunicipal das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí é uma organização da iniciativa privada e sem fins lucrativos, composta por municípios e empresas, unidos com o objetivo de recuperar os mananciais da sua área de abrangência.

O consórcio é composto de 76 municípios, sendo 71 no Estado de São Paulo e 5 no Estado de Minas Gerais. A população dessa região se aproxima dos 5 milhões de habitantes e, portanto, é considerada uma das mais importantes do Brasil, pois concentra 7% do Produto Interno Bruto Nacional (PIB) (AGÊNCIA DA BACIA DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ, 2018a).

O grau de urbanização da região do PCJ tem crescido nos últimos 20 anos, porém na sub-bacia do Rio Camanducaia a velocidade de urbanização é a mais baixa de toda a região. Outra característica importante é que essa região abriga uma das mais importantes redes viárias do país, com rodovias de grande porte e aeroportos de grande circulação, o que confere facilidade ao desenvolvimento econômico e também maiores riscos de urbanização e impactos ambientais (AGÊNCIA DA BACIA DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ, 2018a). A Figura 2 traz o mapa da bacia hidrográfica sob responsabilidade do Consórcio PCJ, ilustrando a localização do município de Amparo na bacia.

5.4. Levantamento de dados

A metodologia aplicada no desenvolvimento desse trabalho deu-se a partir de análises de amostras de água das oito fontes de águas minerais e naturais do município de Amparo - SP. As fontes analisadas localizam-se na área urbana do município e estão disponíveis para consumo humano *in natura*, além de terem boa representatividade na bacia hidrográfica e no equilíbrio do ecossistema local. As fontes consideradas nesse estudo foram: Coqueiros, Nossa Senhora Aparecida, Nossa Senhora do Amparo, São Benedito, São Francisco, São Vicente de Paulo, Santa Luzia e Santa Rita de Cássia.

Os levantamentos de campo foram realizados de acordo com a Lei Municipal nº 3.839 de 05 de outubro de 2015 (AMPARO, 2015), que determina que a autarquia municipal Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) deve realizar análises mensais da água das fontes para os parâmetros de cor aparente, turbidez, pH, cloro residual, coliformes totais e presença de bactérias da espécie *Escherichia coli*, comparando-os ao padrão de Potabilidade do Ministério da Saúde.

A coleta e análise das amostras são de responsabilidade do SAAE desde o ano de 2015 e realizadas mensalmente por laboratório terceirizado que coleta cinco amostras de água bruta em cada fonte, no período da manhã, limitado às 14 horas, nos primeiros dias de cada mês. As coletas e análises seguem a determinação do artigo 41, parágrafo 1º da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da saúde e do método *American Public Health Association* (APHA, 2019). Baseado nos resultados das análises das águas das fontes no período de julho de 2017 a junho de 2018 foi possível avaliar as condições de preservação e qualidade das águas naturais e minerais da Estância de Amparo.

Os parâmetros compostos orgânicos, inorgânicos, cianobactérias, cianotoxinas, radioatividade, agrotóxicos e desinfetantes e produtos secundários da desinfecção, analisados semestralmente, caracterizam uma verificação completa quanto à qualidade das águas e também estão sob responsabilidade do SAAE, que contrata um laboratório especializado para coletar a água e analisar as amostras.

Baseado nos resultados de 12 meses dessas análises de água é possível avaliar as condições de preservação e qualidade das águas naturais e minerais da estância de Amparo, identificar potenciais fontes poluidoras e determinar meios de recuperação dos padrões de potabilidade e de preservação ambiental.

5.4.1. Fonte Coqueiros

A Fonte Coqueiros está localizada no distrito de Arcadas, na Rua José Jacobsen, a $22^{\circ}43'20''$ S e $46^{\circ}50'35''$ W, integrante da sub-bacia Camanducaia. Essa fonte fica localizada no centro do distrito de Arcadas, ao lado da principal rodovia que liga o município de Amparo ao município de Pedreira e Campinas, com grande fluxo de veículos, caminhões e ônibus. Em seu entorno há casas residenciais, comércio e escola, sendo as vias feitas de paralelepípedos, conforme apresentado na Figura 3. A região possui uma grande indústria de colágeno e áreas com vegetação preservada. No entorno da nascente há vegetação preservada e pequenos campos de agricultura, demonstrado na Figura 4.



Figura 3: Fonte Coqueiros, localizada no distrito de Arcadas – SP.



Figura 4: Localização da nascente da Fonte Coqueiros, no município de Amparo - SP.

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto (2018).

5.4.2. Fonte Nossa Senhora Aparecida

A “Fonte Nossa Senhora Aparecida localiza-se no distrito de Arcadas, na Praça Maria Cecília Rebieri, a $22^{\circ}43'20''$ S $46^{\circ}50'28''$ W, integrante da sub-bacia Camanducaia, está bem próxima a Fonte coqueiros, possuindo as mesmas características de entorno, diferenciando apenas pela maior proximidade dessa com uma região de mata preservada. A Figura 5 demonstra a localização da fonte, que possui pavimento de concreto por estar inserida em uma praça. A Figura 6 traz a localização da nascente, que é próxima a nascente da Fonte Coqueiros e que também possui em seu entorno pequenos campos de atividade agrícola.



Figura 5: Fonte Nossa Senhora Aparecida, localizada no distrito de Arcadas – SP.



Figura 6: Localização da nascente da Fonte Nossa Senhora Aparecida, no município de Amparo-SP.

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto (2018).

5.4.3. Fonte Nossa Senhora do Amparo

A Fonte Nossa Senhora do Amparo está localizada na Avenida Doutor Carlos Burgos, Jardim Primavera, a 22°41'49" S e 46°45'39" W, também integra a sub-bacia Camanducaia. O bairro de localização desta fonte, conforme demonstrado na Figura 7, é residencial. A fonte está próxima a APP de sua nascente. Próximo da fonte encontra-se a avenida marginal do município de Amparo, que possui grande fluxo de carros por ser a principal via que liga Amparo ao município de Serra Negra e Águas de Lindóia, tendo o fluxo aumentado nos finais de semana e feriados por tratar-se de região turística.



Figura 7: Fonte Nossa Senhora do Amparo, localizada no Jardim Primavera, no município de Amparo-SP.

O entorno da nascente possui Área de Preservação Permanente conservada e está distante de áreas de cultivo agrícola, tendo apenas a proximidade da avenida marginal com fluxo intenso de veículos, conforme apresenta a Figura 8.



Figura 8: Localização da nascente da Fonte Nossa Senhora do Amparo, no município de Amparo-SP.

Fonte: Google Earth, 2019.

5.4.4. Fonte São Benedito

A Fonte São Benedito encontra-se na Rua José Feliciano de Camargo Junior, Jardim Santa Cecília, a $22^{\circ}42'22''$ S e $46^{\circ}45'24''$ W, também é integrante da sub-bacia Camanducaia. Essa fonte localiza-se em bairro residencial de classe média e fica próxima a Área de Preservação Permanente. A região da fonte possui muitos prédios residenciais e pouco comércio, fica mais afastada do centro municipal e possui menor fluxo de veículos, caminhões, ônibus e pessoas. A fonte está dentro do padrão de construção municipal, conforme pode ser observado na Figura 9. A nascente está dentro da APP, porém, próxima aos prédios residenciais do bairro, conforme apresentado na Figura 10.



Figura 9: Fonte São Benedito, localizada no Jardim Santa Cecília, município de Amparo-SP.



Figura 10: Localização da nascente da Fonte São Benedito, no município de Amparo-SP.

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto (2018).

5.4.5. Fonte São Francisco de Assis

A Fonte São Francisco de Assis está localizada na Rua Rondônia, Jardim Brasil, a $22^{\circ}42'34''\text{S}$ e $46^{\circ}44'54''\text{W}$, integra a sub-bacia Camanducaia. Essa é a única fonte do município que não está no padrão de construção de fontanários, pois se localiza em bairro mais popular com baixo fluxo de pessoas e bastante afastada do centro. É uma fonte utilizada apenas pelas poucas residências do entorno. A fonte está localizada em bairro residencial, com baixo fluxo de pessoas, veículos, caminhões e ônibus, bastante próxima a região de mata preservada, conforme demonstra a Figura 11. A nascente está localizada próxima a fonte, dentro da APP, conforme Figura 12.



Figura 11: Fonte São Francisco de Assis, localizada no Jardim Brasil, no município de Amparo-SP.



Figura 12: Localização da nascente da Fonte São Francisco de Assis, no município de Amparo-SP.

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto (2018).

5.4.6. Fonte São Vicente de Paulo

A Fonte São Vicente de Paulo localiza-se na Rua Milão, Jardim Itália, a $22^{\circ}42'22''$ S e $46^{\circ}46'10''$ W, é integrante da sub-bacia Camanducaia. Essa fonte encontra-se em bairro de classe alta, sua região possui prédios residenciais, comércio e uma avenida marginal que atravessa todo o município, possuindo grande fluxo de veículos, caminhões, ônibus e pessoa. É a maior fonte analisada do município, possuindo jardim e bancos para lazer da população do entorno, conforme apresentado na Figura 13. A nascente está bem próxima ao fontanário e às residencias do bairro, porém com APP preservada, conforme demonstra a Figura 14.



Figura 13: Fonte São Vicente de Paulo, localizada no Jardim Itália, no município de Amparo-SP.



Figura 14: Localização da nascente da Fonte São Vicente de Paulo, no município de Amparo-SP.

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto (2018).

5.4.7. Fonte Santa Luzia

A Fonte Santa Luzia está situada na Rua Luiz de Mattos, Parque Dona Virgínia, a 22°42'52" S e 46°45'55" W, também é integrante da sub-bacia Camanducaia. Como a maioria das fontes do município de Amparo, encontra-se em bairro residencial, com pouca atividade comercial e baixo fluxo de pessoas, veículos, caminhões e ônibus pois está em uma rua sem saída. Encontra-se bem próxima a uma área de preservação permanente e possui bancos para o lazer da população do entorno, conforme demonstra a Figura 15. É a única fonte do município que possui indicação da APP e placas sobre educação ambiental. Sua nascente está um pouco distante do fontanária e possui APP preservada, conforme é possível observar na Figura 16.



Figura 15: Fonte Santa Luzia, localizada no Parque Dona Vigínia, no município de Amparo-SP.



Figura 16: Localização a nascente da Fonte Santa Luzia, no município de Amparo-SP.

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto (2018).

5.4.8. Fonte Santa Rita de Cássia

A Fonte Santa Rita de Cássia encontra-se na Rua Professor João Barbosa, Jardim São Judas, a $22^{\circ}41'48''$ S e $46^{\circ}46'14''$ W. Essa fonte também integra a sub-bacia Camanducaia. Localizada bem próxima a APP, essa fonte encontra-se em bairro residencial e está próxima a principal via de acesso ao município de Itapira e ao principal hospital municipal, estando a aproximadamente 600 m de distância do hospital e da rodovia. A Figura 17 demonstra a proximidade do fontanário com a APP de sua nascente, que está dentro de uma grande área de preservação ambiental, demonstrada na Figura 18.



Figura 17: Fonte Santa Rita de Cássia, localizada no Jardim São Judas, no município de Amparo-SP.



Figura 18: Localização da nascente da Fonte Santa Rita de Cássia, no município de Amparo-SP.

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto (2018).

5.5. Análise dos resultados

Os resultados dos parâmetros de qualidade de água foram analisados e comparados individualmente com o padrão de potabilidade definido pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) para determinar a qualidade da água disponibilizada para consumo humano. Para determinar as causas das interferências pontuais observadas nos resultados, foram calculados o desvio padrão e a média dos parâmetros em cada fonte e entre as fontes, a fim de estabelecer programas preventivos e corretivos. Os cálculos de média e desvio padrão foram efetuados no programa Excel, versão 2016. Para determinar o coeficiente de correlação entre as variáveis estudadas nessa pesquisa, foi utilizada a correlação de Pearson, segundo o procedimento CORR do programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2002).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos das análises mensais e semestrais das águas minerais naturais das fontes do município de Amparo - SP estão demonstrados nas Tabelas de 7 a 17.

6.1. Cor aparente

Os fatores naturais e antrópicos influenciam diretamente nas características e nas propriedades das águas, especialmente em se tratando de aspectos físicos como cor e turbidez. Esses são parâmetros prejudiciais à potabilidade da água e indicadores da presença de bactérias e componentes químicos indesejados, dissolvidos ou em suspensão. O uso e ocupação do solo ao redor dos cursos d'água e nascentes, associado aos processos erosivos, tem a capacidade de afetar grandes regiões de uma bacia hidrográfica, podendo inclusive assorear nascentes e eliminar corpos hídricos (ROVERI; MUNIZ, 2016).

A declividade da região, o tipo de solo e a intensidade das chuvas também influenciam o parâmetro cor aparente. O uso do solo na região, a presença de campos de agricultura, áreas de pastagem e ausência de vegetação são fatores que

contribuem para elevar o índice. Nenhuma amostra das fontes de água estudadas apresentou valores de cor aparente superior a 15 uH (Tabela 7) conforme estabelecido pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Esse resultado indica que há uma redução dos riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Porém, são notáveis alterações ocorridas nos meses de janeiro, fevereiro e junho do ano de 2008. Compreender as ações e os fatores que alteraram a qualidade da água para os meses mencionados e estabelecer planos de ação para evitar a repetição do ocorrido são necessários.

Tabela 7: Valores de cor aparente das fontes de água mineral natural do município de Amparo – SP, no período de julho/2017 a junho/2018.

Parâmetro: Cor aparente medida em uH (Unidade de Hazen).										
Meses	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	Média	Desvio padrão
jul/17	0,6	0,6	0,44	0,8	0,5	0,8	0,6	3	0,6	0,851
ago/17	1	1	0,7	1	1	0,8	1,7	3,4	1	0,889
set/17	0,6	0,4	1,3	1,1	1,1	1,3	0,8	1	1,05	0,325
out/17	1,3	3,3	2,4	2,6	2,2	2,3	1,8	0,5	2,25	0,854
nov/17	2,6	2,7	1,9	2,4	2,1	2,1	1,3	3,2	2,25	0,574
dez/17	0,9	0,9	1,1	1	1	0,3	0,6	2,2	0,95	0,55
jan/18	11,7	12,7	13,4	12,3	11	13,4	11,3	7,2	12	2
fev/18	8,5	8,5	9,1	9,4	0,4	7,4	9,7	6,9	8,5	3,231
mar/18	0,8	0,6	0,5	0,6	0,4	1	0,9	1,4	0,7	0,324
abr/18	1,1	2,3	3,3	0,5	0,8	2,5	0,5	1,5	1,3	1,035
mai/18	3,5	2,1	1,2	0,6	0,6	0,5	0,7	1,5	0,95	1,035
jun/18	4,8	5,9	3,9	4,4	3,4	0,5	4,4	2	4,15	1,702
Média	1,2	2,1	1,6	1,05	1	1,15	1,1	2,1		
Desvio padrão	3,576	3,615	3,986	3,863	2,963	3,869	3,74	2,166		

Padrão Ministério da Saúde: < 15 uH.

F1-Fonte Coqueiros; F2-Fonte Nossa Senhora Aparecida; F3-Fonte Nossa Senhora do Amparo; F4-Fonte São Benedito; F5-Fonte São Francisco; F6-Fonte São Vicente de Paula; F7-Fonte Santa Luzia; F8-Fonte Santa Rita de Cássia.

As Fontes Nossa Senhora Aparecida, Nossa Senhora do Amparo e Santa Rita de Cássia apresentaram médias de cor aparente mais elevada que as demais fontes. A Fonte Nossa Senhora do Amparo possui a nascente e o fontanário com área de preservação permanente conservada, porém está localizada próxima a uma avenida marginal que atravessa o município, com grande trânsito de veículos e caminhões, além de estar bem próxima a uma área residencial, com muitas casas e

fluxo intenso de pessoas. Esse maior movimento de pessoas e veículos causa dispersão de material particulado que pode se depositar na água e alterar a cor aparente.

As Fontes Santa Rita de Cássia e Nossa Senhora Aparecida não possuem APP preservada. A Fonte Santa Rita de Cássia está localizada em um bairro residencial com fluxo de pessoas e veículos e a Fonte Nossa Senhora da Aparecida está situada em meio a um campo de cultivo agrícola. Esses fatores podem causar elevação da cor aparente devido à falta de proteção vegetal na área de APP que tem a função, justamente, de proteger a nascente de impactos como esses.

As condições climáticas e meteorológicas também podem impactar o parâmetro de cor aparente. Análises meteorológicas efetuadas pelo Centro Integrado de Informações Meteorológicas (CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS, 2018) demonstraram que o índice pluviométrico no município de Amparo foi de 196,5mm em janeiro/2018 e 84,4mm em fevereiro do mesmo ano. Esses valores estão acima da média do período.

O excesso de chuvas é um fator que pode influenciar os resultados de cor aparente, pois o aumento da umidade do solo ocasionalmente carrega partículas para os corpos hídricos e nascentes, porém em junho de 2018 o índice pluviométrico foi baixo, em torno de 13mm, e o resultado da análise de cor aparente foi elevado em relação a média (LEMOS et al., 2017).

No mês de junho, além da pouca precipitação, esta foi concentrada em apenas 06 dias, ficando a maior parte dos dias do mês sem precipitação e com tempo seco. A falta de chuvas pode causar efeito na cor aparente devido à maior facilidade de dispersão de sólidos, e material particulado do solo e do ar para a água da nascente, possibilitando o desvio observado.

O solo é um fator importante e influente na qualidade da água. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018b) e o Instituto Agrônomo de Campinas (INSTITUTO AGRÔNOMO DE CAMPINAS, 2018), o solo de Amparo apresenta textura média argilosa e é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo. Esse tipo de solo é constituído por compostos inorgânicos em diversos estágios de intemperismo, argila de atividade baixa e pouca capacidade de troca de cátions (característica que auxilia a absorção de nutriente pela vegetação por meio da rizosfera) e caráter aluminico, onde há elevada concentração de alumínio nas

camadas mais superficiais, podendo chegar a níveis tóxicos. Por sua característica argilosa, não é um solo de fácil dissolução em água, portanto o solo exerce pouca influência no desvio da cor aparente quando em condições normais de precipitação.

O principal fator determinante para os resultados observados é a falta de conservação das APPs e do equilíbrio do ecossistema, que tendem a minimizar os efeitos de grandes sazonalidades pluviométricas e interferências nas nascentes. Nenhum fator isolado pode ser caracterizado como único responsável pelos resultados obtidos. O conjunto desses fatores é determinante para o desequilíbrio no ecossistema local. Salienta-se a importância do equilíbrio das atividades humanas e da preservação do meio ambiente na busca do desenvolvimento sustentável e de longo prazo.

6.2. Turbidez

A turbidez é uma medida do espalhamento de luz produzido pela presença de partículas coloidais ou em suspensão que indica possível presença de argila, substâncias orgânicas ou inorgânicas finamente divididas, plâncton, algas e micro-organismos. Esse parâmetro físico, influenciado pelo pH, pode provocar coagulação das partículas suspensas, por ser semelhante à cor aparente as influências que elevam a cor aparente também alteram a turbidez (BRASIL, 2004).

A manutenção da turbidez dentro do padrão de potabilidade da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, é importante para reduzir a contaminação e proliferação de doenças pelo material suspenso na água, uma vez que esse pode ser constituído de micro-organismos que podem ser patogênicos (BRASIL, 2011).

Assim como em cor aparente, a turbidez é alterada pelo pH, pelos índices pluviométricos, pelas atividades do entorno da nascente e do fontanário como o fluxo de pessoas e o trânsito de veículos, caminhões e ônibus e pela presença ou ausência de atividades agrícolas na região (BRASIL, 2004).

Os valores de turbidez podem indicar o estado de conservação ambiental da região. Alterações elevadas servem de alerta quanto a necessidade de análises mais elaboradas de outros parâmetros, pois indicam descaracterização do ambiente natural, colocando a saúde pública e a conservação ambiental em risco. Regiões com áreas de APP conservadas são menos susceptíveis as alterações de turbidez, conforme resultados apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Valores de turbidez das fontes de água mineral natural do município de Amparo – SP, no período de julho/2017 a junho/2018.

Parâmetro: Turbidez medida em uT (Unidade de turbidez)										
Meses	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	Média	Desvio Padrão
jul/17	2,69	0,48	0,48	0,23	0,46	0,23	0,17	1,40	0,47	0,87
ago/17	0,27	0,27	0,27	0,27	0,44	0,26	0,76	1,32	0,27	0,38
set/17	0,27	0,49	0,49	0,37	0,60	0,20	0,24	0,37	0,37	0,14
out/17	0,02	0,20	0,20	0,02	0,02	0,02	0,02	0,30	0,02	0,11
nov/17	0,70	0,34	0,34	0,42	0,64	0,55	0,58	1,72	0,57	0,45
dez/17	0,32	0,46	0,46	0,40	0,55	0,47	0,62	1,15	0,47	0,26
jan/18	0,35	0,22	0,22	0,20	0,85	0,18	0,28	5,03	0,25	1,68
fev/18	0,11	0,11	0,11	0,06	0,29	0,16	0,09	0,72	0,11	0,23
mar/18	0,43	0,31	0,31	0,12	0,29	0,02	0,34	0,80	0,31	0,23
abr/18	0,32	0,18	0,18	0,02	0,22	0,10	0,57	0,73	0,20	0,24
mai/18	1,71	1,09	1,09	0,14	0,28	0,35	0,3	0,59	0,47	0,55
jun/18	5,02	13,2	13,2	0,21	0,33	0,26	0,29	0,36	0,35	5,84
Média	0,34	0,34	0,33	0,21	0,39	0,22	0,30	0,77		
Desvio Padrão	1,48	3,87	3,71	0,14	0,22	0,16	0,23	1,29		
Padrão Ministério da Saúde: < 5 uT										

F1-Fonte Coqueiros; F2-Fonte Nossa Senhora Aparecida; F3-Fonte Nossa Senhora do Amparo; F4-Fonte São Benedito; F5-Fonte São Francisco; F6-Fonte São Vicente de Paula; F7-Fonte Santa Luzia; F8-Fonte Santa Rita de Cássia.

As análises das amostras demonstraram desenquadramento dos padrões de potabilidade do Ministério da Saúde no parâmetro de turbidez para as Fontes Coqueiros, Nossa Senhora Aparecida, Nossa Senhora do Amparo e Santa Rita de Cássia, com valores acima de 5 uT. Conforme estabelecido pelo Anexo II da Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, concentrações acima do estabelecido em mais de 95% das amostras, torna a água imprópria para consumo humano (BRASIL, 2011).

As fontes do município de Amparo são avaliadas com a coleta e análise em 5 amostras de água por fonte e para as Fontes Coqueiros, Nossa Senhora Aparecida e Nossa Senhora do Amparo, em todas as amostras coletadas no mês de junho de 2018 apresentaram resultado superior a 5 uT. O mesmo aconteceu nas amostras

coletadas em janeiro de 2018 para a Fonte Santa Rita de Cássia, portanto as fontes foram consideradas impróprias para consumo humano nos meses mencionados.

A Fonte Coqueiros apresentou resultados elevados em relação a média nos meses de julho de 2017 e junho de 2018. Especificamente em junho de 2018, o valor obtido para turbidez estava acima do limite determinado pelo padrão de potabilidade do Ministério da Saúde. As Fontes Nossa Senhora Aparecida e Nossa Senhora do Amparo apresentaram valores de turbidez acima do padrão de potabilidade no mês de junho de 2018 e resultado acima da média em maio do mesmo ano, porém ainda dentro do limite para potabilidade.

A Fonte Santa Rita de Cássia apresentou resultados acima da média nos meses de julho e agosto de 2017, ainda que dentro do limite do padrão de potabilidade. Porém no mês de janeiro de 2018, o valor obtido foi acima do limite estabelecido no padrão de potabilidade. Dessas fontes, a Santa Rita de Cássia, a Nossa Senhora Aparecida e a Coqueiros não possuem a APP preservada, o que favorece o aumento da concentração de turbidez e cor aparente, devido à exposição da nascente as ações do clima, do tempo e do ser humano.

De acordo com o CIIAGRO (2018), nos meses de julho de 2017, maio e junho de 2018 os índices pluviométricos foram de 0,3mm, 14,6mm e 13,5mm, respectivamente, que relaciona a elevação da turbidez com as baixas precipitações nesses meses. Essa elevação da turbidez em meses de baixa precipitação possivelmente está associada à concentração de material particulado na atmosfera, que se deposita facilmente nas águas, especialmente onde a APP não é preservada.

Nascentes próximas à áreas de cultivo agrícola possivelmente são mais afetadas pelo depósito de material particulado da atmosfera na água, pois a atividade agrícola pode contribuir para a movimentação de solo e conseqüentemente elevar a turbidez da água, como observado nas Fontes Nossa Senhora Aparecida e Coqueiros.

Outro aspecto a ser considerado quanto as nascentes próximas de campos de agricultura, são os materiais revolvidos do solo nos períodos de plantio, colheita e preparação, que podem ser carregados pelo vento e atingir as águas, que pode influenciar a turbidez.

Para a Fonte Santa Rita de Cássia, os meses em que a turbidez apresentou-se com valores acima da média foram julho e agosto de 2017, com índices pluviométricos, de acordo com CIIAGRO (2018), de 0,3mm e 48,5mm,

respectivamente. O parâmetro não se enquadró no padrão de potabilidade em janeiro de 2018, que apresentou índice pluviométrico de 196,5mm. Períodos de chuva intensa tendem a elevar a umidade do solo, facilitando o carregamento de partículas para nascentes e corpos hídricos e elevando os valores de turbidez.

As Fontes São Benedito, São Francisco, São Vicente de Paula e Santa Luzia, não apresentaram desvios consideráveis ou resultados acima do padrão de potabilidade, resultado justificado pela preservação das APPs e pela baixa circulação de pessoas e veículos na região.

6.3. Potencial hidrogeniônico (pH)

Uma das formas de preservar o pH e evitar alterações que gerem impacto no meio ambiente ou na saúde pública é a conservação do solo, das APPs e a promoção da educação ambiental.

Os valores pH para as fontes analisadas que encontram-se na Tabela 9 servem para avaliar a qualidade das águas e da preservação ambiental.

Tabela 9: Valores de pH das águas das fontes minerais e naturais do município de Amparo – SP, no período de julho/2017 a junho/2018.

Parâmetro: pH (Potencial hidrogeniônico)										
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	Média	Desvio padrão
Meses										
jul/17	6,63	6,63	6,37	6,7	6,44	6,58	6,62	6,58	6,60	0,11
ago/17	6,2	6,2	6,03	6,72	6,61	6,05	6,32	6,12	6,20	0,26
set/17	6,35	6,43	6,13	6,25	6,35	6,23	6,03	6,38	6,30	0,14
out/17	6,28	6,32	6,06	5,99	6,37	6,09	6,34	6,17	6,23	0,14
nov/17	6,33	6,28	6,06	6,14	6,42	6,03	6,33	6,17	6,23	0,14
dez/17	6,44	6,45	6,23	6,18	6,57	6,22	6,45	6,32	6,38	0,14
jan/18	6,44	6,45	6,25	6,12	6,54	6,31	6,45	6,36	6,40	0,13
fev/18	6,29	6,38	6,55	6,11	6,42	6,41	6,38	6,00	6,38	0,19
mar/18	6,24	6,23	6,00	6,00	6,42	6,00	6,31	6,05	6,14	0,16
abr/18	6,26	6,27	6,00	6,89	6,43	6,04	6,33	6,12	6,27	0,28
mai/18	6,29	6,46	6,13	6,09	6,49	6,14	6,47	6,15	6,22	0,17
jun/18	6,45	6,44	6,08	6,05	6,45	6,14	6,46	6,19	6,32	0,18
Média	6,31	6,43	6,11	6,13	6,44	6,14	6,36	6,17		
Desvio padrão	0,12	0,13	0,17	0,31	0,08	0,17	0,14	0,16		

Padrão Ministério da Saúde: > 6,0 e < 9,0

F1-Fonte Coqueiros; F2-Fonte Nossa Senhora Aparecida; F3-Fonte Nossa Senhora do Amparo; F4-Fonte São Benedito; F5-Fonte São Francisco; F6-Fonte São Vicente de Paula; F7-Fonte Santa Luzia; F8-Fonte Santa Rita de Cássia.

Todas as fontes pesquisadas estão enquadradas nos padrões de potabilidade da Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde. Resultado importante, pois esse parâmetro não teve muita alteração entre as fontes e entre os meses apresentando baixo desvio padrão, o que reduz os riscos de danos à saúde pública e principalmente ao meio ambiente.

6.4. Cloro residual livre

Nenhuma amostra das fontes de Amparo apresentaram concentração de cloro residual livre acima da máxima permitida (5 mg/L) pelo padrão de potabilidade do Ministério da Saúde (Tabela 10). O fato de não estarem desenquadradas quanto a potabilidade permite concluir que não há exposição do meio ambiente e nem da saúde pública à problemas relacionados a concentrações elevadas de cloro residual na água.

Tabela 10: Valores de cloro residual livre nas águas das fontes minerais e naturais do município de Amparo – SP, no período de julho/2017 a junho/2018.

Parâmetro: Cloro Residual Livre em mg/L										
Meses	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	Média	Desvio padrão
jul/17	0,86	0,86	1,36	0,60	2,05	0,53	0,67	0,74	0,80	0,51
ago/17	0,75	0,75	0,55	1,02	1,90	0,87	0,70	0,81	0,78	0,42
set/17	0,79	0,91	1,77	0,32	1,34	0,61	0,80	1,48	0,86	0,48
out/17	0,93	1,02	1,12	0,73	0,03	0,32	0,80	0,78	0,79	0,37
nov/17	0,70	0,70	2,00	0,61	0,66	0,88	0,32	1,34	0,70	0,53
dez/17	0,95	0,96	0,38	2,00	1,08	0,48	0,48	0,22	0,72	0,57
jan/18	0,57	0,45	0,73	1,30	0,66	0,60	0,32	0,28	0,59	0,32
fev/18	0,62	0,62	0,69	1,46	0,34	0,36	0,68	0,25	0,62	0,41
mar/18	1,88	1,60	0,62	1,23	0,34	0,66	0,49	0,36	0,64	0,59
abr/18	1,54	1,64	1,52	0,20	0,26	0,34	0,84	0,54	0,69	0,62
mai/18	0,39	1,36	0,33	0,63	0,82	0,51	0,59	0,29	0,55	0,35
jun/18	0,54	0,68	0,86	0,40	0,24	1,70	0,97	0,75	0,72	0,45
Média	0,77	0,91	0,80	0,68	0,66	0,57	0,68	0,64		

Desvio padrão	0,43	0,39	0,55	0,54	0,66	0,38	0,20	0,42
---------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Padrão Ministério da Saúde: < 5 mg/L

F1-Fonte Coqueiros; F2-Fonte Nossa Senhora Aparecida; F3-Fonte Nossa Senhora do Amparo; F4-Fonte São Benedito; F5-Fonte São Francisco; F6-Fonte São Vicente de Paula; F7-Fonte Santa Luzia; F8-Fonte Santa Rita de Cássia.

As Fontes Coqueiro e Nossa Senhora Aparecida apresentaram resultados maiores em relação à média nos meses de março e abril de 2018. Nesses meses o índice pluviométrico foi mais elevado, de acordo com CIIAGRO (2018), chegando a 110,3 mm de precipitação, concentrada em 11 dias do mês e próxima a um período de estiagem. Essa alteração na precipitação pode ter gerado um alerta nas autoridades responsáveis quanto a alta probabilidade de elevação da presença de micro-organismos na água e conseqüentemente demandado ação pontual de cloração na tentativa de prevenir problema ambiental e de saúde pública.

A Fonte São Benedito apresentou resultados mais elevados de concentração de cloro residual livre em relação a média, nos meses de dezembro de 2017, janeiro e fevereiro de 2018, os três meses com alto índice pluviométrico, conforme mesmo centro de informações meteorológicas, sendo respectivamente, 162,7mm, 196,5mm e 84,4mm (CIIAGRO, 2018). Períodos de chuva intensa têm maior probabilidade de contaminação da água de nascentes por micro-organismos, considerando que a água que escoar no solo para os corpos hídricos e nascentes carregam uma grande quantidade de material sólido e micro-organismos para as águas. Outro aspecto a ser considerado é que em regiões mais afastadas há presença de fossas sépticas ao invés de coleta de efluentes sanitários, o que contribui para a presença de micro-organismos patogênicos na água. Possivelmente os órgãos responsáveis pela qualidade das águas de consumo *in natura*, também efetuaram trabalhos mais pontuais de cloração nesse período, ocasionando maior concentração de cloro residual livre encontrado nas amostras.

O mesmo ocorre com a Fonte São Francisco, que teve maior concentração de cloro residual livre nos meses de julho e agosto de 2017, período em que o índice pluviométrico registrado pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas, foi 0,3mm e 48,5mm respectivamente. As Fontes São Vicente de Paula e Santa Luzia apresentaram concentração mais elevada de cloro, em relação à média, no mês de junho de 2018, onde o índice pluviométrico registrado pelo mesmo centro de informações foi 13,5mm, resultado que não pode ser classificado nem como alto e

nem baixo frente aos demais resultados registrados (CIIAGRO, 2018). Como justificativa, o mês de junho é o período de férias escolares e Amparo está localizado em uma região turística, que recebe uma população flutuante em períodos de férias e feriados. As duas fontes estão localizadas na área urbana do município e em bairros residenciais, com o aumento pontual da população, o acesso e consumo dessas águas cresce. Portanto, os órgãos responsáveis adicionam mais cloro do que o normal no tratamento da água, resultando no aumento da concentração pontual para as fontes.

As Fontes Nossa Senhora do Amparo e Santa Rita de Cássia tiveram a concentração de cloro mais elevada, em relação a média, nos meses de setembro e novembro de 2017, onde os índices pluviométricos registrados pelo CIIAGRO (2018) foram de 46,8mm e 203,4mm, respectivamente.

6.5. Coliformes totais e *Escherichia coli*

Conforme determinação da Portaria nº 2.914 de 2011 anexo I do Ministério da Saúde, a água potável deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal, com tolerância à presença em uma amostra entre todas as analisadas no mês. Como principais indicativos dessa contaminação, consideram-se os coliformes totais, especialmente as bactérias da espécie *Escherichia coli*. A escolha dessa espécie como indicativo de contaminação fecal deve-se ao fato de serem fácil e economicamente simples de serem detectadas, sua concentração é diretamente proporcional ao grau de contaminação fecal da água e são mais resistentes aos agentes desinfetantes (BRASIL, 2011).

A *Escherichia coli* e os coliformes totais são bactérias em formato de bastonetes geralmente encontradas no trato intestinal de animais homeotérmicos. Normalmente localizam-se no intestino de seres humanos e animais, sem causar danos à saúde e auxiliando nos processos digestivos. Porém, quando esses micro-organismos se deslocam para outras partes do corpo, principalmente humano, podem causar diversas doenças como infecções, gastroenterites dentre outras mais raras e graves (LEMOS et al., 2017).

As análises de coliformes totais e *Escherichia coli* efetuadas nas nascentes estudadas do município de Amparo, indicaram ausência desses micro-organismos em todas as amostras analisadas das Fontes Nossa Senhora do Amparo, São

Benedito, São Francisco, São Vicente de Paula, Santa Luzia e Santa Rita de Cássia para o período compreendido entre julho de 2017 e junho de 2018, classificando-as como próprias para o consumo humano nesse período.

As amostras de água das Fontes Coqueiros e Nossa Senhora Aparecida apresentaram coliformes totais no mês de março de 2018. Essas fontes estão localizadas no Distrito de Arcadas e suas nascentes ficam próximas a uma área onde se desenvolve atividade agrícola. Na região, a maioria das residências não possui coleta de efluentes sanitários, sendo as fossas sépticas uma solução muito utilizada. A agricultura e as fossas sépticas facilitam a contaminação do solo e da água por bactérias do tipo *Escherichia coli*, principalmente em períodos de chuva intensa, podendo ser o motivo da contaminação pontual.

Conforme dados meteorológicos do CIIAGRO (2018), o mês de março de 2018 apresentou índice pluviométrico de 110,3 mm, concentrado em 11 dias, o que pode ter ocasionado a percolação de bactérias do solo para a nascente especificamente naquele mês. Por se tratar de problema pontual, sem repetições nos meses subsequentes, não gera necessidade de interdição prolongada do acesso à água da fonte, apenas no mês de identificação da poluição. Porém a presença desses micro-organismos é um indicativo de que medidas devem ser tomadas para conscientizar a população sobre o correto uso das fossas sépticas ou até mesmo obras para coleta dos efluentes sanitários. Amparo possui estação de tratamento de esgoto, porém com capacidade para tratar apenas parte dos rejeitos, não atendendo o Distrito de Arcadas.

Outro possível fator responsável pela presença das bactérias é a utilização de adubo de origem animal na atividade agrícola, prática ainda utilizada na zona rural para fertilização do solo em pequenas áreas de plantio. As fezes dos animais dispostas no solo em períodos de chuva podem conter bactérias que serão carregadas até a nascente, gerando a contaminação.

Para o meio ambiente, a presença de bactérias da espécie *Escherichia coli* não gera impacto ambiental. No entanto, o grande problema são os impactos sobre a saúde pública e os animais que a ingerem, por isso é importante zelar pelo controle desse contaminante (LEMOS et al., 2017).

6.6. Desinfetantes e produtos secundários da desinfecção

O desinfetante mais utilizado no Brasil é o cloro devido a sua eficiência, facilidade de aplicação, dosagem e custo reduzido. No município de Amparo, o cloro é aplicado na água das fontes pouco antes do fontanário, com dosagem variando conforme a vazão e a época do ano. Nas estações de temperaturas elevadas o crescimento e desenvolvimento de micro-organismos são facilitados e faz-se necessário intensificar a cloração.

A presença de cloro residual nas águas destinadas ao consumo humano é importante para garantir a aniquilação de micro-organismos patogênicos, sendo a concentração máxima permitida pelo Ministério da Saúde através portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, limitada a 5,0 mg/L. Essa concentração é o limite máximo para garantir a eliminação ou inativação do micro-organismos patogênicos sem conferir odor, sabor e cor à água. Ocorre que esse residual de cloro em contato com substâncias orgânicas e inorgânicas na água pode reagir gerando subprodutos da desinfecção que podem ser prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana.

Características como o pH, a temperatura, a composição do solo e a ausência de mata ciliar agravam o cenário, facilitando a ocorrência das reações químicas. Em regiões onde há atividade agrícola e pecuária nas proximidades da nascente ou ao longo de seu curso, o risco é ainda maior. Essas atividades podem liberar fertilizantes e pesticidas carregados de compostos orgânicos e inorgânicos que podem reagir com o cloro residual e resultar em substâncias prejudiciais, como os trihalometanos, cloro hidratado e ácidos haloacéticos (BORGES, 2003).

O impacto desses subprodutos no meio ambiente, além de alterar as características físicas e químicas da água, pode causar a aniquilação da biota original do ambiente aquático e alterar as características do solo no entorno, alterando a composição de micro-organismos do solo, a absorção de nutrientes pela

vegetação e as características naturais do ambiente, podendo causar severos desequilíbrios no ecossistema (MEYER, 1994).

As análises do parâmetro de desinfetantes e produtos secundários da desinfecção é realizada nas fontes municipais de Amparo semestralmente, sendo que essa pesquisa analisou os resultados obtidos no segundo semestre de 2017 e primeiro semestre de 2018.

Os desenquadramentos ante os padrões de potabilidade para os parâmetros analisados semestralmente servem como alerta para futuros impactos ambientais negativos e demandam dos órgãos públicos ações de correção e prevenção ambiental e à saúde pública.

No resultado das amostras semestrais das oito fontes (Tabela 11) não houve desenquadramento quando comparado com as concentrações máximas permitidas do padrão de potabilidade. As análises foram efetuadas no mês de outubro de 2017 e abril de 2018.

Apesar de não terem ocorridos desenquadramentos, o resultado das análises efetuadas nas águas das fontes do município de Amparo, apresentou desvios em relação a média de resultados para os parâmetros de cloro total e trihalometanos total em algumas fontes.

Tabela 11: Concentração de desinfetantes e produtos secundários da desinfecção das águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.

Parâmetro: Desinfetantes e produtos secundários da desinfecção (mg/L)								
Padrão	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
0,08	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
0,08	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004	< 0,0004
0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
0,01	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
4	< 0,1	< 0,1	0,2	0,3	0,2	< 0,1	0,2	0,3
4	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,4	< 0,1	0,2	0,2	0,2
1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
5	0,68	0,65	1,18	2,3	1,47	0,53	0,95	0,84
5	1,31	1,41	0,6	1,27	1,08	1,05	1,35	1,12
0,1	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0006	0,004	< 0,0006	< 0,0006
0,1	0,012	< 0,0006	< 0,0006	0,009	0,015	0,011	< 0,0006	0,003
0,2	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
0,2	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001

LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE ÁGUA DO INSTITUTO DE SAÚDE PÚBLICA DE AMPARO, SP. ANEXO VII DA FORTALEÇA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011, APRESENTADO NA COLUNA 1.

LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE ÁGUA DO INSTITUTO DE SAÚDE PÚBLICA DE AMPARO, SP. ANEXO VII DA FORTALEÇA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011, APRESENTADO NA COLUNA 1.

F8-Fonte Santa Rita de Cássia.

Ácidos haloacéticos total
Ácidos haloacéticos total
Bromato
Bromato
Cloraminas totais mg/L
Cloraminas totais mg/L
Clorito mg/L
Clorito mg/L
Cloro total mg/L
Cloro total mg/L
Trihalometano total mg/L
Trihalometano total mg/L
2,4,6 Triclorofenol mg/L
2,4,6 Triclorofenol mg/L

Para cloro total nos resultados do segundo semestre de 2017, as Fontes Nossa Senhora do Amparo, São Benedito e São Francisco de Assis apresentaram resultados acima da média das demais fontes, possivelmente devido ao aumento da temperatura na época da primavera que culminou em maior cloração da água.

O mesmo aconteceu com a Fonte Nossa Senhora do Amparo na análise do segundo semestre de 2018, que, devido ao período de final do verão e início do outono, as temperaturas ainda mais elevadas, demandam maiores preocupações e maior cloração das águas por parte dos órgãos responsáveis.

Nesses períodos, que não houve alteração brusca de pH, portanto o resultado possivelmente é consequência de maior cloração na água das fontes para evitar riscos à saúde pública.

Para o parâmetro de trihalometano total as alterações frente a média de resultados ocorreu apenas no primeiro semestre de 2018 nas Fontes Coqueiros, São Benedito, São Francisco e São Vicente de Paula. Esse composto forma-se da reação do cloro residual com matéria orgânica. Como todas as fontes possuem mata ciliar preservada ou em situação pouco degradada, a chegada do outono, caracterizada pela queda das folhas das árvores, eleva a concentração de matéria orgânica na água, o que facilita a disponibilidade destes para reagir com o cloro, sendo a mais provável justificativa para a elevação dos resultados observados.

Considerando que não houve desenquadramentos do padrão de potabilidade e que os resultados acima da média se justificam em condições das estações do ano, cabem aos órgãos responsáveis apenas enquadrar medidas de desinfecção diferenciadas e melhor dimensionadas conforme as estações do ano, não

significando grandes possibilidades de impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública.

6.7. Compostos orgânicos

Os compostos orgânicos são facilmente encontrados em cursos d'água e em águas subterrâneas, devido a composição do solo e a decomposição de folhas e animais, que geram substâncias orgânicas facilmente carregadas para os corpos hídricos por meio das atividades humanas, e das ações das chuvas e dos ventos.

A presença excessiva de compostos orgânicos na água pode ser prejudicial ao equilíbrio da biota, podendo causar problemas de eutrofização.

Outro problema decorrente da concentração elevada de matéria orgânica na água é o desenvolvimento de cianobactérias que se desenvolvem em ambientes onde há quantidades elevadas de nutrientes disponíveis. A presença de concentrações elevadas de cianobactérias pode causar alterações de cor, odor e sabor da água, decorrentes da liberação de cianotoxinas, extremamente prejudiciais a vida aquática, ao solo, especialmente em regiões de nascente e à saúde pública, quando da ingestão, contato e uso de águas contaminadas com cianotoxinas.

Os compostos orgânicos de monitoramento determinado pelo padrão de potabilidade do Ministério da Saúde são Acrilamida, Benzeno, Benzo(a)pireno, Cloreto de Vinila, 1,2 Dicloroetano , 1,1 Dicloroetano, 1,2 Dicloroetano (cis+trans), Diclorometano, Di(2-etilhexil) ftalato, Estireno, Pentaclorofenol, Tetracloroeto de carbono, Tetracloroetano, Triclorobenzenos, Tricloroetano.

Os resultados das análises das amostras no 2º semestre de 2017 e no 1º semestre de 2018 para as 8 fontes de água disponibilizadas para consumo humano foram iguais e sem alterações entre as fontes e entre as análises. Nenhuma amostra ultrapassou a concentração máxima permitida pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), o que demonstra estabilidade de solo e da ocupação humana, sem impactos significativos na composição de matérias orgânicas na água, conforme demonstrado na Tabela 12.

Algumas das fontes estão localizadas em áreas de circulação de pessoas e veículos, com atividades agrícolas ou em regiões onde os efluentes domésticos são destinados em fossa séptica, aumentando o risco de contaminação das águas por compostos orgânicos, porém os resultados demonstram que tais atividades não têm causado impacto significativo para o referido parâmetro.

Tabela 12: Concentração de elementos orgânicos nas águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e no 1º semestre de 2018.

Parâmetro: Elementos Orgânicos(µg/L)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,35
	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14	< 0,14
	< 3,78	< 3,78	< 3,78	< 3,78	< 3,78	< 3,78	< 3,78	< 3,78
	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19
	< 0,31	< 0,31	< 0,31	< 0,31	< 0,31	< 0,31	< 0,31	< 0,31
	< 0,43	< 0,43	< 0,43	< 0,43	< 0,43	< 0,43	< 0,43	< 0,43
	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
	< 0,45	< 0,45	< 0,45	< 0,45	< 0,45	< 0,45	< 0,45	< 0,45
	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23	< 0,23

Padrão Ministério da Saúde: Baseado no anexo VII da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde, apresentado na coluna 1.
 F1-Fonte Coqueiros; F2-Fonte Nossa Senhora Aparecida; F3-Fonte Nossa Senhora do Amparo; F4-Fonte São Benedito; F5-Fonte São Francisco; F6-Fonte São Vicente de Paula; F7-Fonte Santa Luzia; F8-Fonte Santa Rita de Cássia.

	Padrão
Acrilamida	0,5
Benzeno	5
Benzo(a) pireno	0,7
Cloreto de Vinila	2
Diclorometano	20
Di(2-etilhexil)ftalato	8
Estireno	20
Pentaclorofenol	9
Tetracloroeto de Carbono	4
Tetracloroeteno	40
Triclorobenzenos	20
Tricloroeteno	20
1,1Dicloroeteno	30
1,2Dicloroetano	10
1,2-Dicloroeteno (cis + trans)	50

6.8. Cianobactérias e Cianotoxinas

Os resultados das análises de concentração de cianobactérias estão demonstrados na Tabela 13. Nenhuma fonte apresentou valores de cianobactérias acima do padrão de potabilidade ou alterações entre o resultado das análises do segundo semestre de 2017 e primeiro semestre de 2018.

O padrão de potabilidade de água do Ministério da Saúde admite a presença de cianobactérias na água disponibilizada para consumo humano até 10.000 células/mL em monitoramento mensal e acima de 10.000 cel/mL até o limite de 20.000 cel/mL em monitoramento semanal. Acima de 20.000 cel/mL o Ministério da Saúde recomenda realizar análise de cianotoxinas, pois a competição por nutrientes pode causar lise celular das cianobactérias e a liberação de cianotoxinas, independente da espécie de bactéria.

O Ministério da Saúde não especifica quais espécies de cianobactérias devem ser analisadas, desta forma o Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE – do município de Amparo realiza a análise com espécies que apresentam maior facilidade de desenvolvimento. Quanto a cianotoxinas, o SAAE realiza análises semestrais independente da concentração de cianobactérias.

Tabela 13: Concentração de cianobactérias nas águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.

Parâmetro: Cianobactérias (cel/mL – células por mililitro).								
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
<i>Aphanizomenon</i> 2017	335,5	297	< 1	313,5	55	2090	137,5	880
<i>Aphanizomenon</i> 2018	2145	1265	1760	66	38,5	880	27,5	4345
Densidade de Cianobactérias 2017	335,5	297	< 3	313,5	132	< 3	962,5	880
Densidade de Cianobactérias 2018	2145	1265	1760	66	38,5	880	165	4345
<i>Microcystis</i> 2017	< 1	< 1	< 1	< 1	33	1650	825	< 1
<i>Microcystis</i> 2018	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	137,5	< 1
Oscilatória 2017	< 1	< 1	< 1	< 1	44	440	< 1	< 1
Oscilatória 2018	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
<i>Schizothrix</i> 2017	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
<i>Schizothrix</i> 2018	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Padrão Ministério da Saúde: Baseado no anexo VII da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

F1-Fonte Coqueiros; F2-Fonte Nossa Senhora Aparecida; F3-Fonte Nossa Senhora do Amparo; F4-Fonte São Benedito; F5-Fonte São Francisco; F6-Fonte São Vicente de Paula; F7-Fonte Santa Luzia; F8-Fonte Santa Rita de Cássia.

A quantidade de cianobactérias presentes nas amostras de água das fontes aponta para a espécie *Aphanizomenon*, espécie comumente encontrada em águas continentais, portanto natural da biota aquática. Considerando que as quantidades encontradas são significativamente baixas em relação ao limite determinado pelo Ministério da Saúde, não há riscos de impacto negativo ao meio ambiente e à saúde pública.

Os resultados das análises de cianotoxinas são apresentados na Tabela 14 e nenhuma delas apresentou concentração acima dos padrões de potabilidade do Ministério da Saúde. Tais resultados eram esperados, considerando a baixa quantidade de cianobactérias presentes na água.

Tabela 14: Concentração de cianotoxinas nas águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.

Parâmetro: Cianotoxinas (µg/L).									
	Padrão	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Microcistina 2017	1	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Microcistina 2018	1	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Saxitoxinas 2017	3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Saxitoxinas 2018	3	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Padrão Ministério da Saúde: Baseados no anexo VII da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, apresentado na coluna 1.

F1-Fonte Coqueiros; F2-Fonte Nossa Senhora Aparecida; F3-Fonte Nossa Senhora do Amparo; F4-Fonte São Benedito; F5-Fonte São Francisco; F6-Fonte São Vicente de Paula; F7-Fonte Santa Luzia; F8-Fonte Santa Rita de Cássia.

6.9. Radioatividade

Os elementos radioativos possuem maior facilidade de serem encontrados naturalmente em águas subterrâneas devido aos processos de erosão das rochas, que, após reações químicas com a água, possuem maior tendência à formação de átomos instáveis, ou seja, radioativos.

Entre as atividades humanas que contribuem para a formação de átomos radioativos destacam-se a fabricação de bombas nucleares e radioativas, atividades de mineração e o uso de fertilizantes que contém compostos com maior propensão a instabilidade.

O Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) determina que as concentrações máximas para a radioatividade alfa e beta são, respectivamente 0,5 Bq/L e 1,0 Bq/L. Conforme resultados das análises constantes na Tabela 15, nenhuma das fontes apresentou concentrações de radioatividade acima do permitido para o padrão de potabilidade.

Considerando que todas as fontes analisadas possuem os resultados dentro dos limites de concentração de radioatividade e que na região de algumas nascentes há atividade agrícola elevando o risco de exposição a radioatividade devido ao manejo inadequado de agrotóxicos, pode-se considerar que o manejo de tais produtos está sendo efetuado de maneira correta.

Quanto as demais atividades, mineração e trabalhos com bombas nucleares ou energia nuclear, nenhuma das fontes analisadas possui tais atividades nas proximidades.

Tabela 15: Radioatividade das águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.

Parâmetro: Radioatividade (Bq/L – Becquerel por litro).									
	Padrão	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Radioatividade Alfa total 2017	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Radioatividade Alfa total 2018	0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,4	< 0,4	< 0,5	< 0,5
Radioatividade Beta total 2017	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Radioatividade Beta total 2018	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 1	< 1	< 0,1	< 0,1

Padrão Ministério da Saúde: Baseados no anexo VII da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, apresentado na coluna 1.

F1-Fonte Coqueiros; F2-Fonte Nossa Senhora Aparecida; F3-Fonte Nossa Senhora do Amparo; F4-Fonte São Benedito; F5-Fonte São Francisco; F6-Fonte São Vicente de Paula; F7-Fonte Santa Luzia; F8-Fonte Santa Rita de Cássia.

6.10. Compostos inorgânicos

Os compostos inorgânicos por sua natureza possuem um maior risco ao meio ambiente e à saúde pública, uma vez que sua estrutura atômica possui maior complexidade que os compostos orgânicos e que muitos destes possuem em sua cadeia atômica componentes metálicos que possuem maiores características tóxicas.

O Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) indica quais componentes inorgânicos devem ser analisados para atendimento ao padrão de potabilidade, conforme potencial de impacto ao meio ambiente e à saúde pública. Na Tabela 16 são apresentados os resultados das análises desses componentes para as oito fontes analisadas no segundo semestre de 2017 e primeiro semestre de 2018.

Nenhuma das fontes apresentou concentrações de compostos inorgânicos acima do padrão de potabilidade determinado pelo Ministério da Saúde. Porém as Fontes Nossa Senhora do Amparo, São Benedito, São Francisco e São Vicente de Paula apresentaram concentrações mais elevadas, em relação à média, para Nitrito e Nitrato tanto nas análises das amostras de 2017 e 2018, conforme demonstrado na Tabela 16.

Nitrito e nitrato são compostos inorgânicos utilizados em agrotóxicos e em adubos utilizados na agricultura. No entanto, a região onde se encontram as fontes que tiveram resultados mais elevados não possuem atividade agrícola. A presença desses compostos em concentrações mais elevadas possivelmente se justifica pela presença de bactérias no solo que oxigenam compostos na forma de amônia e ou amônio transformando-os em nitrito que quando oxidado transforma-se em nitrato, pois todas as fontes possuem mata ciliar e área de preservação permanente conservadas (BOAVIDA, 2001).

Tabela 16: Concentração de elementos inorgânicos nas águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.

Parâmetro: Compostos inorgânicos (mg/L).	Padrão	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Antimônio	0,005	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Arsênio	0,01	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006
Bário	0,7	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,04	0,1
Bário	0,7	0,1	0,1	0,1	0,2	< 0,001	0,2	0,04	0,009
Cádmio	0,005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005
Cádmio	0,005	< 0,0005	< 0,0005	0,003	< 0,0005	< 0,0005	0,002	< 0,0005	0,002
Chumbo	0,01	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Chumbo	0,01	0,01	0,01	0,01	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cianeto	0,07	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004
Cobre total	2	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Cobre total	2	0,01	0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	0,004	< 0,002	0,01
Cromo total	0,05	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cromo total	0,05	0,01	< 0,002	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,002	< 0,001	< 0,001
Fluoreto total	1,5	< 0,07	< 0,07	0,09	< 0,07	0,3	< 0,07	0,08	< 0,07
Fluoreto total	1,5	< 0,07	< 0,07	< 0,07	< 0,07	0,47	< 0,07	0,1	< 0,07
Merúrio	0,001	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Níquel	0,07	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Nitrato com N	10	1,26	2,17	8,74	9,23	7,56	7,8	0,66	1,19
Nitrato com N	10	2,35	2,33	8,06	6,5	8,74	6,78	0,61	1,28
Nitrito com N	1	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Selênio	0,01	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Urânio Total	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Padrão mínimo da Sanebr. Baseados no anexo VII da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, apresentado na coluna 1.

F1-Fonte Coqueiros; F2-Fonte Nossa Senhora Aparecida; F3-Fonte Nossa Senhora do Amparo; F4-Fonte São Benedito; F5-Fonte São Francisco; F6-Fonte São Vicente de Paula; F7-Fonte Santa Luzia; F8-Fonte Santa Rita de Cássia.

6.11. Agrotóxicos

A principal atividade econômica do Município de Amparo é a agricultura, devido ao clima e as condições ambientais. Com o objetivo de elevar o desempenho dos campos de cultivo, diversos tipos de defensivos agrícolas são utilizados com a finalidade de eliminar pragas que possam danificar as plantas.

A ação das chuvas e ventos atua como facilitadores da dispersão de agrotóxicos nas regiões de cultivo agrícola, desta forma, avaliar os parâmetros e concentrações de agrotóxicos nas águas das fontes é importante para garantir a potabilidade sem ferir a saúde da população e dos ecossistemas.

O uso indiscriminado, excessivo e desorientado de agrotóxicos pode ser nocivo ao meio ambiente e a saúde pública. Os impactos na saúde humana estão mais relacionados aos trabalhadores rurais que estão diretamente expostos ao risco de manuseio, armazenamento, aplicação, inalação, ingestão, higienização de embalagens e descarte.

Quanto aos impactos ambientais, os defensivos agrícolas possuem grande capacidade poluente, pois as formas de acidentes são bastante abrangentes. O armazenamento inadequado e fora das especificações do fabricante podem ocasionar contaminação do solo, que se torna infértil, a dispersão em dias de vento ou efetuadas fora das normas do fabricante podem dispersar o produtos para além da área de cultivo, atingindo animais, fungos, bactérias e vegetações que são importantes para o equilíbrio da cadeia alimentar e do meio ambiente, podendo inclusive causar a eliminação de espécies animais e vegetais em determinadas áreas, facilitando assim a proliferação desenfreada de outras espécies, desequilibrando o ciclo natural de vida (SANTOS et al., 2018).

O mesmo ocorre com a aplicação desses produtos em concentração maior que a indicada. Em períodos chuvosos, pode ocorrer lixiviamento do agente para corpos hídricos superficiais e percolação no lençol freático, causando mais desequilíbrios de fauna e flora e em uma área de extensão maior, podendo impactar grande percentual de uma bacia hidrográfica (SANTOS et al., 2018).

A análise das amostras das fontes de água minerais naturais de Amparo apresentou resultados expressos em micrograma por litro enquanto o Ministério da Saúde, na portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 expressa as concentrações

máximas permitidas para os mesmos compostos em miligramas ou gramas por litro. Essa diferença fornece maior margem de segurança para os resultados obtidos.

Os resultados das análises das águas das fontes referem-se às concentrações dos principais agrotóxicos utilizados em Amparo e que são de controle obrigatório pelo Ministério da Saúde para determinar a potabilidade da água. Não foram analisados todos os agrotóxicos determinados pelo Ministério da Saúde, pois muitos desses são destinados a culturas que não se desenvolvem no clima municipal.

Conforme demonstrado na Tabela 17, nenhuma fonte apresentou concentração acima do limite máximo permitido para o padrão de potabilidade do Ministério da Saúde para agrotóxicos. É importante preservar tais resultados para evitar impactos ao meio ambiente e a saúde humana e para tal, é essencial promover programas de conscientização aos agricultores e trabalhadores rurais sobre a correta forma de manejo desses produtos. Prezar pelo correto atendimento as orientações dos fabricantes quanto concentração de uso, intervalo de aplicações, condições climáticas, armazenamento, transporte, limpeza de equipamentos e embalagens bem como descartes destas, assim as concentrações de agrotóxicos nas águas naturais da cidade correm menor risco de serem contaminadas.

Tabela 17: Concentração de agrotóxico nas águas das fontes minerais e naturais da cidade de Amparo – SP, no 2º semestre de 2017 e 1º semestre de 2018.

Parâmetro: Agrotóxicos (µg/L)	Padrão	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
<i>Alacoloro</i>	20	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
<i>Atrazina</i>	2	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
<i>Clorpirifós+clorpirifós-o xon</i>	30	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
<i>DDT+DDD+ DDE</i>	1	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
<i>Diuron</i>	90	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
<i>Glifosato+ AMPA</i>	500	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100
<i>Mancozebe</i>	180	< 106,8	< 106,8	< 106,8	< 106,8	< 106,8	< 106,8	< 106,8	< 106,8
<i>Metolacoloro</i>	10	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
<i>Permetrina</i>	20	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
<i>Profenofós</i>	60	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
<i>Simazina</i>	2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
<i>Tebuconazol</i>	180	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
<i>Terbufos</i>	1,2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
<i>Trifluralina</i>	20	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
<i>2,4 D + 2,4,5 T</i>	30	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15

Padrão Ministério da Saúde: Baseados no anexo VII da Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, apresentado na coluna 1.

F1-Fonte Coqueiros; F2-Fonte Nossa Senhora Aparecida; F3-Fonte Nossa Senhora do Amparo; F4-Fonte São Benedito; F5-Fonte São Francisco; F6-Fonte São Vicente de Paula; F7-Fonte Santa Luzia; F8-Fonte Santa Rita de Cássia.

6.12. Correlação dos parâmetros de qualidade da água

Na Tabela 18 estão os resultados referentes à correlação de Pearson (r), para os parâmetros de qualidade de água analisados nesta pesquisa. Essa correlação aponta afinidade entre cor aparente e turbidez, sendo que os demais não se relacionam diretamente. Os valores dessa correlação podem variar entre -1 e 1, adotando-se que valores de correlação inferior a 0,05 não apontam afinidade entre os parâmetros.

Tabela 18: Coeficiente de correlação de Pearson (r) e probabilidade (P) entre os parâmetros de qualidade de água.

Variável		Cor Aparente	Turbidez	pH
Turbidez	r	1,00		
	P	0,04*		
pH	r	0,04	0,02	
	P	0,67	0,82	
Cloro Residual Live	r	-0,15	-0,05	-0,09
	P	0,13	0,61	0,34

NS = Não Significativo ($P > 0,05$). * = Significativo ($P < 0,05$).

A cor da água pode ser classificada como aparente ou verdadeira, sendo que a cor aparente considera as partículas dissolvidas e em suspensão, medida na água bruta, enquanto a cor verdadeira considera apenas as partículas dissolvidas. Ambos os casos, a cor é um parâmetro relacionado diretamente às características físicas da água e a carga de sólidos presentes na água podem ter origem, tamanho e características diferentes (OGATA et al., 2016).

A turbidez é uma medida do espalhamento de luz produzido pela presença de partículas coloidais ou em suspensão na água, desta forma, relacionada diretamente à cor aparente, pois este item considera as partículas suspensas e dissolvidas contidas na água, ambas caracterizando aspectos físicos da água e podendo significar a presença de metais, matéria orgânica, animais e plantas microscópicas (OGATA et al., 2016).

7. CONCLUSÕES

Analisando os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das águas das fontes minerais naturais do Município de Amparo – SP é notável a relação entre saúde pública e qualidade ambiental, considerando que o ambiente exerce efeitos e impactos na saúde física e nas condições sociais da população.

As Fontes Coqueiros, Nossa Senhora Aparecida, Nossa Senhora do Amparo e Santa Rita de Cássia apresentaram resultados para turbidez e bactérias do tipo coliformes totais acima dos limites de concentração determinados pelo Ministério da Saúde para o padrão de potabilidade, sendo consideradas impróprias para consumo no período das análises.

Os desenquadramentos nessas fontes foram pontuais e em um único mês para cada fonte e parâmetro, o que não caracteriza risco elevado à saúde pública e ao meio ambiente, porém geram alertas as autoridades responsáveis quanto a necessidade de medidas preventivas para os mesmos períodos dos anos seguintes.

As fontes minerais naturais de Amparo são consideradas, em sua maioria e na maior parte do tempo, adequadas ao consumo humano, especialmente as Fontes São Benedito, São Francisco, São Vicente de Paulo e Santa Luzia que não ultrapassaram os limites do padrão de potabilidade e ainda possuem suas áreas de preservação permanente conservadas.

8. RECOMENDAÇÕES

Ações de recuperação das áreas de preservação permanente, especialmente nas Fontes Coqueiros, Nossa Senhora Aparecida e Santa Rita de Cássia são emergenciais para conter os problemas com turbidez. Fiscalização sobre as atividades agrícolas e uso de fossa séptica, especialmente nas Fontes Coqueiros e Nossa Senhora Aparecida, são urgentes, pois o correto manejo do solo e a correta utilização das fossas sépticas eliminam os problemas de turbidez, cor aparente e presença de bactérias do tipo coliformes totais.

A conscientização ambiental da população quanto à preservação da vegetação é essencial para reduzir os impactos ambientais e para imputar na população o poder fiscalizador, que favorecerá muito as correções pontuais a serem feitas pelas autoridades responsáveis em caso de danos ao meio ambiente.

As ações dos órgãos públicos e a conscientização da população quanto à fiscalização ambiental, cuidados agrícolas com o uso do solo e dispersão de defensivos agrícolas e manejo adequado das fossas sépticas são essenciais para as correções e repetições dos problemas encontrados nas fontes da Estância Hidromineral de Amparo, estado de São Paulo.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DA BACIA DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ – AGÊNCIA PCJ. **Site oficial do comitê da Bacia Hidrográfica**. Consulta a dados e características da Bacia. Disponível em: <<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/informacoes-das-bacias/caracteristicas-climaticas>>. Acesso em: 18 ago. 2018a.

AGÊNCIA DA BACIA DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ – AGÊNCIA PCJ. **Site oficial do comitê da Bacia Hidrográfica**. Consulta ao mapa de localização. Disponível em: <<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/informacoes-das-bacias/localizacao>>. Acesso em: 18 ago. 2018b.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **O comite de bacias hidrgráficas: o que é e o que faz?** Caderno de capacitação em recursos hídricos. Editora Agência Nacional das Águas V.01. Ed. 01. Brasília (DF), 2011.

_____. **Site oficial da agência – divisões hidrográficas**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/divisoes-hidrograficas>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION- APHA. **Site oficial da associação**. Disponível em: <<https://www.apha.org>>. Acesso em: 26 mar. 2019.

AMPARO. **Lei municipal nº 3.839, de 05 de outubro de 2015**. Secretaria Municipal da Administração da Prefeitura. Amparo (SP). 05 out. 2015.

AMPARO (SP). **Site oficial do município**. Disponível em: <<http://www.amparo.sp.gov.br/>>. Acesso em: 10 set. 2018.

BOAVIDA, M.J.L., **Problemas de qualidade da água: eutrofização e poluição**. Lisboa. 2001. Ordem dos Biólogos. Departamento de zoologia e Centro de Biologia Ambiental da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 2001. Dissertação de mestrado. Disponível em: <<http://ordembilogos.pt/wp-content/uploads/2015/11/Qagua-01Jan01.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2019.

BORGES, T. **A utilização da técnica MIMS na determinação de trialometanos em águas de abastecimento e a influência do íon brometo, da amônia e das algas na formação desses compostos**. Campinas (SP). 2003. Tese doutorado. Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. 2003.

BRASIL. **Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Presidência da República. Brasília (DF). 15 set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 05 out. 2018.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Assembléia Nacional Constituinte. Brasília (DF), 05 out. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 01 out. 2018.

_____. **Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Presidência da República. Brasília (DF). 11 jul. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm>. Acesso em: 10 out. 2018.

_____. **Lei Federal nº 9.344, de 08 de janeiro de 1997**. Presidência da República. Brasília (DF). 09 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 25 out. 2018.

_____. **Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Presidência da República. Brasília (DF). 12 fev. 1998. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm>. Acesso em: 04 ago. 2019.

_____. **Lei Federal nº 9.974, de 06 de junho de 2000.** Presidência da República. Brasília (DF). 06 jun. 2000. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9974.htm>. Acesso em: 04 ago. 2019.

_____. **Decreto Federal nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002.** Presidência da República. Brasília (DF). 04 jan. 2002a. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>. Acesso em: 23 mar. 2019.

_____. **Decreto Federal nº 4.339, de 22 de agosto de 2002.** Presidência da República. Brasília (DF). 22 ago. 2002b. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4339.htm>. Acesso em: 05 mai. 2019.

_____. **Decreto Federal nº 518, de 25 de março de 2004.** Ministério da Saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília (DF). 23 mar. 2004. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/wp-content/uploads/sites/13/2013/11/Portaria_MS518_2004.pdf>. Acesso em: 05 mai. 2019.

_____. **Decreto Federal nº 5.549, de 22 de setembro de 2005.** Presidência da República. Brasília (DF). 22 set. 2005. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5549.htm>. Acesso em: 20 dez. 2018.

_____. **Decreto Federal nº 5.981, de 06 de dezembro de 2006.** Presidência da República. Brasília (DF). 06 dez. 2006. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5981.htm>. Acesso em: 05 jan. 2019.

_____. **Decreto Federal nº 6.913, de 23 de julho de 2009.** Presidência da República. Brasília (DF). 23 jul. 2009. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6913.htm>. Acesso em: 30 jan. 2019.

_____. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Brasília (DF). 12 dez. 2011. Disponível em: < http://bvsm.sau.gov.br/bvs/sau/legis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 03 jan. 2018.

_____. **Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Código Florestal. Presidência da República. Diário Oficial de República Federativa do Brasil. Brasília (DF). 28 mai. 2012. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 03 jan. 2018.

_____. **Cianobactérias/Cianotoxinas procedimentos de coleta, preservação e análise.** Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Ed.1. Brasília, DF. 2015. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiEsfX9yNzJA hXfLLkGHS-9D3MQFjAAegQIAhAC&url=http%3A%2F%2Fportalms.sau.gov.br%2Fimages%2Fpdf%2F2015%2Fjaneiro%2F16%2Fcianobacterias-cianotoxinas--1-.pdf&usq=AOvVaw2YnVwLF3npu_nrYbwLbDP8>. Acesso em: 30 jun. 2019.

CARDOSO, E.M. **Radioatividade – apostila educativa.** Rio de Janeiro (RJ). Ed. 12000. Comissão Nacional de Energia Nuclear. 2000. Disponível em: <https://portalnuclear.cnen.gov.br/Material_didatico/apostilas/radio.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2019.

CARLOS, P.M.S. **Radioatividade nas águas destinadas ao consumo humano.** Coimbra, 2017. Ed.1. Instituto Politécnico de Coimbra. Escola Superior Agrária de Coimbra. Disponível em: <<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwielvHS->

OfjAhUglbkGHTWtDfYQFjAAegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Fcomum.rcaap.pt%2Fbitstream%2F10400.26%2F20896%2F1%2FRadioatividade%2520nas%2520%25C3%25A1guas%2520destinadas%2520a%2520consumo%2520humano_Pedro%2520Carlos_%2520MGA_2017.pdf&usg=AOvVaw1ftWD docESyb2RIMa9iMfa>. Acesso em: 03 ago.2019.

CARNEIRO, F.F., RIGOTTO, R.M., AUGUSTO, L.G.S., FRIEDRICH, K., BÚRIGO, A.C. **Dossiê ARASCO – Associação Brasileira de Saúde Coletiva. Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** Ed. 01. São Paulo (SP). Editora Expressão Popular, 2015.

CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS – CIIAGRO. **Site oficial.** Consulta aos dados das estações meteorológicas de 2018 Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Listagens/Resenha/LResenhaLocal.asp>>. Acesso em: 26 mar. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília (DF). 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

_____. **Resolução Nº 396, de 03 de abril de 2008.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 07 abr. 2008. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 30 jan. 2018.

CORDEIRO, A.C.S., SILVA, D.M. **Remoção de matéria orgânica natural em água para consumo humano por processo de Fenton Homogêneo.** Rio de Janeiro (RJ). 2008. Ed. 3 V.13. P.311-320. Disponível em: <<http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1373/html>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

CRUZ, S.P., VIANA, L.G., CHAVES, T.L.D., SILVA, D.L., BARBOSA, J.E.L. **Cianobactérias e cianotoxinas em mananciais de abastecimento: implicações no tratamento de água.** São Paulo, SP. Biblioteca do Portal Tratamento de Água, 2017. P 37-46. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/cianobacterias-e-cianotoxinas-em-mananciais-de-abastecimento-implicacoes-no-tratamento-da-agua/>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

DANIEL, L.A. **Processo de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável.** São Carlos, SP. Programa de Pesquisas em Saneamento Básico – PROSAB, 2001. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/processos-de-desinfeccao-e-desinfetantes-alternativos-na-producao-de-agua-potavel-2001/>>. Acesso em: 25 jul. 2019.

DI BERNARDO, L., DANTAS, A.D. **Métodos e técnicas de tratamento de água.** 2. ed.v.2. São Paulo (SP): RiMa, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Site oficial da instituição.** Consulta ao banco de dados climáticos do Brasil. Disponível em: <<https://www.cnpem.embrapa.br/projetos/bdclima/balanco/resultados/sp/244/balanco.html>>. Acesso em: 18 ago. 2018a.

_____. **Site oficial da instituição.** Consulta a classificação de solos do Brasil. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs/solos-do-brasil>>. Acesso em: 18 ago. 2018b.

FELIPPE, M.F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte – MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais.** Belo Horizonte, MG, 2009. Biblioteca Digital da Universidade Federal de Minas Gerais. Dissertação de mestrado. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB-83CPWN>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

FUNASA. **Manual prático de análise de água.** Ministério da Saúde e Fundação Nacional de Saúde – FUNASA. Ed. 1. Brasília, DF. 2004. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2019.

FREITAS, R.O.M., SANTOS, G.T., BAHIA, E.T. Análise do abastecimento hídrico de Belo Horizonte e região metropolitana: uma abordagem por meio de dinâmica de sistemas. , Rio de Janeiro (RJ). **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 1, n. 48. 2018. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/fullscreen/61892395/edicao-48-rbciamb>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

GOOGLE EARTH. **Software Livre, 2019**. Disponível em: < <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

GOVERNO FEDERAL. **Site oficial do Governo Federal sobre meio ambiente e recursos hídricos**. Dados e análises do ano de 2010. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2010/11/recursos-hidricos>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS – IAC. **Site oficial do instituto**. Consulta ao banco de dados de análise de solos. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Site oficial do instituto**. Consulta ao banco de dados estatísticos sobre cidades e estados para a cidade de Amparo, estado de São Paulo. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/amparo.html>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUA – IGAM. **Glossário de termos relacionados à gestão de recursos hídricos. Publicação específica para a I oficina do sistema estadual de informações sobre recursos hídricos**. Ed. 01. Belo Horizonte, MG. 2008.

LAURIA, D.C., VEIGA, L.H.S., FRANKLIN, M.R. **Radioatividade em água potável: ocorrência, regulamentação e aspectos de proteção radiológica**. Rio de Janeiro (RJ). 2014. Ed.1. Instituto de Radiação e Dosimetria.

LEMOS, A.C., TREVENZOLI, C.M., GOMES, L.C., DIAS, L.S., SANTANA, U., MELO, V., GONÇALVES, G., VIEIRA, V.M., FERNANDES, A. Análise dos parâmetros de potabilidade da água do bebedouros da faculdade Pitágoras Betim. Ed. 12, Londrina (PR). **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, 2017. Disponível em: <<http://revista.pgskroton.com.br/index.php/rcext/article/view/4782/0>>. Acesso em: 30 mar. 2019.

LIMA, R. P. T. **Conto, canto e encanto com a minha história. Estância Hidromineral de Amparo: Flor da Montanha**. Ed.1, São Paulo (SP), Noovha América, 2006.

LOPES, C. V. A., ALBUQUERQUE, G. S. C.i. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. Ed. 117, Rio de Janeiro (RJ). **Revista Saúde Debate**, 2018. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-11042018000200518&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 20 set. 2018.

MONACO, P.A.V.L., GARCIA, W.A., VENTURINI, A.F., GONZALEZ, A.G., ZANETTI, L.M. Diagnóstico e ações de conservação e recuperação para as nascentes do córrego São Bento, São Roque do Canaã, ES. São Roque (ES). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Ed. 01, v. 0. p.404-408, 2016.

MAGALHÃES, A.P.J. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Ed. 1, Rio de Janeiro (RJ), Bertrand Brasil, 2007.

MEYER, S.T. **O uso de cloro na desinfecção de água, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública**. Ed. 1. V. 10. Rio de Janeiro (RJ). Caderno de Saúde Pública.1994.

NUGROHO, M., SOEMARNO, RINIWATI, H., AFANDHI, A. Model of community empowerment of springs preservation in Arjuna Mountains. Ed. 239, Bristol (UK). **Revista IOP Conference Series**:

- Earth and Environmental Science**, 2019. Disponível em: <<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/239/1/012044/meta>>. Acesso em: 02 abr. 2019.
- OGATA, I.S., OLIVEIRA, R., MEIRA, C.M.B.S., NASCIMENTO, R.S., HENRIQUES, J.A. Avaliação de risco à saúde associada à qualidade da água para consumo humano em Campina Grande, Paraíba. Ed. 40, Rio de Janeiro (RJ). **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, 2016. Disponível em: <abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/Ed40/RBCIAMB_n40_1-15.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2019.
- PAVINATO, P.S., ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de nutrientes no solo – decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. Viçosa (MG). 2008. Ed. 3 V.32. P.911-920. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180214229001>>. Acesso em: 03 ago. 2019.
- PINTO, L.V.A., BOTELHO, S.A., DAVIDE, A.C., FERREIRA, E. **Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG**. Ed. 65, Lavras (MG). Scientia Florestalis, 2004.
- PIRES, M.R. **Desinfecção de água para abastecimento com radiação ultravioleta: eficiência bactericida e uma análise econômica e energética**. Campinas, SP. 1997. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/265203>>. Acesso em: 25 jul. 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. Ed.7, Curitiba (PR). **Revista Brasileira de Energia Renováveis**, 2018. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/57973/34873>>. Acesso em: 19 fev. 2019.
- RESENDE, H.C., MENDES, D.R., MENDES, J.E.G., BERNARDES W.A. **Diagnóstico e ações de conservação e recuperação para as nascentes do Córrego-Feio, Patrocínio, MG**. Ed. 25, Uberlândia (MG). Bioscience Journal, 2009.
- ROSSITER, K.W.L., BENACHOUR, M., MATTA, E., MORAIS, M.M.Q.M.M., CALADO, S.C.S., GUNKEL, G. Diagnóstico da qualidade da água ao longo da transposição de um canal de concreto: um estudo de caso do canal do sertão alagoano, Brasil. Ed. 36, Rio de Janeiro (RJ). **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, 2015. Disponível em: <abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/Ed36_a9.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2019.
- ROVERI, V., MUNIZ, C.C. Contaminação microbiológica por *Escherichia coli*: estudo, preliminar, no canal de drenagem urbana da Av. Lourival Verdeiro do Amaral – São Vicente/SP. Ed. 8, Guarujá (SP). **Revista eletrônica Don Domênico**, 2016. ISBN 2177-4641. Disponível em: <www.faculadadedondomenico.edu.br/revista_don/artigos8edicao/12ed8.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- SANTOS, V.C.F., TREVILATO, G.C., MESQUITA, M.O., RUIZ, E.N.F., RIQUINHO, D.L., MENEGAT, R.P. **O uso de agrotóxicos e suas implicações para a saúde humana e ambiental: enfrentamento local**. Porto Alegre (RS). Saúde coletiva, desenvolvimento e sustentabilidade no rural, 2018.
- SÃO PAULO. **Lei estadual nº 10.426, de 08 de dezembro de 1971**. Governador do Estado de São Paulo. Palácio dos Bandeirantes (SP). 08 dez. 1971.
- _____. **Mapas dos municípios do Estado de São Paulo**. 2018. Disponível em: <<http://www.mapas-sp.com/municipios.htm>>. Acesso em: 15 nov. 2018.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Cadernos da mata ciliar**. Ed. 01, São Paulo (SP). Governo do Estado de São Paulo. 2009.
- SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO – SAAE. **Arquivo fotográfico da localização das nascentes do Município de Amparo – SP**. 2018. Disponível para consulta na secretaria do SAAE.
- SOARES, W.L.; PORTO, M.F.S. Uso de agrotóxicos e impactos econômicos sobre a saúde. Ed 46. São Paulo (SP). **Revista de Saúde Pública**, 2011.

SOUZA, C.O., MELO, T.R.B., MELO, C.S.B., MENEZES, E.M., CARVALHO, A.C., MONTEIRO, L.C.R. Escheria coli enteropatogênica: uma categoria diarreio gênica versátil. Ed. 7. Ananindeua (PA). **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, 2016. Disponível em: <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232016000200079>. Acesso em: 25 jul. 2019.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **System for information**. Versão 8.2, Cary: 2002. 1 CD-ROM.

TOMINAGA, Y.T., MIDIO, A.F. Exposição humana a trihalometanos presentes em água tratada. Ed. 4. V. 33. P.413-421. **Revista de Saúde Pública**. 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE. **Site do laboratório de cianobactérias e ficotoxinas**. Rio Grande (RS). 2019. Disponível em: <<https://cianobacterias.furg.br/oquesaocianobacterias>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

USBERCO, J. SALVADOR, E. **Química Geral**. Ed.12. São Paulo (SP). Editora Saraiva, 2006.

VIANA, M.S., LEITE, M.V., SILVA, S.F. Qualidade físico-química das águas para abastecimento humano no município de Manhumirim (MG). Ed.6, Muriaé (MG). **Revista Científica da Faminas**, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.faminas.edu.br/index.php/RCFaminas/article/view/259>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. **Guidelines for drinking-water quality**. Ed.2 V.1. Geneva, 1996.