



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**  
**“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
Campus Experimental de Itapeva

**DEBORA PANINI DA COSTA**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA FINS DE  
ABASTECIMENTO PÚBLICO NO RIO DO PEIXE, MUNICÍPIO DE  
LINDÓIA-SP**

Itapeva - SP  
2021

**DEBORA PANINI DA COSTA**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA FINS DE  
ABASTECIMENTO PÚBLICO NO RIO DO PEIXE, MUNICÍPIO DE  
LINDÓIA-SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Experimental de Itapeva, como requisito para a conclusão do curso de Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Danielle Goveia

Itapeva - SP  
2021

C837a Costa, Debora Panini  
Análise da qualidade da água para fins de abastecimento público no Rio do Peixe, município de Lindóia - SP / Debora Panini Costa. -- Itapeva, 2021  
52 p. : tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Produção) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Câmpus Experimental de Itapeva, Itapeva  
Orientadora: Danielle Goveia

1. Qualidade da água. 2. Água mineral. 3. Lindóia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Câmpus Experimental de Itapeva. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**DEBORA PANINI DA COSTA**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA FINS DE  
ABASTECIMENTO PÚBLICO NO RIO DO PEIXE, MUNICÍPIO DE  
LINDÓIA - SP**

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Itapeva.

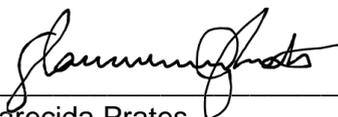
**BANCA EXAMINADORA**



Orientador: \_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Danielle Goveia  
Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Itapeva.



2º Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marília da Silva Bertolini  
Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Itapeva.



3º Examinador: \_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gláucia Aparecida Prates  
Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Experimental de Itapeva.

Itapeva, 20 de julho de 2021.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à orientadora Prof. Dra. Danielle Goveia, por todo apoio, orientação, conhecimento transmitido e pela atenção prestada durante o processo de pesquisa. Obrigada pela disposição para atender e sanar todas as dúvidas e, disponibilizar o laboratório para realização dos experimentos.

A Profa. Dra. Adriana Miralles Schleder que lecionou as aulas do Trabalho de Conclusão de Curso, disponibilizou os materiais para consulta de normas e se dispôs para sanar todas as dúvidas durante o processo.

Ao assistente de suporte acadêmico Anderson Machado pelo apoio e contribuição nas pesquisas da universidade. Por seus ensinamentos, humildade e incentivo na produção científica.

Aos meus familiares e amigos que sempre me incentivaram e estavam dispostos a ajudar.

A ETEC Dr. Demétrio Azevedo Jr. pela disponibilidade de seus equipamentos para análise da condutividade elétrica das amostras.

Por fim, agradeço ao Campus UNESP Itapeva pela disponibilização de laboratórios e material necessário para as pesquisas.

E a todos que me incentivaram a continuar, muito obrigada!

“Água que nasce na fonte  
Serena do mundo  
E que abre um  
Profundo grotão  
Água que faz inocente  
Riacho e deságua  
Na corrente do ribeirão...  
... Águas que movem moinhos  
São as mesmas águas  
Que encharcam o chão  
E sempre voltam humildes  
Pro fundo da terra  
Pro fundo da terra...” Museu do Amanhã

**Guilherme Arantes**

## RESUMO

A água disponível para consumo humano deve ser fornecida com qualidade e quantidade, já que a sua contaminação pode oferecer riscos à saúde pública. A legislação brasileira exige uma conservação das águas disponíveis em todo o território nacional, em função do uso de cada uma das águas. O objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade da água disponível em alguns pontos do município de Lindóia – SP e compará-las com as águas minerais engarrafadas na região. Os parâmetros analisados foram pH, turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais, Cálcio, Magnésio, Cobre, Ferro, Manganês, Zinco e Potássio. A medição de oxigênio dissolvido foi determinada *in situ* com o uso de equipamentos portáteis enquanto os demais parâmetros foram determinados *off site*. Os resultados obtidos foram analisados com base na resolução CONAMA nº 357 e na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde de 2005. Foi feito também uma comparação com a rotulagem da água Lindoya Original, beneficiada pela fonte São Jorge, que tem seu afluente no Rio do Peixe. Os resultados ficaram dentro do valor padrão esperado classificando os quatro pontos de boa qualidade. Por outro lado, as comparações com a rotulagem da água Lindoya Original não apresentaram semelhança já que a água Lindoya tem sua fonte de origem subterrânea, diferente dos locais de retirada das amostras. Deve haver também um monitoramento da qualidade na região, devido a prática de lançamento de dejetos de animais na natureza, a localização de uma rodovia intermunicipal que beira o Rio do Peixe e o uso dessas águas para lazer, que podem causar degradação ambiental.

**Palavras-chave:** Qualidade da Água. Água Mineral. Lindóia

## **ABSTRACT**

The water available for human consumption must be supplied with quality and quantity, as its contamination can pose risks to public health. Brazilian legislation requires the conservation of available water throughout the national territory, depending on the use of each water. The objective of this work is to evaluate the quality of the water available in some points of the city of Lindóia – SP and compare them with bottled mineral waters in the region. The parameters analyzed were pH, turbidity, dissolved oxygen, electrical conductivity, total solids, calcium, magnesium, copper, iron, manganese, zinc and potassium. Dissolved oxygen measurement was determined in situ using portable equipment while the other parameters were determined off site. The results obtained were analyzed based on CONAMA resolution No. 357 and on Ministry of Health Ordinance 518/2004 of 2005. A comparison was also made with the labeling of Lindoya Original water, benefited by the São Jorge spring, which has its tributary in the River of the Fish. The results were within the expected standard value rating the four points of good quality. On the other hand, the comparisons with Lindoya Original water labeling did not show similarity since Lindoya water has its source of underground origin, different from the sampling locations. There must also be quality monitoring in the region, due to the practice of dumping animal waste into nature, the location of an intercity road that borders the Peixe River and the use of these waters for leisure, which can cause environmental degradation.

**Keywords:** Water quality. Mineral water. Lindóia

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Cidades mais vulneráveis ao abastecimento de água em 2016. ....	18
<b>Figura 2</b> - Vazões mensais dos afluentes, Reservatório Equivalente do Sistema Cantareira. ....	19
<b>Figura 3</b> - Classes de enquadramento e respectivos usos e qualidade da água, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. ....	24
<b>Figura 4</b> – Localização de Lindóia no estado de São Paulo. ....	30
<b>Figura 5</b> - Ponto de coleta 1 Nascente. ....	32
<b>Figura 6</b> - Ponto 2 de coleta Rodovia. ....	32
<b>Figura 7</b> - Ponto 3 de coleta Reserva Bonafont. ....	33
<b>Figura 8</b> - Ponto 4 de coleta Parque. ....	33
<b>Figura 9</b> - Local das amostras no município de Lindóia/SP. ....	34
<b>Figura 10</b> - Oxímetro HANNA HI9146. ....	35
<b>Figura 11</b> - Condutivímetro CG 1800 Gehaka. ....	37
<b>Figura 12</b> – Composição química (mg/L) e as características físico-químicas de uma garrafa de 500 mL da água Lindoya Original. ....	44

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Classes e usos preponderantes das águas doces definidas pela Resolução CONAMA n°357/2005. ....	22
<b>Quadro 2</b> – Classes e usos preponderantes das águas salinas definidas pela Resolução CONAMA n°357/2005. ....	23
<b>Quadro 3</b> – Classes e usos preponderantes das águas salobras definidas pela Resolução CONAMA n°357/2005. ....	23

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2</b> -Dados de georreferenciamento indicando a localização das quatro amostras no município de Lindóia/SP. ....	34
<b>Tabela 3</b> - Parâmetros físico-químicos referentes ao mês de julho de 2019 para os quatro locais analisados no Rio do Peixe, localizado no município de Lindóia, valores de referência de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. ....	39
<b>Tabela 4</b> - Resultados das análises de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, K e limites de tolerância permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005. ....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ANA</b>	Agência Nacional de Águas
<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>CONAMA</b>	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>CPRM</b>	Serviço Geológico do Brasil
<b>L</b>	Litro
<b>mL</b>	Mililitro
<b>mg/L</b>	miligramas por litro
<b>OD</b>	Oxigênio Dissolvido
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>RDC</b>	Resolução da Diretoria Colegiada
<b>RMSP</b>	Região Metropolitana de São Paulo
<b>STD</b>	Sólidos Totais Dissolvidos
<b>μT</b>	Unidade De Turbidez

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1. GERAIS .....	15
2.2. ESPECIFICOS .....	15
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
3.1. Disponibilidade de água no planeta.....	16
3.2. Crise hídrica.....	16
3.2.1. Crise hídrica em São Paulo .....	18
3.3. Características de sistemas aquáticos.....	20
3.4. Classificação CONAMA quanto a classe de corpos hídricos .....	21
3.5. Fontes de contaminação em sistemas aquáticos .....	25
3.6. Nascentes.....	27
3.7. Fontes de água mineral no Brasil .....	28
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
4.1. Área de estudo.....	30
4.1.1. Localização .....	30
4.1.2. Amostragem .....	31
4.2. Parâmetros físico-químicos .....	35
4.2.1. Determinação do Oxigênio Dissolvido .....	35
4.2.2. Determinação do pH e Turbidez.....	35
4.2.3. Determinação do Resíduo Total .....	36
4.2.4. Determinação dos Metais Dissolvidos e Dureza Total.....	36
4.2.5. Condutividade Elétrica.....	37
4.3. Descarte.....	38
<b>5. RESULTADO E DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
5.1. Parâmetros físico-químicos .....	38
5.2. Concentração de metais.....	41
5.3. Rotulagem água mineral .....	43
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>45</b>

7. REFERÊNCIAS.....	46
---------------------	----

## 1. INTRODUÇÃO

A água é o mais crítico e importante elemento para a vida humana, e é por meio dela que a grande maioria dos seres vivos dependem para existir. Ela está presente em todo seu organismo, auxilia no funcionamento do seu corpo e está diretamente ligada à sua vida e saúde. Devido a esta tamanha importância, sua distribuição sobre o planeta ocorre de forma desigual, ocasionando escassez, conflitos e disputas políticas.

A respeito a sua disponibilidade, estima-se que o planeta possui cerca de 1,4 bilhões de km<sup>3</sup> de água, cobrindo cerca de 71% da superfície do Planeta (GRASSI,2001). Sobre este percentual, 97,5% são águas salgadas e apenas 2,5% são águas doces, as quais possuem sais minerais dissolvidos. Com o passar do tempo, fica cada vez mais difícil encontrar água doce que não sofreram alterações (DIAS, 2008).

Nos últimos 50 anos, o cenário de escassez da água vem aumentando em níveis alarmantes devido não somente a irregularidade na distribuição da água e aumento das demandas, mas também a degradação da qualidade. O desenvolvimento de grandes centros urbanos, industriais e áreas de desenvolvimento agrícola que utilizam adubo químicos e agrotóxicos resultam na falta de qualidade da água, e conseqüentemente graves problemas de saúde pública (LINHARES, 1997).

O consumo de água contaminada fora dos padrões de qualidade é um fator que vem agravando a saúde humana. A água é um veículo transmissor de patógenos e elementos químicos que prejudicam o organismo e causam doenças. (SILVA; ARAÚJO, 2002).

Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n°. 54, de 15 de junho de 200, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as águas minerais naturais podem ser obtidas através de fontes naturais ou artificiais captadas, de origem subterrânea, e que possuem sais minerais e oligoelementos.

A fim de evitar a transmissão de doenças pela água, a ANVISA estabeleceu condições higiênico-sanitárias e boas práticas de fabricação para estabelecimentos que industrializam água mineral natural, prescritos na RDC n° 173 de setembro de 2006. (BRASIL, 2006).

O consumo de água mineral vem registrando aumentos consecutivos com o passar dos anos, devido principalmente ao fato que o abastecimento de água em algumas regiões não seja de boa qualidade, e o consumo de água mineral estar altamente ligado a hábitos de vida saudáveis. Devido a este crescimento, aumentou-se também o número de empresas que comercializam esses produtos em várias formas de apresentação. Segundo Carmo et al. (2014), o consumo anual de água mineral *per capita* no Brasil cresceu de 0,32 litros em 1974 para 14 L em 2008, registrando um crescimento de mais de 4.000%.

Com uma população de 3.542 habitantes, Lindóia possui como principais atividades econômicas o turismo e a exploração e comércio de águas minerais (SEADE, 1987). O município faz parte do Circuito das Águas do Estado de São Paulo.

A cidade é conhecida como grande produtora de água mineral no país. Em 2016, ela foi classificada em primeiro lugar no Estado de São Paulo, com 60% da produção e vendas (GESP, 2016)

Tendo em vista os fatores que interferem na qualidade da água de uma bacia hidrográfica, o presente trabalho tem por intuito fazer um levantamento acerca da análise da qualidade da água do Rio do Peixe, para fins de abastecimento público, e da qualidade em amostras de água mineral comercializada no município de Lindóia-SP e posterior comparação com os rótulos de águas minerais comercializadas na cidade. O Rio do Peixe percorre o interior da cidade, beirando a rodovia municipal, e é referência a diversos parques ecológicos da cidade. Vale ressaltar também que os moradores da região usufruem das nascentes, que desaguam no rio, para o próprio abastecimento de água potável.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVOS GERAIS**

O objetivo desse trabalho foi avaliar parâmetros físico-químicos de amostras de água coletadas no Rio do Peixe, localizado no município de Lindóia – SP.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Os objetivos específicos foram:

- ✓ Avaliar as características físico-químicas como pH, temperatura, turbidez, concentração de oxigênio, e resíduo total;
- ✓ Acompanhar a variação na concentração de metais pesados em quatro pontos distintos, sendo o primeiro ponto na nascente do Rio do Peixe, o segundo na lateral de uma rodovia, o terceiro na reserva de água comercializada pela marca Bonafont, e o quarto na reserva das águas de um parque recreativo;
- ✓ Comparar as características das amostras analisadas com os rótulos dos produtos;
- ✓ Confrontar os resultados com as normas vigentes no Brasil.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

#### **3.1. Disponibilidade de água no planeta**

Segundo o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2021) a água é o líquido mais importante que há no nosso planeta. Ela é essencial à vida, cobre 70% da superfície da Terra e apresenta 70% do peso do corpo humano. Porém, com o passar dos anos ela vem se tornando cada vez mais escassa e mais cara.

De toda a água existente no planeta, 97% dela é água do mar, portanto uma água salgada e imprópria para consumo humano. Além disso, desses 3% de água doce que sobraram, 1,75% dela está congelada (localizada nos polos) e 1,243% do total é água subterrânea, cujo aproveitamento é bem mais caro. Assim apenas 0,007% de água doce e aproveitável (CPRM, 2021).

#### **3.2. Crise hídrica**

A falta de chuva conduziu o Brasil, em especial a região Sudeste, a enfrentar uma difícil situação. A crise hídrica que ocorreu durante o período úmido de 2014/15 trouxe sérias consequências econômicas e sociais. Em vários campos, como na geração de energia elétrica, no abastecimento das cidades, e na agricultura, viveram-se muitas dificuldades decorrentes da falta de chuva. (CERQUEIRA, 2015).

As principais causas foram o aumento da população, por conseguinte o aumento da demanda de água em áreas urbanas e intensa ocupação do solo,

agregada também a escassez de precipitação e ausência de planejamento adequado para os recursos hídricos. (CERQUEIRA, 2015).

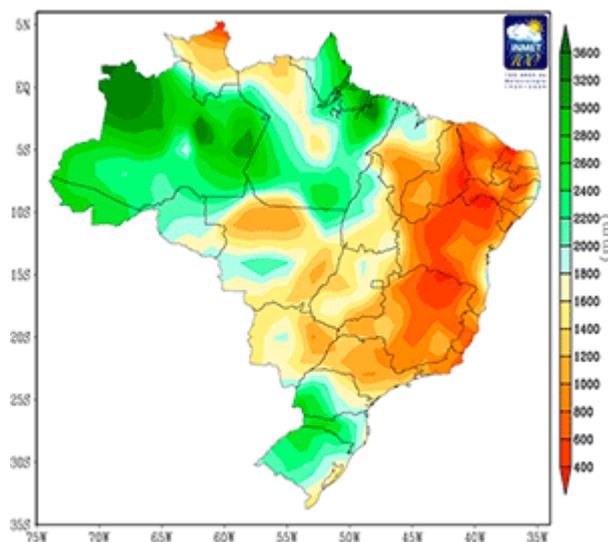
O comportamento humano também agrava os efeitos das secas e das enchentes – seja pelo desmatamento, ou pela ocupação das várzeas de rios, pela impermeabilização do solo no meio urbano, através do lançamento de esgoto não tratado nos rios, e pelo desperdício da água disponível (REBOUÇAS, 2003).

Portanto é fundamental investir na conscientização da população no uso racional da água, para que a escassez futura seja mais branda, visto que o desenvolvimento das nações aumentou de maneira assustadora o consumo de água nos últimos tempos, propiciando uma situação de desperdício e poluição (NETO, 2015).

Embora o Brasil tenha uma posição privilegiada no mundo em relação à disponibilidade de recursos hídricos, há disparidades regionais importantes e que devem ser levadas em consideração. Um exemplo é a região Nordeste do país onde existem áreas cuja disponibilidade de água por habitante/ano é menor que o mínimo de 2.000 litros recomendados pela ONU (MARENGO, 2008). O mesmo autor ainda cita que se deve também levar em conta que a disponibilidade de água no Brasil depende, em boa parte, do clima, sendo que estudos apontam para uma redução da chuva para algumas regiões do Norte e Nordeste de até 20% no final do século XXI.

A Figura 1 abaixo representa as cidades que estavam mais vulneráveis ao abastecimento de água durante a crise hídrica de 2016. Isso porque tais locais não constavam com reforços de infraestrutura hídrica e nem planejamento (ANA, 2016).

**Figura 1-** Cidades mais vulneráveis ao abastecimento de água em 2016.



Fonte: ANA, 2016.

As áreas mais afetadas pela crise hídrica (indicadas pelas cores mais avermelhadas no mapa) estão nas regiões Nordeste, Sudeste e Centro Oeste.

### 3.2.1. Crise hídrica em São Paulo

Diante de uma crise hídrica, dependendo da sua profundidade, não apenas as empresas de abastecimento de água e saneamento são obrigadas a planejar, mas também alguns órgãos públicos (especialmente prefeituras e entidades gestoras de recursos hídricos). É preciso que haja ação coordenada para mitigar os efeitos da seca, principalmente sobre os mais desprotegidos, sem pretensão de que a sociedade possa funcionar normalmente enquanto os estoques de água nos mananciais se mantiverem abaixo da normalidade. Por essa razão, foi criado o Comitê de Crise Hídrica no Âmbito da Região Metropolitana de São Paulo - Decreto Estadual nº 61.101 de 03/02/2015 (SABESP, 2015).

De acordo com Ribeiro (2011) a necessidade de analisar o abastecimento de água em São Paulo é um exercício contínuo. As intensas atividades que acontecem no espaço urbano geram uma elevada demanda de água, além das necessidades básicas da população, uso para lazer, bem como à concessão para uso industrial, o que cria um quadro complexo de competição por água. O abastecimento de água deve ser planejado de forma integrada.

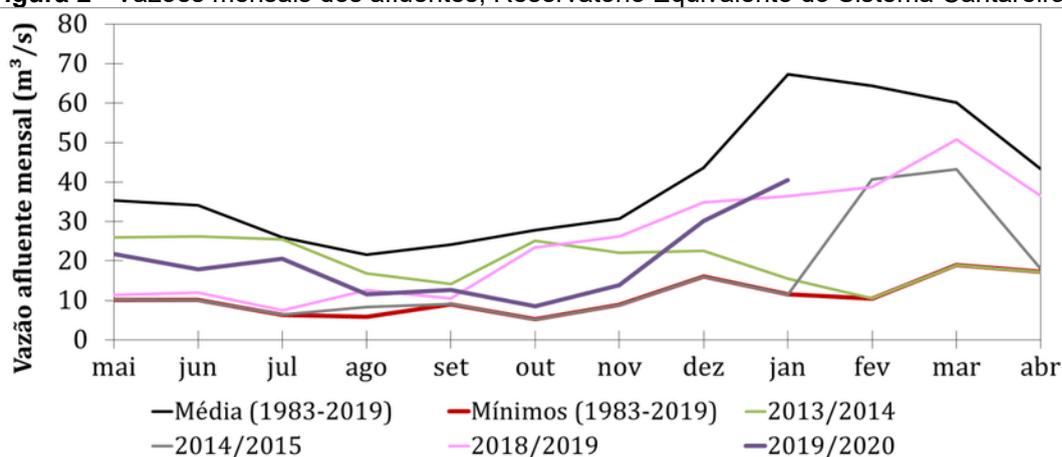
Para entender o referido uso dos recursos hídricos, temos de considerar o consumo de água demandado pela RMSP, com 39 municípios e 20.284.891 de habitantes. Segundo Ribeiro (2011), a RMSP está sobre uma área de cerca de 8.051km<sup>2</sup>, o que representa 0,1% do território brasileiro. No entanto, ele registra cerca de 10% de todos os habitantes do país, em uma área que não tem água para abastecimento abundante.

Em 2013 os municípios de São Paulo enfrentaram dificuldades para sustentar o abastecimento de água, devido aos baixos níveis de água nos reservatórios. Tal escassez hídrica, intensificou-se com a seca que atingiu a região sudeste em 2015. Os principais reservatórios de água estavam cada vez menores, especialmente o Sistema Cantareira (JACOBI, 2015).

O Sistema Cantareira é o maior da Região Metropolitana de São Paulo desde 1974. A capacidade da estação de tratamento é de 33 mil litros de água por segundo destinados a 6,5 milhões de pessoas. Ele é formado por seis reservatórios, sendo eles Jaguari, Jacareí, Cachoreira, Atibainha, Paiva Castro e Águas Claras. Os quatro primeiros formam um sistema equivalente (ANA, 2015).

Conforme a Agência Nacional de Água (2014), em decorrência da redução de precipitação nos afluentes do Sistema, ocorreu a redução das vazões mensais médias nos reservatórios. Pode-se observar da Figura 2, que o período de 2013-2014 esteve abaixo da média, chegando a registrar 8,70 m<sup>3</sup>/s em 2014, a menor vazão média registrada no histórico desde iniciado o funcionamento do sistema.

**Figura 2** - Vazões mensais dos afluentes, Reservatório Equivalente do Sistema Cantareira.



**Fonte:** Diário ANA/DAEE monitoramento do Sistema Cantareira, 2015 – chess.

Tendo em vista os diversos riscos que dificultam o abastecimento de água à população, uma série de medidas têm sido tomadas para garantir a segurança hídrica. As medidas tomadas pelos órgãos reguladores, formados pela ANA (Departamento de Águas e Energia Elétrica) e um grupo instituído Grupo Técnico de Assessoramento à Gestão do Sistema Cantareira (GTAG-Cantareira) são medidas que afetam o funcionamento da distribuição gradual do tráfego de água total retirado do sistema. Essas medidas incluem rodízios de abastecimento de água e ações de contingência para redução de vazões.

Além disso, em 2014 a 2019, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) realizou 35 grandes obras, como transposições entre os diferentes sistemas paulistas, e mais de mil intervenções urbanas, além de campanhas junto à população.

Como resultado, o consumo de água na capital está 24% menor do que os níveis registrados antes da crise e a perda de água por vazamentos na rede foi reduzida para 30,1% (a média nacional é de 38,3%).

### **3.3. Características de sistemas aquáticos**

Os ambientes aquáticos marinhos e continentais são responsáveis por abrigarem diversos seres, como as algas, bactérias, macrófitas, artrópodes (crustáceos e insetos) e vertebrados. Sobre a fauna que habita os ambientes aquáticos, 24.618 representam as diferentes espécies de vertebrados, como os peixes, sendo que 9.966 deles ocupam águas doces permanentes (NELSON, 1994).

Esses ambientes são tradicionalmente conhecidos como lóticos, representados por águas correntes (rios e riachos) e ambientes lênticos, representados por águas estagnadas (lagos naturais e artificiais). (SCHMITT, 2016).

Os ambientes lóticos apresentam diferenças relacionadas a profundidade, largura, volume de água, mudança no estado trófico e mudanças nas comunidades biológicas que abrigam esses ambientes. Em relação a sociedade, esses ecossistemas possuem uma grande importância ecológica e alta complexidade, já que são responsáveis pelo fornecimento de água para fins domésticos, agrícolas e industriais, tratamento de resíduos, geração de energia, locais para atividade de lazer

e conservação da biodiversidade. Assim, os rios e riachos são os mais propícios a enfrentarem modificações antrópicas, devido, por exemplo, ao acelerado processo de urbanização. (FERREIRA; FLYNN, 2012; SANTOS, 2014).

Segundo Townsend et al (2006), os rios possuem a característica de serem em formato linhas, um fluxo unidirecional, e seus leitos e escoamentos são instáveis. Ao comparar os rios estreitos com os rios largos, o primeiro possui conexões com os ambientes terrestres muito mais íntimos que o segundo, o que torna a compreensão de sua ecologia muito mais precisa, pois é considerado que seu rio e sua bacia de drenagem formam uma grande e única unidade. Os rios apresentam também grandes alterações espaciais desde sua nascente até as grandes áreas de várzea, logo são considerados ecossistemas complexos (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Os mares e oceanos cobrem 70% do planeta e são 90% da biosfera; e o que os diferem é apenas a extensão territorial e profundidade. Os mares possuem profundidade média de 1.000 metros, são menores e delimitados, parcialmente ou totalmente, por continentes. Existem três tipos principais de mares: mares abertos, o qual possuem uma ampla ligação com os oceanos; os continentais, que possuem uma ligação muito restrita com os oceanos; e os fechados, os quais chegam as águas oceânicas apenas indiretamente, por canais e rios (SILVA JR., GERLING, 2016).

### **3.4. Classificação CONAMA quanto a classe de corpos hídricos**

A Resolução CONAMA n°357/2005 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências (Art. 1°). Essa Resolução é usada especialmente para a classificação dos corpos hídricos, servindo para analisar a qualidade da água a qual deve ser atingida e caracterizar a situação atual dos mananciais analisados.

No seu Art. 2°, são apresentadas as definições e padrões que serão apresentados durante toda a Resolução, e no Art. 3°, define-se que as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade, ressaltando-se que as águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em usos

menos exigentes, desde que estes não prejudiquem a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Do Art. 4º ao artigo 6º são apresentadas como são classificadas as águas doces, salinas e salobras respectivamente, além de caracterizar cada uma dessas classes de acordo com os usos preponderantes.

O quadro 1 apresenta a descrição dessas classes de acordo com os usos preponderantes das águas doces, o quadro 2 descreve as classes e os usos preponderantes que as águas salinas se destinam, e por fim o quadro 3 descreve as classes e usos das águas salobras.

**Quadro 1**– Classes e usos preponderantes das águas doces definidas pela Resolução CONAMA nº357/2005.

CLASSE	USOS
Classe Especial	Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
Classe 1	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; Proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; Proteção das comunidades aquáticas; Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; Aqüicultura e à atividade de pesca.
Classe 3	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário Dessedentação de animais
Classe 4	Navegação Harmonia paisagística

**Fonte:** Brasil, 1986. Adaptado pela autora.

**Quadro 2**– Classes e usos preponderantes das águas salinas definidas pela Resolução CONAMA n°357/2005.

CLASSE	USOS
Classe Especial	Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
Classe 1	Recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000 Proteção das comunidades aquáticas Aqüicultura e à atividade de pesca
Classe 2	Pesca amadora Recreação de contato secundário
Classe 3	Navegação Harmonia paisagística

**Fonte:** Brasil, 1986. Adaptado pela autora.

**Quadro 3**– Classes e usos preponderantes das águas salobras definidas pela Resolução CONAMA n°357/2005.

CLASSE	USOS
Classe Especial	Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
Classe 1	Recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000 Proteção das comunidades aquáticas Aqüicultura e à atividade de pesca Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto
Classe 2	Pesca amadora Recreação de contato secundário
Classe 3	Navegação Harmonia paisagística

**Fonte:** Brasil, 1986. Adaptado pela autora.

Para se entender melhor o significado das classes, a legislação vigente determina que quanto maior for o número da classe, menor é a importância que essas são destinadas, e conseqüentemente essas águas seguem padrões ambientais menos exigentes (ANA, 2013), conforme demonstrado na Figura 3.

**Figura 3** - Classes de enquadramento e respectivos usos e qualidade da água, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.



Fonte: ANA (2013).

Vale ressaltar que as classes especiais não aceitam o lançamento de efluentes, mesmo que tratados. Para as demais classes, o nível de poluição presente nessas águas é crescente conforme o número da classe.

Ainda de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, o Art. 8º dispõe dos padrões de qualidade das águas que o Poder Público deverá utilizar para monitorar periodicamente o enquadramento das classes.

O Art. 9º estabelece que a análise e avaliação dos parâmetros de qualidade de água de que trata a Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

O Art. 10º estabelece que os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência. Segundo as definições previstas no Art. 2º da Resolução CONAMA nº 357/2005, vazão de referência é a vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH.

O Art. 11° dá ao Poder Público de estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência. Já o Art. 13° menciona que as águas de classe especial devem ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

Do Art. 14° ao Art. 17°, são descritos as condições e os padrões de enquadramento das águas doces. Do Art. 18° ao Art. 20°, são estabelecidos as condições e os padrões das águas salinas, e do Art. 21° ao Art. 23°, são descritos os mesmos das águas salobras.

No capítulo IV da Resolução (do Art. 24° ao Art. 38°) são descritas as condições e padrões de lançamento de efluentes poluentes em corpos d'água.

O Art. 38° estabelece as diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água acontece de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos. Vale ressaltar que, de acordo com o parágrafo 2 (dois), metas obrigatórias de melhoria da qualidade da água são estabelecidas para a efetivação dos enquadramentos.

Entretanto a Resolução CONAMA n° 357/05 deixa algumas dúvidas referentes as interpretações técnicas de classificação das águas. De acordo com Engeplus (2012) e Profil (2011) existem diferentes possibilidades quanto aos procedimentos para a classificação de determinado ponto de amostragem, já que a Resolução não apresenta uma metodologia única, evidenciado uma dificuldade recorrente encontrada por técnicos durante a elaboração de diagnósticos das bacias hidrográficas.

### **3.5. Fontes de contaminação em sistemas aquáticos**

A poluição das águas, oriundas de atividades antropológicas, podem ser originados de esgotos domésticos, efluentes industriais, drenagem urbana e rural, e despejo de resíduos sólidos.

A qualidade dos corpos aquáticos sempre foi uma preocupação em todos os campos da sociedade. Devido ao alto índice de ocupação urbana, essa preocupação é crescente, o que representa um alto risco de poluição para os corpos aquáticos próximos a essas áreas. Na maioria dos casos, esses corpos contaminados

são os mesmos usados no abastecimento urbano. Portanto, áreas densamente urbanizadas podem acabar usando água de qualidade inferior do que a água ideal para diferentes fins.

A poluição das águas, oriundas de atividades antropológicas, podem ser originados de esgotos domésticos, efluentes industriais, drenagem urbana e rural, e despejo de resíduos sólidos.

Segundo Moraes (2002), um dos principais contaminantes é a agricultura devido a utilização de agrotóxico, sendo a segunda principal causa na contaminação de rios no Brasil, causada devido a pesticidas usadas no controle de pragas, e que podem conter substâncias tóxicas. Essas substâncias são arrastadas pela água da chuva até os cursos da água, em rios e lagos, ou acabam sendo infiltradas no solo contaminando águas subterrâneas.

Além da agricultura, o esgoto também contribui extremamente na contaminação das águas. Segundo Godoy (2013), os despejos do vaso sanitário, da pia da cozinha, a água dos chuveiros, das pias e dos ralos acabam indo diretamente para os rios e lagos através dos esgotos.

As indústrias alimentícias também são grandes causadoras da contaminação da água através dos resíduos. Os resíduos são as partes que sobram de processos derivados das atividades humanas e animal e de processos produtivos como a matéria orgânica, o lixo doméstico, os efluentes industriais e os gases liberados em processos industriais ou por motores.

Os resíduos são classificados através da forma em que ele foi gerado. E os resíduos industriais são muito diversificados e varia de acordo com os produtos que a indústria fabrica.

As indústrias possuem uma forma correta de descarte de seus resíduos, seguindo na norma NBR 10004 (2004), porém na prática não é isso que acontece. As indústrias acabam optando pelo descarte mais econômico, sendo eles o descartem em rios e córregos. Um exemplo é a indústria petrolífera. O petróleo é um líquido negro altamente utilizado a sociedade. Ele é utilizado na fabricação de diversos materiais, como borracha, plásticos etc., e principalmente nos combustíveis (álcool, gasolina e diesel), movimentando os meios de transporte. A partir do momento que ocorre o

derramamento de petróleo, ele além de poluir a água, prejudica animais e plantas que vivem ali (LOURETO, 2014).

Na água, o petróleo forma uma camada fina que acaba inibindo a passagem da luz, inibindo o processo de fotossíntese realizado pelas algas marinhas. Logo, a flora marinha é completamente prejudicada (MELO, 2013).

A pecuária também é um grande poluente para a água, e é responsável por alavancar grande problemas ambientais. Isso acontece devido a emissão de gás metano relacionado ao processo de ruminância na criação extensiva de gado e que agrava o efeito estufa (MARTINELLI, 2009). Além disso, a poluição que o gado causa na água causam uma série de outros impactos ambientais no Brasil, como a destruição dos ecossistemas ambientais, a degradação do solo e a poluição dos recursos hídricos (MARCHETTO, 2004).

Os cemitérios também são grandes fontes poluentes já que não existe medidas de proteção ambiental ligadas ao sepultamento de corpos humanos em covas abertas no solo. E com o passar dos séculos, essas áreas são contaminadas por diversas substâncias, orgânicas e inorgânicas, e por microrganismos patogênicos, chegando a alcançar os lençóis freáticos e nascentes. É importante dizer que essa foi umas das causas de epidemias de febre tifoide, mesmo que esses locais nunca tenham sido incluídos como fonte tradicional de contaminação ambiental (MIGLIORINI, 1994).

### **3.6. Nascentes**

As nascentes são compostas por um afloramento do lençol freático e que originam os fluxos de água que formam redes de drenagem. Porém, para a nascente ser classificada como ideal para o abastecimento público, ela deve fornecer água de alta qualidade, e de forma abundante e contínua, com boa distribuição ao longo do tempo, e onde a variação da vazão tenha um mínimo adequado ao longo do ano (CALHEIROS, 2009).

A área de preservação permanente (APP), também conhecida por ter a função de preservar a estabilidade geológica, a paisagem, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico da fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, tem também a função de proteger os recursos hídricos (BRASIL, 2012).

Logo, essa importância é protegida pela Lei federal nº. 12.651/12 (Código Florestal), que explica que as áreas ao redor das nascentes, num raio de até 50 (cinquenta) metros devem ser ocupadas por vegetação nativa e mantidas preservadas.

A preservação das nascentes, anunciada pela Lei Federal, é de extrema importância para a manutenção dos córregos e dos demais corpos hídricos. Segundo Chabaribery (2007), as matas ciliares protegem a água e o solo, sendo indispensáveis para favorecer o equilíbrio ambiental em escala local e regional. Elas reduzem o assoreamento dos rios e o aporte de poluentes, criam caminhos que favorecem o fluxo gênico entre remanescentes florestais, são necessários para a alimentação e abrigo da fauna, e auxiliam contra a disseminação de pragas e doenças nas lavouras.

A método utilizado para classificar se a água de um determinado corpo hídrico é propício ou não para sua captação e tratamento para o abastecimento público é obtido através um protocolo de análise dos corpos hídricos. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, artigo 2º, para o enquadramento dos corpos hídricos.

*É o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.  
(BRASIL,2005).*

### **3.7. Fontes de água mineral no Brasil**

Segundo o Código de Águas Minerais (Decreto-Lei N° 7.841, de 08 de agosto de 1945), “águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificiais captadas que possuem composição química ou propriedades físico-químicas distintas das águas comum, com características que lhes conferem uma ação medicamentosa” (CPMR, 2021).

Segundo o mesmo código, águas potáveis de mesa são águas que contêm composição normal e originadas de fontes naturais ou fontes artificiais e que preenchem apenas as condições de potabilidade para a região (CPRM, 2021).

O Estado de São Paulo é a unidade federativa brasileira detentora do maior número de áreas de concentração de produção de águas minerais e potáveis de mesa. O total são de vinte e oito áreas identificadas, englobando processos ativos

(210) e inativos (35). Em termos de produção, em 2003, São Paulo produziu 1,6 bilhões de litros e ficou em primeira posição na região sudestes, e em toda região acional (DNPM - SISMINE /2004).

A água subterrânea corresponde a cerca de 98% de toda a água doce disponível não congelada no planeta. Nos últimos 50 anos, sua extração vem aumentando devido a sua abundância, qualidade e confiabilidade. O desenvolvimento populacional, as modificações do uso da terra, e o aumento da indústria tem colocado em risco a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos. As principais fontes de contaminação dos aquíferos são: esgotos, agricultura, indústria, resíduos sólidos, cemitérios, postos de combustíveis e mineração. As águas subterrâneas podem ser destinadas para o uso doméstico, abastecimento público, irrigação, indústria, turismo, energia e comércio.

A comercialização das águas subterrâneas acontece por meio da venda de água mineral engarrafada e ela está cada vez maior no Brasil. Segundo Rodwan Jr. (2015), a *Beverage Marketing Corporation* classificou o Brasil na quinta posição no mercado mundial de consumo da água engarrafada, com crescimento de 3,9% entre 2009 e 2014.

A preocupação com a qualidade da água subterrânea, principalmente a destinada para consumo humano vem sendo cada vez mais delicada, principalmente pela sua dificuldade e elevados custos nos processos de remediação de áreas contaminadas. As entidades governamentais, a fim de proteger tais áreas, buscam instrumentos que sejam efetivos para auxiliar no seu controle. (MEDEIROS, 2016)

As nascentes correm o risco de serem contaminadas por vários fatores, como por exemplo, por resíduos sólidos, esgoto e desmatamento. Estudar as nascentes é de extrema relevância social já que os rios, em períodos de grandes índices de precipitações, provocam inundações nos locais próximos. A preservação da vegetação ciliar das nascentes evita a sua contaminação e previne o seu desaparecimento. Diante dessa situação, deve-se preservar as nascentes para que ela esteja presente em futuras gerações.

#### **4. MATERIAIA E MÉTOROS**

Este tópico apresenta a equação e os procedimentos experimentais realizados, bem como os materiais utilizados. As análises experimentais foram realizadas em duas principais etapas:

- ✓ Desenvolvimento e melhoria de procedimentos analíticos;
- ✓ Aplicação de procedimentos em análise real.

#### 4.1. Área de estudo

##### 4.1.1. Localização

Inicialmente foram levantadas informações sobre a área de estudo (Rio do Peixe, município de Lindóia – SP) através de buscas bibliográficas. Além disso, foram feitas visitas ao local para coletar informações sólidas sobre a área de estudo.

A área de estudo abrange o município de Lindóia-SP, localizado no Circuito das Águas Paulistas e é uma região com extensas reservas de águas subterrâneas, mostrando um grande potencial de armazenamento desse recurso natural. Localizada na região da província da Mantiqueira, possui o clima Tropical Mesotérmico ou Tropical de Altitude (Cwa), segundo a classificação de Köppen (Sparovek et al., 2007).

O Rio do Peixe apresenta uma extensão total de 147,2 km, sendo que 4,1km (2,8% do total) compreende-se a cidade de Lindóia.

**Figura 4** – Localização de Lindóia no estado de São Paulo.



Fonte: Governo de São Paulo (2021)

Lindóia é considerado um entre os onze municípios paulistas denominados “estâncias hidrominerais” do estado de São Paulo. Tal nome se dá devido a esta ser uma cidade que tem o dever de cumprir determinados pré-requisitos, definidos pela Lei Estadual, de cuidados e manutenibilidade do rio local (Rio do Peixe). Além disso, o local também é responsável por fornecer 60% de toda a água mineral consumida no país, devido a vários fabricantes de água localizados nessa região, como a Danone Brasil e Lindoya Verão (GESP, 2016).

As coletas das amostras de água foram realizadas durante o período da tarde em quatro pontos da cidade, sendo um deles uma nascente e os outros três diferentes pontos do “Rio do Peixe”, localizado em Lindóia, São Paulo. O dia em que foi realizada a coleta as condições climáticas no momento eram de céu aberto e sem previsão de chuva. Observou-se também que em todos os pontos coletados não havia lixos na encosta do rio, e foi possível ver uma grande fauna existente em seu interior e aos redores, como peixes e capivaras pastando aos redores.

#### **4.1.2. Amostragem**

As coletas das amostras de água foram realizadas durante o período da tarde em quatro pontos da cidade, sendo a amostra um (nascente do rio), amostra dois (local beirando a rodovia de acesso), amostra três (retirado de um tanque da empresa Bonafont Água Leve) e amostra quatro (dentro de um parque comunitário). Os pontos estão ilustrados nas figuras 5 a 8.

**Figura 5** - Ponto de coleta 1 Nascente.



**Fonte:** Autor (2019).

**Figura 6** - Ponto 2 de coleta Rodovia.



**Fonte:** Autor (2019).

**Figura 7** - Ponto 3 de coleta Reserva Bonafont.



**Fonte:** Autor (2019).

**Figura 8** - Ponto 4 de coleta Parque.



**Fonte:** Autor (2019).

Todas as amostras foram tiradas de diferentes pontos do Rio do Peixe, localizado em Lindóia, SP. Esses pontos foram georreferenciados e os dados estão dispostos na Tabela 2. Os pontos de amostragem foram demarcados utilizando a ferramenta Google Maps, os quais foram utilizados para a confecção de mapas através das coordenadas geográficas, e buscando a visualização espacial dos pontos de amostragem da água (Figura 9).

**Tabela 1**-Dados de georreferenciamento indicando a localização das quatro amostras no município de Lindóia/SP.

Localização	Ponto 1 - Nascente	Ponto 2 -Rodovia	Ponto 3 - Bonafont	Ponto 4 - Parque
Latitude	22°30'31.5"S	22°30'22.9"S	22°31'07.2"S	22°31'32.9"S
Longitude	46°41'06.9"W	46°40'19.5"W	46°38'04.9"W	46°38'25.6"W

**Fonte:** Autor (2021).

As coletas das amostras foram realizadas no dia 23 de julho de 2019. O material foi coletado com o uso de luvas e baldes, e visando a minimização de erros nas etapas de amostragem, as coletas foram feitas em duplicata. Segundo Quinn e Keough (2002), a repetição garante a ampliação de observações, e com escalas apropriadas, combinam com a aplicação experimental e ajudam na redução de diferenças entre amostras.

A figura 9 abaixo é possível ver o Rio do Peixe e suas proximidades em relação a cada uma das amostras coletadas.

**Figura 9** - Local das amostras no municio de Lindóia/SP.



**Fonte:** Adaptado de Google Earth (2019).

As amostras foram armazenadas (em duplicata) em frascos plásticos estéreis de 500 mL (evitando que se formasse mais bolhas durante a coleta) e transportados em recipientes isotérmicos até o laboratório

## 4.2. Parâmetros físico-químicos

### 4.2.1. Determinação do Oxigênio Dissolvido

Durante o momento da coleta, realizou-se a medição *in situ* do oxigênio presente na água utilizando-se um Oxímetro, previamente calibrado modelo HI 9146 – Hanna Instruments, conforme figura 10.

Figura 10 - Oxímetro HANNA HI9146.



Fonte: Autor, 2019.

### 4.2.2. Determinação do pH e Turbidez

Em laboratório, para determinar o pH, foram utilizados o método potenciométrico conforme metodologia descrita pela NBR 14339 (ABNT, 1999). Primeiramente foi feita a calibração do pHmetro DM-22 – Digimed, depois uma quantidade significativa de cada amostra foi transferida para um becker de 100mL e realizada a medição.

Já a turbidez foi medida com um turbidímetro modelo HI 98703 – Hanna Instruments, utilizando o método nefelométrico.

### 4.2.3. Determinação do Resíduo Total

Lavou-se previamente 8 béqueres a fim de retirar qualquer impureza que pudesse afetar os resultados e estes foram deixados durante 24 horas em uma estufa (entre 100-105°C) para que todo o resíduo sólido evaporasse. Ao retirar, colocou-se os béqueres em um dessecador para que eles esfriassem. Depois, mediu-se o peso dos béqueres usando uma luva a fim de se evitar qualquer contato com gordura.

Na segunda parte do experimento, colocou-se 100 mL de cada uma das quatro amostras (em duplicata) nos béqueres, e retornou-os para a estufa por mais 48 horas para que toda a água evaporasse. Após a evaporação de toda a água, retornou-se os recipientes para o dessecador e aguardou-se para que eles resfriassem. Por último fez-se a passagem dos béqueres com os resíduos que sobraram após o processo. Por fim é feito o cálculo final dos resíduos totais por meio da equação 1:

$$\frac{mg}{Lss} = \frac{(B - A)}{V.a}$$

Equação 1.

Onde:

A: peso inicial do bequer seco em mg.;

B: peso do bequer após a secagem do residuo em mg;

V.a: volume da Amostra em L.

### 4.2.4. Determinação dos Metais Dissolvidos e Dureza Total

A dureza é um parâmetro físico-químico que fornece a medida da qualidade da água para consumo humano e uso industrial. A dureza está ligada diretamente a concentração elevada de íons de cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e magnésio ( $Mg^{2+}$ ) em relação aos demais íons dissolvidos em água (MOREIRA, 2005).

Segundo o Ministério da Saúde, portaria N° 5 de 25 de setembro de 2017, o limite máximo de carbonato de cálcio é de 500 mg/L. Exceto quando a água se enquadra como água dura, ela apresenta restrições de uso industrial (PAIM, 2010).

A técnica mais comum utilizada para a determinação de elementos químicos dissolvidos em água é a espectrometria de absorção atômica por chama. Ela baseia-se na absorção de energia através dos comprimentos de ondas característicos de cada elemento, transformando um elétron que estava em um estado natural ao seu estado excitado (ROSA, 2013).

Cada um dos metais potencialmente tóxicos estudados (Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, K) possui um número específico de elétrons associados ao seu núcleo. A absorção ocorre quando se aplica determinada quantidade de energia no átomo, e o elétron mais externo muda para um nível energético superior, configurando-o para o estado excitado. Porém esse estado é instável, fazendo o átomo retornar ao seu estado inicial, liberando energia em forma de luz (SOUSA, 2011).

A presença dos metais nas amostras e suas respectivas durezas foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica com atomizador de chama de acordo com o Standard Methods no Laboratório de Análises Agrônomicas LTDA. – LABCELER.

#### 4.2.5. Condutividade Elétrica

A condutividade elétrica foi determinada utilizando um condutivímetro CG 1800 Gehaka, previamente calibrado com solução padro de cloreto de potássio (KCl)  $84 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 0,5\%$ , com uma temperatura padronizada de  $25^\circ\text{C}$ .

**Figura 11** - Condutivímetro CG 1800 Gehaka.



**Fonte:** Dados da pesquisa, 2019.

Segundo Santos (2007), “a condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. É a capacidade da água transmitir a corrente elétrica”. Portanto, quanto maior a condutividade elétrica, maior é a contaminação da água.

A margem de variação dos valores medidos, de acordo com a Resolução CONAMA n°357/2005, para águas naturais é entre 10 a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Já as águas com presença de poluentes se encontram a uma margem superior a 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### **4.3. Descarte**

Para evitar possíveis contaminações, após os ensaios de biodegradação e as análises espectrofotométricas, as soluções e seus resíduos foram armazenados em frascos identificados e encaminhados para descarte seguindo as instruções da UNESP.

## **5. RESULTADO E DISCUSSÃO**

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Lindóia – SP, onde foram colhidas 5 amostras diferentes de água retiradas do Rio do Peixe. Nessas águas foram feitas as seguintes análises físico-químicas de qualidade: pH, temperatura, turbidez, oxigênio e resíduos, sendo todas feitas por análises quantitativas.

### **5.1. Parâmetros físico-químicos**

Os parâmetros físico-químicos são importantes índices os quais permitem analisar fatores de contaminação da água e são importantes indicadores do nível de poluição. Na tabela 2 estão representados os resultados dos parâmetros físico-químicos referentes aos quatro locais de amostras, e esses valores foram posteriormente comparados com as legislações vigentes para cada parâmetro obtido. Os parâmetros de referência utilizados foram retirados da Resolução CONAMA 537/2005 para águas de Classe 2.

**Tabela 2** - Parâmetros físico-químicos referentes ao mês de julho de 2019 para os quatro locais analisados no Rio do Peixe, localizado no município de Lindóia, valores de referência de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

	Amostras				Valores de referência
	Nascente	Rodovia	Bonafont	Parque	
<b>Condutividade Elétrica (<math>\mu\text{S.cm}^{-1}</math>)</b>	95,3	110,7	55,9	98,7	-
<b>OD (%)</b>	6,29	6,33	6,46	5,9	$\geq 5$
<b>Temperatura (<math>^{\circ}\text{C}</math>)</b>	17,8	17,8	18,9	18	-
<b>Turbidez (NTU)</b>	4,2	14	5,9	5,1	40,0 FTU
<b>pH (unidades)</b>	7,73	7,91	7,82	7,75	6,0 – 9,5
<b>Resíduo Total (mg/L)</b>	160,5	279,5	133,5	112,5	500,00 mg L <sup>-1</sup>
<b>Dureza (mg.L<sup>-1</sup>)</b>	10	7	18	17	500 mg L <sup>-1</sup>

Fonte: Autor (2021)

A legislação brasileira não estabelece valores de pH para o consumo humano relacionados a saúde humana (Portaria n 2.914/2011). Isso ocorre, pois, o pH da água mineral não é um padrão que define a potabilidade da água, mas um conjunto de parâmetros. Pequenas alterações no pH não representam risco à saúde, este parâmetro é usado para fins operacionais e de tratabilidade da água. Para estas finalidades, o pH deve ser mantido entre 6 e 9,5, para evitar que ocorra problemas nos serviços de abastecimento, como a corrosão na canalização e conseqüentemente alteração na qualidade da água quanto a sabor e cor.

O Art. 14 CONAMA 357 estabelece valores padrões para o pH das águas, que também devem ser mantidos na faixa de 6,0 a 9,5. Seguindo essa recomendação, no dia de análise o pH encontrava-se dentro das normas preconizadas em 100% das amostras.

Os resultados do parâmetro de Turbidez (Valor máximo permitido de 40 NTU) encontra-se dentro das normas aceitas pelo Art. 14 da resolução CONAMA 357. A turbidez da água é atribuída a partículas solidas em suspensão que causam a redução de transmissão de luz para o meio aquático. Pode ser provocado por algas, plâncton, detritos orgânicos ou adição de despejos domésticos ou industriais.

Os dados da turbidez indicaram variações significativas, com um destaque maior para o ponto de coleta Rodovia que apresentou maior valor. Isso ocorreu devido a presença de um fluxo elevado de água (ambiente lótico), aumentando o fluxo de sedimentos presentes na água e conseqüentemente uma maior turbidez.

A turbidez em excesso influencia diretamente a estética da água e sua qualidade sanitária, já que vírus e bactérias se alojam em partículas que ficam em suspensão para se proteger da ação de desinfetante do cloro que é usada na desinfecção da água (MEYER, 1994).

Já os resultados obtidos através dos resíduos dissolvidos totais também não ultrapassam os valores permitidos pela resolução 357/2005 do CONAMA que preconiza, valor máximo permitido de 500 mg/L de sólidos dissolvidos totais para águas de consumo humano. O maior valor encontrado para esse parâmetro na Tabela 3 é novamente o valor da amostra Rodovia. Esse resultado está diretamente ligado a fuligens que os automóveis liberam ao transitar pela rodovia lateral ao Rio.

Pode-se notar que a concentração de OD em todas as coletas foram superiores a  $5 \text{ mg L}^{-1} \text{ O}_2$ , enquadrando as amostras como Classe 2. O oxigênio dissolvido é indispensável para o desenvolvimento da vida aquática já que organismos como os peixes precisam de oxigênio para respirar (BRASIL – ANA, 2021). A amostra Parque apresentou o menor valor neste parâmetro porque ele é classificado como um ambiente lântico, ou seja, um ambiente de água parada e que não há muita formação de oxigênio na água.

A condutividade elétrica, que calcula a capacidade da água em conduzir corrente elétrica, ficou entre  $55,9 \mu\text{S/cm}$  e  $110,7 \mu\text{S/cm}$ . Os valores baixos estão ligados ao baixo teor do íon cloreto presente nas águas, já que eles são responsáveis por aumentar a condutividade elétrica (ARAUJO *et al.*, 2011). A Portaria 518/2004 e a Resolução do CONAMA 357/2005 não apresentam valores de referência para avaliar a condutividade. Na Tabela 3 pode-se notar que a amostra Rodovia é a de maior valor e isso tem relação direta com a poluição causada pelos automóveis, que transitam ao redor da região de retirada desta amostra, e interagem com a água.

De acordo com Yoshinaga (1990) as águas de fontes e poços tubulares tem como característica a baixa condutividade elétrica, entre  $9 \mu\text{S/cm}$  a  $165 \mu\text{S/cm}$  e pH

entre 5 a 7,70. Pode-se dizer então que a nascente analisada está em conformes, portando com baixos índices de contaminação.

Em relação a dureza das amostras, o valor máximo permitido pela Portaria n° 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde para ser classificada como água potável é de 500 mg/L<sup>-1</sup> (BRASIL, 2011). Portanto, todos os locais analisados estão dentro dos padrões estabelecidos. Segundo Bulia (2017), as águas pertencentes ao Circuito Paulista das Águas, que abrange os municípios de Lindóia, Águas de Lindóia, Amparo, Socorro, Serra Negra, Monte Alegre do Sul, Holambra, Pedreira e Jaguariúna possuem pH próximo ao neutro (6,8-7,4), baixo conteúdo STD (62-186 mg L<sup>-1</sup>) e foram classificadas como bicarbonatadas mistas.

## **5.2. Concentração de metais**

A concentração dos metais foi obtida por espectrofotometria de absorção atômica de chama (FAAS). Esse é um método mais utilizado para determinar a concentração de metais potencialmente tóxicos, já que ele é altamente específico. Ele faz a quantificação dos elementos nas amostras através das linhas espectrais de absorção atômica

Os resultados foram analisados através da resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe I e II de acordo com o enquadramento deste manancial. As análises de variância o teste de comparação de média das concentrações dos metais é apresentado na Tabela 4.

**Tabela 3** - Resultados das análises de Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, K e limites de tolerância permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

	<b>Cálcio (Ca)</b>	<b>Magnésio (Mg)</b>	<b>Cobre (Cu)</b>	<b>Ferro (Fe)</b>	<b>Manganês (Mn)</b>	<b>Zinco (Zn)</b>	<b>Potássio (K)</b>
				mg L <sup>-1</sup>			
Nascente	2,028	1,152	nd	nd	0,594	nd	4,133
Rodovia	1,222	0,964	nd	nd	0,590	nd	1,834
Bonafont	3,334	2,401	nd	nd	0,605	nd	3,458
Parque	3,277	2,457	nd	nd	0,595	nd	3,798
Limite de tolerância/classe 1 e 2	-	-	0,009	0,3	0,1	0,18	-
Limite de tolerância/classe 3	-	-	0,013	5	0,5	5	-

nd – não detectado

Fonte: Autor (2021)

Nos resultados obtidos, nota-se que a concentração de cobre, ferro e zinco não foram detectados pela técnica analítica usada, sendo necessário uma técnica com sensibilidade melhor para tal fim. Pode indicar que os valores estão em níveis traço e provavelmente se inserem nos valores das normas.

Os valores da concentração de Manganês (Mn) estão em torno de 0,6 mg L<sup>-1</sup>, sendo considerado pela Resolução CONAMA 357/2005 o máximo permitido de 0,1 mg L<sup>-1</sup> para classe 1 e 2; e 0,5 mg L<sup>-1</sup> para classe 3. Pode-se dizer então que as amostras possuem concentração relativamente alta deste elemento.

Por apresentarem comportamento químico semelhantes, os elementos ferro e manganês são abordados conjuntamente ao se tratar de seus efeitos nas águas. Se encontrados em concentrações muito elevadas, podem provocar problemas de ordem estética porque possuem características organolépticas ou prejudiciais a determinados usos industriais da água.

A presença de manganês em sistemas hídricos pode ocorrer por movimentação do solo em períodos chuvosos, desde que não haja interferências e descartes industriais ou agrícolas na região. Este episódio foi observado na região de Mogi Mirim, no ano de 2015 (G1, 2015). Moradores da região observaram a alteração da água que chegava nas torneiras e fizeram uma reclamação. Após várias análises,

a CETESB, concluiu que a presença de manganês na água foi de origem natural, neste episódio.

Assim, é importante destacar que os elementos com potencial tóxico e concentrações elevadas, como o manganês, ferro e zinco, também deveriam ser avaliados com frequência.

As águas de fontes e nascentes, normalmente, são pouco mineralizadas, sendo respectivamente  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  os íons dominantes (YOSHINAGA, 1990). Pode-se notar, na tabela 4 que a concentração de  $\text{K}^+$  da amostra Nascente é a bem maior concentração em relação aos demais, comprovando com a observação feita por Yoshinaga. Outra observação importante é os teores altos de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  na amostra Bonafont, ou seja, uma amostra retirada de um local conservado pela empresa Danone Brasil, responsável pelo engarrafamento da água mineral Bonafont. Segundo a Resolução - RDC nº 54 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), de 15 de junho de 2000, que dispõe dos padrões de identidade e características mínimas de qualidade para Águas Minerais Naturais e das chamadas Águas Naturais, define que o limite de concentração máxima permitida de Cobre é de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  e de Manganês é de  $2 \text{ mg L}^{-1}$ . Comparando esse limite com os dados das amostras, pode-se notar que todas as amostras estão dentro dos limites estabelecidos.

### **5.3. Rotulagem água mineral**

Na Figura 10 pode-se observar a composição química ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e as características físico-químicas da água Lindoya Original, envasada na região de pesquisa, pela EMPRESA DE MINERAÇÃO CREMASCO LTDA. – EPP.

**Figura 12**– Composição química (mg/L) e as características físico-químicas de uma garrafa de 500 mL da água Lindoya Original.

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (mg/L)	
<b>Análise nº 243/LAMIN/CPRM-SP, de 27/09/2017</b>	
Estrôncio	0,125
Cálcio	26,600
Magnésio	6,480
Potássio	4,210
Sódio	16,400
Fosfato	0,06
Sulfato	3,85
Bicarbonato	150,80
Fluoreto	0,12
Nitrato	3,07
Cloreto	2,65
Brometo	0,03

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	
pH a 25° C	6,69
Temperatura da Água na Fonte	22,7° C
Condutividade a 25° C	207µS/cm
Resíduo de Evaporação a 180° C calculado	182,60 mg/L
Radioatividade na Fonte a 20° C e 760mm de Hg	17,18 maches

**Fonte:** Lindoya Original ficha técnica

Segundo a Portaria nº 470 de 24 de novembro de 1999 do Ministério de Minas e Energia, todas as águas minerais devem apresentar a composição química expressa em miligramas por litro, contendo no mínimo os oito elementos químicos predominantes, sob a forma iônica.

Pode-se notar que alguns dos metais potencialmente tóxicos estudados não se encontram na rotulagem da água mineral. E principalmente o Manganês que foi encontrado nas amostras em valores mais elevados, também não é especificado. Portanto, pode se dizer que o esclarecimento dessas informações na rotulagem seria de bom reconhecimento.

Além disso, o Cobre é um elemento que é bastante encontrado em águas mineralizadas e que também poderiam constar na rotulagem da água, já que águas minerais priorizam esta característica.

Os resultados obtidos nas análises são de extrema importância, pois mostra que a água proveniente do sistema de abastecimento público do município de Lindóia, e que também abastece a EMPRESA DE MINERAÇÃO CREMASCO LTDA. – EPP são consideradas de boa qualidade.

Acredita-se que os resultados são influenciados pela atividade antrópica, como a prática de lançamento de dejetos de animais na natureza, a localização de uma rodovia intermunicipal que beira do Rio do Peixe e o uso dessas águas para lazer que podem causar degradação ambiental. Mas que mesmo assim, a água da região são de qualidade.

## **6. CONCLUSÃO**

O presente estudo traz os resultados importantes referentes a qualidade da água do Rio do Peixe, localizado no município de Lindóia – SP, e a sua comparação com a rotulagem da empresa distribuidora de água localizada na cidade. Embora, esta empresa realize o tratamento da água antes de comercializá-la, foi importante a realização dessa pesquisa, para a comparação entre os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, e pelos adotados pela empresa distribuidora de água como também pela água distribuída para a população local.

Os resultados mostraram que os parâmetros físico-químicos analisados atendem aos padrões de potabilidade exigido pela legislação. Por outro lado, as comparações com a rotulagem da água Lindoya Original não apresentaram semelhança já que a água Lindoya tem sua fonte de origem subterrânea, diferente dos locais de retirada das amostras.

O presente trabalho apresentou um panorama a partir de um diagnóstico elaborado em uma cidade do interior de São Paulo, pertencente ao Circuito paulista das Águas, no qual suas práticas ambientais são adequadas se comparadas com a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde e Resolução 357/2005 do CONAMA.

Os resultados de manganês, evidência que se faz necessário um estudo mais aprofundado, com maior frequência de coleta e por um período maior de tempo. Sendo importante enfatizar que esse estudo fornece dados preliminares acerca da qualidade da água do Rio do Peixe, mas deixa evidente a necessidade de pesquisa na região.

Verifica-se também que um trabalho intenso deve ser realizado na região para efetuar a vigilância da água, a fim de equilibrar ação antrópicas para que elas não interfiram nos índices de qualidade da água presentes

## 7. REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Enquadramento – Bases Conceituais.**

Disponível em: < <http://pnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-conceituais.aspx>>

Acesso em: 01 mai. 2021

ARAÚJO, G. F. R. et al. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 98-104, 2011.

BRASIL. Agência Nacional Das Águas. **Portal da Qualidade das águas.** Disponível em <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/introdu%C3%A7%C3%A3o.aspx>>.

Acesso em: 21 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.**

Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA 357/05**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece condições padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Disponível

em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> >Acessado em: 11/05/2021.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 173, de 13 de setembro de 2006. Aprova o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Industrialização e Comercialização de Água Mineral Natural e de Água Natural.**

2006 a. Disponível em:<

<http://elegis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=23915&word>>. Acesso em:

27 mai. 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério de Minas e Energia. Portaria no470, de 24 de novembro de 1999. Institui as características básicas dos rótulos de embalagens de águas minerais e potáveis de mesa. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=67&IDPagina=84&IDLegislacao=70> > Acesso em: 24 jun. 2021.

CARMO, R. L., SAMPAIO D. R., JOHANSEN, I. C. Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 31, n. 1, p. 169-190, 2014.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). **Adesão à economia de água aumenta no primeiro mês de efetivação das novas faixas de bônus.**

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014/>>. Acesso em: 02 mai. 2021

CONAMA - Conselho Nacional do Meio-Ambiente. **Resolução nº. 357** de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicação Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, n.87, p.44, 2005. Disponível em: <[http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2005\\_Res\\_COAMA\\_357.pdf](http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2005_Res_COAMA_357.pdf) > Acesso em 02 jun. 2021;

CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, XXVIII, 2002, Cancun. Federação Mexicana de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. Disponível em:<<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/ix034.pdf>>. Acesso em: 27 mai. 2021.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA- DAEE. **Portaria DAEE nº 1213, de 06 de agosto de 2004.** Disponível em:

<<http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Portaria-DAEE-1213-04.pdf>>. Acesso em 20 mai. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM) – 1988 – *Anuário mineral brasileiro* – Brasília. DNPM. P. 118-120.

DIAS, Maria Fernanda Falcone. **Qualidade microbiológica de águas minerais em garrafas individuais comercializadas em Araraquara – SP**. 66 f. Dissertação mestrado, (Faculdade de Ciências Farmacêuticas) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara 2008.

ENGEPLUS. Relatório Técnico 3 – Consolidação do Diagnóstico – Tomo III. Plano da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo – Santa Rosa – Santo Cristo. Porto Alegre, 2012a.

EXCESSO de manganês na água de Mogi é fenômeno natural, diz Cetesb. **G1 Mogi das Cruzes e Suzano**, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/mogi-das-cruzes-suzano/noticia/2015/12/excesso-de-manganes-na-agua-de-mogi-e-fenomeno-natural-diz-cetesb.html>>. Acesso em: 02 jul. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Águas de Lindoia, a capital termal do Brasil. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/conheca-aguas-de-lindoia-capital-termal-brasil/>> Acesso em: 23 jul. 2021

GRASSI, M. T. As águas do planeta Terra. Caderno Temático de Química Nova na Escola, ed. especial, maio de 2011. p. 31 – 40. Disponível em: <<file:///C:/Users/F%C3%A1tima/Downloads/aguas.pdf>> Acessado em: 25 mai. 2021.

JACOBI, P. R.; CIBIM, J.; LEÃO, R. S. Crise hídrica na macrometrópole paulista e respostas da sociedade civil. *Estudos Avançados*, v. 29, n. 84, p. 27-42, ago. 2015.

LINHARES, José – Bibliografia – Editora Guanabara, S.P – 1997.

MACÊDO, J.A.B. **Água & Águas**. 1.ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001, 503 p.

MARENGO, J. A. **Água e mudanças climáticas**. Estudos Avançados. 2008. 22 (63).

MEYER, Sheila. **O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública**. Disponível em: <  
<https://www.scielo.br/j/csp/a/pQy9fHxmbtW7Jx7BkxNjttp/?format=pdf&lang=pt>>  
Acesso em: 24 jun. 2021.

MIGLIORINI, R. B. **Cemitérios como fonte de poluição em aquíferos. Estudo do Cemitério Vila Formosa na Bacia Sedimentar de São Paulo**. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências da USP, São Paulo, 1994.

MMA/ANA, Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas. **GEO Brasil – Recursos Hídricos: Componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil**. MMA, ANA. Brasília, 2007. 264 p.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q.; **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Revista Saúde Pública 2002; 36(3):370-4.

MOREIRA, C. M. D. **Aspectos qualitativos da Água subterrânea no campus da UFSM**. 2005. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, PPGEC, Santa Maria. 2005.

NETO, L. C. **Gestão das águas no século XXI: Uma questão de sobrevivência**. Disponível em <http://www.fortec.edu.br/mkt/artigo3.pdf>. Acesso em 01 de junho de 2021.

PAIM, A. Aplicação do Carvão ativo no abrandamento da dureza na água de alimentação de caldeira. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2., 2010, Pelotas, RS. **Anai...** Campus Universitário, Pelotas, p. 1-3.

PRIZIBISCZKI, Cristiane. **Após 5 anos da crise de abastecimento, SP ainda busca alcançar segurança hídrica.** Cantareira, o mais afetado durante crise, recebe ações do projeto Semeando Água, que desenvolve atividades junto a produtores rurais visando aumentar resiliência do Sistema. [S.l.], 29 set. 2019. Disponível em: < <https://www.oeco.org.br/reportagens/apos-5-anos-da-crise-de-abastecimento-sp-ainda-busca-alcancar-seguranca-hidrica/>>. Acesso em: 01 mai. 2021.

PROFILL. Relatório Técnico 3 – Consolidação do Diagnóstico. Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí. Porto Alegre, 2011a.

QUINN, GERRY P. KEOUGH, MICHAEL J. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge University Press. p. 158-160, 2002.

REBOUÇAS, A. da C. Proteção dos Recursos Hídricos. **Revista de Direito Ambiental.** A. 8, n 32, out./dez. São Paulo, 2003. p 33-67.

RIBEIRO, W. da C. Oferta e estresse hídrico na Região Metropolitana de São Paulo. **Estudos avançados,** São Paulo, v.25, n.71, 2011.

RODWAN JR., J.G. **Bottled Water 2014: Reinvigoration, U.S and international developments and statistics, in Bottled Water Reporter, 2015.** p. 11-19. IBWA, International Bottled Water Association. Disponível em: <[www.bottledwater.org](http://www.bottledwater.org)>. Acesso em: 28 jun. 2021.

ROSA, G.; GAUTO, M.; GONÇALVES, F. **Química Analítica:** Práticas de laboratório – Porto Alegre: Bookman, 2013.

SANTOS, Jarbas R. dos. **Aspectos físico-químicos e metais pesados na água e sedimento do Rio Verruga no município de Vitória da Conquista – Ba.** 2007.

Dissertação (Mestrado) – Área de Concentração – Química Analítica. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. p. 38 e 62. Jequié – BA, 2007. Disponível

em: <[http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select\\_action=&co\\_obra=142026](http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=142026)> Acesso em 02 jun. 2021.

SELUCHI, Marcelo; NOBRE, Paulo. **Crise Hídrica, Estratégia e Soluções da**

**SABESP.** Para a Região Metropolitana da São Paulo. [S.l.], 30 abr. 2015. Disponível em: < [http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/crisehidrica/chess\\_crise\\_hidrica.pdf](http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/crisehidrica/chess_crise_hidrica.pdf)>.

Acesso em: 01 mai. 2021.

SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE) – 1987 – *Anuário*

*estatístico do estado de São Paulo, 1986.* São Paulo. FUNDAÇÃO SEADE. 583 p.

SILVA, Rita de Cassia Assis da; ARAUJO, Tânia Maria. Avaliação da Qualidade Bacteriológica e Físico-Química, Para Consumo Humano, da Água do Manancial Subterrâneo, Em Áreas Urbanas de Feira de Santana – Bahia – Brasil, 2000. In:

SORIANO, Érico; LONDE, Luciana. **Crise Hídrica em São Paulo sob o ponto de vista dos desastres.** Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/asoc/a/rqGhjC3WJ3qDgrtQPGMScLK/?lang=pt&format=pdf>>.

Acesso em: 01 mai. 2021.

SOUSA, R. **Espectrometria Atômica.** Universidade Federal de Juiz de Fora.

Juiz de Fora, Minas Gerais, 2011. Disponível em:

<<http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/07/Espectrometria-Atômica-TeoriaGeral-e-Aplicações.pdf>>. Acesso em: 11 jun. de 2021.

SPAROVEK, G.; VAN LIER, Q. J.; DOURADO NETO, D. **Computer assisted**

**Köppen climate classification: a case study for Brazil.** International Journal of Climatology, Chichester, v. 27, n. 2, p.257-266, 2007.

YOSHINAGA S. **Estudos hidrogeológicos, hidrogeoquímicos e isotópicos das águas minerais e termais de Águas de Lindóia e Lindóia, SP.** Dissertação de Mestrado. São Paulo –USP, 1990. 113 p.