

**Qualidade e preservação da água das fontes minerais naturais do  
município de Amparo – SP**

*Water quality and preservation of the natural mineral sources of the municipality of  
Amparo – SP*

*Calidad del agua y preservación de fuentes minerales naturales en el municipio de  
Amparo – SP*

**Thainara Perondini de Almeida**

Mestre em Ciências Ambientais, Universidade Brasil (UNIVBRASIL), Brasil.  
thainaraperondini@gmail.com

**Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro**

Professora Doutora, Universidade Brasil (UNIVBRASIL), Brasil.  
americo.ju@gmail.com

**Luiz Sergio Vanzela**

Professor Doutor, Universidade Brasil (UNIVBRASIL), Brasil.  
lsvanzela@yahoo.com.br

**Roberto Andreani Junior**

Professor Doutor, Universidade Brasil (UNIVBRASIL), Brasil.  
robertoandreani@uol.com.br

**RESUMO**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a qualidade das águas das fontes minerais naturais disponibilizadas para consumo humano no município de Amparo - SP. Foram avaliados cor aparente, turbidez, cloro residual livre, coliformes totais, presença de bactérias *Escherichia coli* e pH de 8 fontes municipais mensalmente durante 12 meses. Os cálculos de média e desvio padrão dos parâmetros foram efetuados e, para determinar o coeficiente de correlação entre as variáveis, foi utilizado o método de Pearson. A cor aparente, o pH e o cloro residual livre das fontes se enquadraram no padrão de potabilidade do Ministério da Saúde. Para a turbidez, 4 fontes apresentaram valores acima do padrão de potabilidade da água. Em 2 fontes de água analisadas foram detectadas bactérias do grupo dos coliformes totais em apenas 1 mês. Na análise de correlação dos parâmetros, constatou-se correlação entre cor aparente e turbidez, sendo que os demais não se relacionam.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coliformes totais. Cloro residual livre. Potabilidade.

**ABSTRACT**

*The objective of this research was to evaluate the water quality of the natural mineral sources available for human consumption in the city of Amparo - SP. The apparent color, turbidity, free residual chlorine, total coliforms, presence of Escherichia coli bacteria and pH of 8 municipal sources monthly for 12 months were evaluated. The mean and standard deviation calculations of the parameters were performed and, to determine the correlation coefficient between the variables, the Pearson method was used. The apparent color, pH and free chlorine residuals were in the drinking water standard of the Ministry of Health. For the turbidity, four sources presented values above the water potability standard. In 2 water sources analyzed, bacteria from the total coliform group were detected in only 1 month. In the analysis of correlation of the parameters, it was verified affinity between apparent color and turbidity, being that the others are not related.*

**Keywords:** Total coliforms. Free residual chlorine. Potability.

**RESUMEN**

*El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad del agua de las fuentes minerales naturales disponibles para el consumo humano en el municipio de Amparo - SP. El color aparente, la turbidez, el cloro residual libre, los coliformes totales, la presencia de bacterias Escherichia coli y el pH de 8 fuentes municipales se evaluaron mensualmente durante 12 meses. Se realizaron los cálculos de la media y la desviación estándar de los parámetros y, para determinar el coeficiente de correlación entre las variables, se utilizó el método de Pearson. El color aparente, el pH y el cloro residual libre de las fuentes se ajustan al estándar de consumo del Ministerio de Salud. Para la turbidez, 4 fuentes mostraron valores superiores al estándar de agua potable. En 2 fuentes de agua analizadas, se detectaron bacterias del grupo de coliformes totales en solo 1 mes. En el análisis de la correlación de los parámetros, se encontró una correlación entre el color aparente y la turbidez, con los otros no relacionados.*

**PALABRAS CLAVE:** Coliformes totales. Cloro residual libre. Potabilidad.

## 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 superficial do planeta, desta forma, é importante conscientizar a população brasileira quanto à 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 à 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 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) é uma forma de controlar a exposição da população a riscos à saúde e ao meio ambiente. Para este 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, pH e turbidez (OGATA et al., 2016).

Considerando a importância da preservação dos recursos hídricos e das bacias hidrográficas, as nascentes representam área importante de estudo para o equilíbrio do ecossistema e do ciclo hidrológico, pois são fundamentais na interação solo-água, permitindo o afloramento da 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.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi 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 do Ministério da Saúde. A partir dos resultados das análises, busca-se avaliar as relações destes com as atividades antrópicas, determinando o estado de conservação das áreas de preservação permanente e sua influência sobre as águas, permitindo assim, propor medidas de correção e preservação da qualidade das águas das fontes e das áreas de preservação permanente.

## 2 ÁREA DE ESTUDO

O município de Amparo está localizado na região do Circuito das Águas Paulista, no Estado de São Paulo (AMPARO, 2018). Possui população estimada em 71.193 habitantes, área total de 445,323 km<sup>2</sup> e densidade demográfica de 147,75 hab/km<sup>2</sup>, conforme dados do IBGE (2018). Amparo é considerado uma estância hidromineral, pois atende os requisitos da Lei Estadual nº 10.426 de 08 de dezembro de 1971 que determina que para tal, o município deve possuir fontes de água mineral, captadas natural ou artificialmente, legalizadas por decreto de concessão de lavra expedido pelo governo federal e com vazão mínima de 96 mil litros em 24 horas, além de ter que possuir um balneário público, para tratamento crenoterápico – de acordo com a natureza das águas – que possibilite tratamento de saúde e outros atrativos turísticos (SÃO PAULO, 1971).

Economicamente, a principal atividade é a agricultura, seguida da indústria, do comércio e do turismo, sendo que os principais ramos agrícolas são a avicultura e as lavouras de chuchu, o que ressalta a importância de preservar a qualidade das condições ambientais (AMPARO, 2018).

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

Devido à exploração de café no século XIX, as matas e florestas do município foram bastante desmatadas, porém ainda há em fazendas e sítios áreas com preservação da vegetação nativa. O clima predominante é tropical de altitude, onde 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).

As principais culturas desenvolvidas no município, devido ao clima e as condições ambientais são capim-braquiária, eucalipto, cana-de-açúcar, café, milho, laranja, gramíneas de diversas espécies, chuchu, milho-silagem, pinus, manga, macadâmia, limão, tangerina, girassol, nêspera,

sorgo, tomate envarado, feijão e maracujá (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 2018).

### 3 CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS

Amparo pertence a duas bacias hidrográficas, rio Camanducaia e rio Jaguari, ambos afluentes do rio Atibaia. A bacia do Camanducaia, que corre de leste para oeste e corta todo o município, 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). As fontes analisadas pertencem a sub-bacia do rio Camanducaia, todas na zona urbana municipal.

O sistema hidrográfico possui grande quantidade de nascentes e córregos que tornam o rio caudaloso na época das chuvas e às vezes causa alagamentos nos bairros ao entorno, o que justifica a importância de preservar os recursos hídricos, considerando sua influência na bacia hidrográfica.

O grau de urbanização da região dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (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 maiores riscos de urbanização e impactos ambientais (AGÊNCIA DAS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ, 2018).

### 4 LEVANTAMENTO DE DADOS

A metodologia aplicada no desenvolvimento desse trabalho deu-se a partir de análises de amostras de água das 08 fontes de águas minerais e naturais do município de Amparo. As fontes analisadas localizam-se na área urbana do município e estão disponíveis para consumo humano *in natura*, além de terem representatividade na bacia hidrográfica e no equilíbrio do ecossistema local. As fontes consideradas neste estudo foram: Coqueiros (F1), Nossa Senhora Aparecida (F2), Nossa Senhora do Amparo (F3), São Benedito (F4), São Francisco (F5), São Vicente de Paulo (F6), Santa Luzia e Santa Rita de Cássia (F7).

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 da Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Os parâmetros analisados mensalmente indicam se há presença de poluentes que possam interferir na potabilidade da água e assim, possibilitam a elaboração de programas de correções pontuais para potenciais poluidores, com o objetivo de

garantir a qualidade da água a ser consumida e evitar problemas ambientais e riscos à saúde pública.

A coleta e análise das amostras são de responsabilidade do SAAE desde o ano de 2015 e realizadas mensalmente por laboratório terceirizado que coleta 05 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 da 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 do município de Amparo, identificando fontes poluidoras e determinando meios de recuperação dos padrões de potabilidade e de preservação ambiental.

## 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 (2002).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos das análises das águas das 8 fontes avaliadas em Amparo - SP estão demonstrados nas tabelas 1, 2, 3 e 4. As análises mensais foram realizadas para os parâmetros de cor aparente, turbidez, pH, cloro residual livre, coliformes totais e *Escherichia coli*, no período de julho de 2017 a junho de 2018.

### 6.1 Cor aparente

Os fatores naturais e antrópicos influenciam diretamente as características e as propriedades das águas, especialmente em se tratando de aspectos físicos como cor e turbidez, 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).

O parâmetro cor aparente, elencado nos padrões de potabilidade do Ministério da Saúde, 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 também para a avaliação da preservação ambiental de uma nascente, pois é influenciada por diversos fatores externos, como os índices pluviométricos e os processos de assoreamento (LEMOS et al., 2017).

A declividade da região, o tipo de solo e a intensidade das chuvas também influenciam o parâmetro. 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. Observados os resultados, nota-se que nenhuma das fontes ultrapassou o limite de 15 uH determinado pela Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) para potabilidade no parâmetro cor aparente (Tabela 1), resultado que reduz os riscos de danos à saúde pública e ao meio ambiente, porém é notável alterações elevadas 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 1: 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).										
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	Média	Desvio padrão
Meses										
jul/17	0,60	0,60	0,44	0,80	0,50	0,80	0,60	3,00	0,60	0,851
ago/17	1,00	1,00	0,70	1,00	1,00	0,80	1,70	3,40	1,00	0,889
set/17	0,60	0,40	1,30	1,10	1,10	1,30	0,80	1,00	1,05	0,325
out/17	1,30	3,30	2,40	2,60	2,20	2,30	1,80	0,50	2,25	0,854
nov/17	2,60	2,70	1,90	2,40	2,10	2,10	1,30	3,20	2,25	0,574
dez/17	0,90	0,90	1,10	1,00	1,00	0,30	0,60	2,20	0,95	0,550
jan/18	11,70	12,70	13,40	12,30	11,00	13,40	11,30	7,20	12,00	2,000
fev/18	8,50	8,50	9,10	9,40	0,40	7,40	9,70	6,90	8,50	3,231
mar/18	0,80	0,60	0,50	0,60	0,40	1,00	0,90	1,40	0,70	0,324
abr/18	1,10	2,30	3,30	0,50	0,80	2,50	0,50	1,50	1,30	1,035
mai/18	3,50	2,10	1,20	0,60	0,60	0,50	0,70	1,50	0,95	1,035
jun/18	4,80	5,90	3,90	4,40	3,40	0,50	4,40	2,00	4,15	1,702
Média	1,20	2,10	1,60	1,05	1,00	1,15	1,10	2,10		
Desvio padrão	3,576	3,615	3,986	3,863	2,963	3,869	3,740	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 altera a cor aparente.

As fontes Santa Rita de Cássia e Nossa Senhora Aparecida não possuem área de preservação permanente (APP) preservada, estando a primeira localizada em uma bairro residencial com fluxo de pessoas e veículos e a segunda localizada em meio a um campo de cultivo agrícola, sendo ambos os fatores que facilmente causam elevação da cor aparente devido a falta de proteção vegetal na área de preservação permanente que tem a função, justamente, de proteger a nascente de impactos como esses.



Além do elevado fluxo de pessoas e veículos, das atividades humanas constantes devido às residências e comércios que contribuem muito para o desprendimento de partículas do solo e depósito destas na água, 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, ambos os resultados estão acima da média do período. O excesso de chuvas é um fator determinante para a elevação da cor aparente, pois o aumento da umidade do solo causa o carregamento de partículas deste para os corpos hídricos e nascentes. Em junho de 2018, mês em que os resultados para cor aparente também foram mais significativos, o índice pluviométrico foi de 13,5mm, abaixo da média e dos resultados obtidos em janeiro e fevereiro. 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 clima seco. A falta de chuvas pode causar efeito na cor aparente devido à maior facilidade de dispersão de sólidos, terra 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. Em Amparo, o solo é classificado com textura média argilosa sendo Argissolo Vermelho-Amarelo conforme a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA, 2018b) e pelo Instituto Agrônomo de Campinas (INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS, 2018). 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 alumínico, 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 áreas de preservação permanentes (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 responsável pelos resultados obtidos, sendo o conjunto destes, determinante para o desequilíbrio no ecossistema local e salientando 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. É um parâmetro físico

fortemente 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. Os resultados da análise de turbidez encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2: 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).**

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	Média	Desvio Padrão
Meses										
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	0,30	0,59	0,47	0,55
jun/18	5,02	13,20	13,20	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. As fontes do município de Amparo são analisadas com a coleta e análise em 05 amostras de água por fonte e para os casos acima identificados, todas as amostras apresentaram resultado superior a 5 uT, portanto as fontes foram consideradas impróprias para consumo humano no período (BRASIL, 2011).

A fonte Coqueiros apresentou resultados elevados nos meses de julho de 2017 e junho de 2018, sendo que neste último, 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 elevado 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 resultado obtido foi acima do limite estabelecido no padrão de potabilidade. Destas fontes, a Santa Rita de Cássia, a Nossa Senhora Aparecida e a Coqueiros não possuem a APP preservada, o que favorece valores elevados para 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 possivelmente está associada à concentração de material particulado na atmosfera e ao potencial de absorção deste pelas águas, especialmente onde a APP não é preservada e nas regiões próximas ao cultivo agrícola, atividade que pode contribuir para a movimentação de solo e conseqüentemente pode elevar a turbidez da água, como no caso da fonte 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, elevando a possibilidade de 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 enquadrou no padrão de potabilidade em janeiro de 2018, onde o índice pluviométrico foi 196,5mm. Períodos de chuva intensa tendem a elevar a umidade do solo, facilitando o carregamento deste para nascentes e corpos hídricos, elevando os índices 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 na preservação de suas APPs e no menor movimento de pessoas e veículos na região, considerando que estas, apesar de localizadas na área urbana, estão em bairros menos movimentados e mais distantes do centro e das rodovias.

### 6.3 Potencial hidrogeniônico

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma escala relacionada diretamente a quantidade de íons de hidrogênio de uma solução. Esse parâmetro pode variar de 0 a 14, onde os valores de pH inferiores a 7 indicam condição ácida do meio enquanto que, valores superiores a 7 indicam alcalinidade da água (VIANA; LEITE; SILVA, 2011).

Todas as fontes pesquisadas não apresentaram alterações significativas de pH e todas encontram-se enquadradas nos padrões de potabilidade da Portaria nº 2.914 de 2011 do

Ministério da Saúde (Tabela 3). Resultado importante, considerando que o pH influencia na aglutinação de sólidos dissolvidos, alterando a turbidez e influenciando inclusive o pH do solo e consequentemente a capacidade de absorção de nutrientes pela vegetação através da rizosfera e a existência de vida, essenciais a cadeia alimentar e equilíbrio do ecossistema. Observa-se que esse parâmetro não teve muita alteração entre as fontes e entre os meses apresentando baixo desvio padrão (VIANA; LEITE; SILVA, 2011).

O padrão de potabilidade determina que o pH da água para consumo humano deve estar entre 6 e 9 (BRASIL, 2011), ou seja, mais alcalino que ácido, pois essa propriedade mais alcalina facilita a absorção da água pelo organismo humano, promovendo maior poder de hidratação, uma vez que a atividade metabólica humana tende a elevar a acidez do organismo, necessitando de elementos alcalinos para manutenção do equilíbrio do pH do corpo.

**Tabela 3: 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	6,70	6,44	6,58	6,62	6,58	6,60	0,11
ago/17	6,20	6,20	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 < 9,5

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.

#### 6.4 Cloro residual livre

Toda água destinada ao consumo humano deve atender aos padrões de potabilidade da Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, especialmente quanto à inexistência de microrganismos patogênicos e para isso, é prática comum o processo de cloração. A concentração máxima de cloro residual livre permitida pelo Ministério da Saúde é limitada a 5 mg/L, independente do produto utilizado, ultrapassando essa concentração, a água é considerada imprópria para consumo humano (BRASIL, 2011).

Os produtos mais comumente utilizados para a desinfecção à base de cloro são hipoclorito de cálcio, cal clorada e hipoclorito de sódio, sendo a concentração de cloro residual máxima permitida igual para todos os produtos possíveis de uso (BRASIL, 2011).

Nenhuma das amostras das fontes apresentaram concentração acima da máxima permitida pelo padrão de potabilidade do Ministério da Saúde (Tabela 4). 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, porém é importante determinar os fatores que causam as alterações acima do desvio padrão encontradas nas amostras.

**Tabela 4: 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										
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	Média	Desvio padrão
Meses										
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 alterações significativas nos meses de março e abril de 2018, meses em que 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, o que pode ter gerado um alerta nas autoridades responsáveis quanto a alta probabilidade de elevação da presença de microrganismos 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 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. Períodos de chuva intensa tem maior probabilidade de contaminação da água de nascentes por microrganismos, considerando que a água que escoar no solo para os corpos hídricos e nascentes carregam uma grande quantidade de material sólido e microrganismos 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 microrganismos 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 (CIIAGRO, 2018).

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 que o índice pluviométrico registrado pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas, foi 0,3mm e 48,5mm respectivamente. Já as fontes São Vicente de Paula e Santa Luzia apresentaram concentração mais elevada de cloro 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. Como justificativa, o mês de junho é o período de férias escolar e Amparo está localizado em uma região turística, que recebe uma população flutuante em períodos de férias e feriados. Ambas as 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 e, portanto, os órgãos responsáveis elevam o tratamento com cloro, resultando no aumento da concentração pontual para as fontes (CIIAGRO, 2018).

As fontes Nossa Senhora do Amparo e Santa Rita de Cássia tiveram a concentração de cloro mais elevada nos meses de setembro e novembro de 2017, onde os índices pluviométricos registrados pelo CIIAGRO (2018) foram de 46,8mm e 203,4mm, respectivamente. Os meses de setembro a fevereiro são caracterizados por maiores concentrações de chuva na região, conforme já mencionado, Amparo possui clima tropical de altitude, portanto as autoridades iniciam programas preventivos de controle de doenças de veiculação hídrica, inclusive ações preventivas para dengue, o que inclui intensificação da cloração das águas para consumo humano.

### 6.5 Coliformes totais e *Escherichia coli*

Conforme determinação da Portaria nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde, a água potável deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal, com tolerância à presença em 01 amostra entre todas as analisadas no mês. Como principais indicativos desta contaminação, consideram-se os coliformes totais, especialmente as bactérias da espécie *Escherichia coli*. A escolha dessas espécies 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 de determinada água e são mais resistentes aos agentes desinfetantes (BRASIL, 2011).

*Escherichia coli* e 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 quais danos à saúde e auxiliando nos

processos digestivos, porém quando 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).

Os resultados das análises de coliformes totais e *Escherichia coli* efetuadas nas nascentes estudadas do município de Amparo, indicaram ausência desses microrganismos 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, tornando-as impróprias para o consumo humano neste período.

As amostras de água das fontes Coqueiros e Nossa Senha Aparecida apresentaram coliformes totais no mês de março de 2018. Ambas as fontes estão localizadas no Distrito de Arcadas e sua nascente fica próxima a uma área onde se desenvolve atividade agrícola e a maioria das residências da região não possuem coleta de efluentes sanitários, fazendo uso, em sua maioria, de fossas sépticas, o que facilita a contaminação do solo e conseqüentemente da água, especialmente em períodos de chuva intensa, podendo 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 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 cuidado e 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 significativo, porém o grande problema são os impactos sobre a saúde pública e os animais que a ingerem, por isso é de grande importância zelar pelo controle desse contaminante (LEMOS et al., 2017).

## 6.6 Correlação de parâmetros de qualidade da água

Na tabela 5 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. Os valores dessa correlação podem variar entre -1 e 1, adotando-se que valores de correlação inferiores a 0,05 não apontam afinidade entre os parâmetros.



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. Nos dois 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).

**Tabela 5: 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	r	-0,15	-0,05	-0,09
	P	0,13	0,61	0,34

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

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As fontes Coqueiros, Nossa Senhora Aparecida, Nossa Senhora do Amparo e Santa Rita de Cássia apresentaram resultados para turbidez e bactérias do grupo coliformes totais acima dos limites de concentração determinados pelo Ministério da Saúde para o padrão de potabilidade.

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

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 e os benefícios de viver em uma região com tantas riquezas naturais e água em abundância também 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 casos de danos ao meio ambiente.

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, reduzindo ainda mais o risco de desenquadramento frente ao padrão de potabilidade.

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.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DAS BACIAS 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. 2018.

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.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Presidência da República. Brasília (DF). 12 fev. 1998.

BRASIL. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Brasília (DF). 12 dez. 2011.

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

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL - CATI. **Site oficial da coordenadoria de desenvolvimento rural sustentável da secretaria de agricultura e abastecimento do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/dadosmunicipais/pdf/t22.pdf>>. Acesso em: 04 nov. 2018.

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



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **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.

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. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 48, p. 52-68, 2018. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/fullscreen/61892395/edicao-48-rbciamb>>. Acesso em 02 abr. 2019.

INSTITUTO AGRÔNOMICO 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.

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. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, Londrina, v. 12, n. 12, p. 9-14, 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.

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. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 40, p. 1-15, 2016. Disponível em: <[abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/Ed40/RBCIAMB\\_n40\\_1-15.pdf](https://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/Ed40/RBCIAMB_n40_1-15.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2019.

PONS, N.A.D.; PEREIRA, I.Z. Estudo da qualidade ambiental de APP de nascentes da bacia do Ribeirão José Pereira, com o auxílio do geoprocessamento. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 120-132, 2018. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/57973/34873>>. Acesso em 19 fev. 2019.

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. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, v.9, n. 36, p. 145-154, 2015. Disponível em: <[abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/Ed36\\_a9.pdf](https://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. **Revista Eletrônica Don Domênico**, Guarujá, v. 12, n. 8, p. 1-9, 2016. Disponível em: <[www.faculdedondomenico.edu.br/revista\\_don/artigos8edicao/12ed8.pdf](http://www.faculdedondomenico.edu.br/revista_don/artigos8edicao/12ed8.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2018.

SÃO PAULO. **Lei estadual nº 10.426, de 08 de dezembro de 1971.** Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo. São Paulo (SP). Diário Oficial. 09 dez. 1971.

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

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**, Muriaé, v. 6, n. 3, P. 41-62, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.faminas.edu.br/index.php/RCFaminas/article/view/259>>. Acesso em 01 abr. 2019.