

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

MURILLO GIRALDI MAGIOLI CADAN

**Análise comparativa das propriedades físico-químicas das águas do  
balneário municipal de Águas de Lindóia e de águas minerais  
comercializadas**

Lorena  
2020

MURILLO GIRALDI MAGIOLI CADAN

**Análise comparativa das propriedades físico-químicas das águas do  
balneário municipal de Águas de Lindóia e de águas minerais  
comercializadas.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Escola de Engenharia de Lorena da Universidade  
de São Paulo como requisito parcial para  
conclusão da Graduação do curso de Engenharia  
Química.

Orientadora: Profa. Dra. Jayne Carlos de Souza  
Barboza.

Versão original

Lorena  
2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado  
da Escola de Engenharia de Lorena,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Cadan, Murillo Giraldi Magioli  
Análise comparativa das propriedades físico  
químicas das águas do balneário municipal de Águas de  
Lindóia e de águas minerais comercializadas / Murillo  
Giraldi Magioli Cadan; orientadora Jayne Carlos de  
Souza Barboza. - Lorena, 2020.  
32 p.

Monografia apresentada como requisito parcial  
para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia  
Química - Escola de Engenharia de Lorena da  
Universidade de São Paulo. 2020

1. Águas de lindóia. 2. Características físico  
químicas. 3. Água mineral. I. Título. II. Barboza,  
Jayne Carlos de Souza, orient.

## **AGRADECIMENTOS**

À Professora Dra. Jayne Carlos de Souza Barboza, minha orientadora, pela oportunidade de desenvolver este trabalho, pela orientação e condução desta monografia para conclusão do curso. Muito obrigado pela gentileza, paciência, sugestões e conselhos.

Aos meus pais, Valéria e Fábio, e meu irmão, Matheus, os quais são pessoas muito importantes da minha vida. Muito obrigado pelo amor, carinho, educação, apoio, preocupação e pelos incentivos que me ajudaram durante a universidade.

À família Seragi e ao Diretor do Balneário Municipal de Águas de Lindóia, Eduardo Aparecido Pirani de Souza. Muito obrigado pelas contribuições, suporte e apoio para que essa monografia acontecesse.

A todos meus amigos do Centro Acadêmico de Engenharia Química (CAEQ), da república Mansão Hot Pocket, de toda a graduação e familiares pela motivação, carinho e estímulos constantes durante toda a minha graduação.

A todo o corpo docente da Escola de Engenharia de Lorena. Muito obrigado por contribuírem para minha formação e me capacitarem a realizar essa monografia.

A todos que contribuíram para que este trabalho pudesse ser realizado, meus sinceros agradecimentos.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Fonte São Roque.....25

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Composição físico-química de 6 amostras de águas comerciais, obtidas a partir do rótulo de cada uma delas.....	23
Tabela 2: Composição físico-química da água da fonte São Roque do Balneário Municipal de Águas de Lindóia/SP .....	23

## **RESUMO**

**CADAN, M. G. M. Análise comparativa das propriedades físico-químicas das águas do balneário municipal de Águas de Lindóia e de águas minerais comercializadas.** 2020. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

Águas de Lindóia é uma das estâncias hidrominerais do estado de São Paulo, famosa por suas águas com poderes terapêuticos, que foi o tema principal do presente trabalho, pela importância de suas águas termais, seu contexto histórico e as propriedades que a água dessa cidade tem. Para a pesquisa utilizou-se de uma análise comparativa de rótulos de águas minerais comercializadas e a água do Balneário Municipal, selecionando 6 amostras de águas comerciais e uma fonte do balneário para as análises comparativas do pH, temperatura, condutividade e radioatividade. Como resultado, foi possível observar que a água do balneário em comparação com as outras possui um pH e temperatura superiores, valores semelhantes aos que puderam ser identificados em estudos mais antigos. Com esse estudo, foi possível constatar que a água local sofreu poucas mudanças em suas características físico-químicas ao longo dos anos e que sua importância está relacionada ao conjunto de características que fazem parte da sua composição.

**Palavras-chave:** Águas de Lindóia. Características físico-químicas. Água mineral.

## **ABSTRACT**

CADAN, M. G. M. **Comparative analysis of the physicochemical properties of the waters of the municipal balneary of Águas de Lindóia and of mineral waters commercialized.** 2020. 32 p. Undergraduate final project (Chemical Engineering) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

Águas de Lindóia is one of the hydro-mineral resorts of the state of São Paulo, famous for its waters with therapeutic powers, which was the main theme of this work, for the importance of its thermal waters, its historical context and the properties that the water of this city has. For the research it was used a comparative analysis of labels of commercialized mineral waters and the water of the Municipal Spa, selecting 6 samples of commercial waters and a source of the spa for comparative analyzes of pH, temperature, conductivity and radioactivity. As a result, it was possible to observe that the water in the spa compared to the others has a higher pH and temperature, values similar to those that could be identified in older studies. With this study, it was possible to verify that the local water has undergone few changes in its physical-chemical characteristics over the years and that its importance is related to the set of characteristics that are part of its composition.

Key words: Águas de Lindóia. Physicochemical characteristics. Mineral water.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Contextualização .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2. Justificativa .....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Objetivo geral .....</b>	<b>12</b>
<b>1.4 Objetivos específicos .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Características físico-químicas da água .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.1 Radioatividade.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2 Turbidez .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.3 Condutividade e vazão.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.4 Ph .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.5 Temperatura .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Termalismo .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Águas de Lindóia .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.1. As águas .....</b>	<b>19</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Instrumento de coleta de dados .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Análise de dados .....</b>	<b>21</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1 Análise comparativa do pH .....</b>	<b>24</b>

<b>4.2 Análise comparativa da temperatura da água na fonte.....</b>	<b>24</b>
<b>4.3 Análise comparativa da condutividade .....</b>	<b>25</b>
<b>4.4 Análise comparativa da radioatividade .....</b>	<b>25</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Contextualização

Água é um composto líquido formado por 2 átomos de hidrogênio e 1 átomo de oxigênio, representado pelo fórmula H<sub>2</sub>O (BRASIL, 2014). Para ser usada no consumo, ela precisa ser considerada potável, definido por um conjunto de características especificadas pelo Ministério da Saúde, a partir da análise microbiológica, turbidez, concentração de substâncias, como o cloro e o pH (BRASIL, 2011). De acordo com a Resolução do Conama (BRASIL, 2014), existem três tipos de água, classificadas quanto à sua salinidade: salgada, salobra e doce.

Dentre as águas comercializadas, a que possui maior crescimento de vendas no Brasil é a água mineral, isso deve-se ao aumento da preocupação da população com a qualidade da água que ingerem (MORGANO et al., 2002). Esta pode ser caracterizada por ser obtida diretamente de fontes naturais ou extraída de águas subterrâneas. Possui um conteúdo constante e definido de sais minerais e a presença de oligoelementos e outros elementos (ANVISA, 2005).

Seu consumo pode ser associado a diversos benefícios no organismo, como o controle da nefrolitíase (REBELO, ARAUJO, 1999), o bicarbonato presente na sua concentração pode evitar doenças estomacais, gastrite, úlcera e ainda colaborar na digestão (DIAS et al., 2012).

Sua classificação é comumente realizada de acordo com o elemento predominante (RESENDE, PRADO, 2008), podendo também ser classificada quanto à composição química, conforme decreto-lei nº 7841, de 08/08/45 (BRASIL, 1945) e suas características físico químicas, como temperatura, pH, turbidez, condutividade elétrica e vazão (ZILMER et al., 2007). Tais características se relacionam com a potabilidade da água, tornando-a apta ou não para o consumo humano, o que torna seu estudo aprofundado de extrema importância.

Algumas cidades tornaram-se famosas por suas águas, como Águas de Santa Bárbara, Águas da Prata, Águas de Lindóia e Ibirá, pela qualidade e propriedades presentes na água. São estâncias hidrominerais do estado de São Paulo (APRECESP, 2020).

Águas de Lindóia é uma estância hidromineral localizada a 180 km da cidade de São Paulo, tem uma altitude média de 945 metros, ocupa um território de 60 km<sup>2</sup> e está situada na Serra da Mantiqueira.

Durante o século XVIII a região era conhecida como terra das “Águas quentes” porque os tropeiros e bandeirantes que por ali passavam em busca de descanso utilizavam das águas que “brotavam” da terra para tratamentos de feridas e problemas estomacais. Essas histórias chegaram até um médico da época, Dr. Francisco Tozzi (TOZZI, 1987), através de seu tio, o padre Henrique Tozzi, o qual teve seus eczemas curados através do uso das “Águas quentes”. Dessa forma, Dr. Tozzi, como era conhecido, dirigiu-se até a cidade e coletou amostras das águas para análise e foi constatado o seu “poder curativo” (DAHDAL, 2014).

A partir de então, Dr. Tozzi ganhou interesse pelas terras em questão e as adquiriu em um leilão, dando início às “Thermas de Lindóya”, atual Águas de Lindóia, em homenagem à Itália, sua terra natal e berço das águas medicinais (TOZZI, 1987).

Em 1926, durante a visita da Madame Curie ao Brasil, Dr. Tozzi a convidou para conhecer a cidade para estudar as águas de propriedades curativas. Na época, a cientista ficou impressionada pela quantidade de gases radioativos presentes nas fontes (TOZZI, 1987).

Dessa forma, Dr. Tozzi apresentou ao mundo os recursos termais encontrados em Águas de Lindóia, provando sua eficiência e eficácia quanto às suas propriedades, dando assim, o título de “Capital Termal do Brasil” à cidade (DAHDAL, 2014).

O termalismo, procedimento natural alternativo a tratamentos da medicina tradicional, o qual utiliza das águas medicinais para atingir a cura, passou a ser muito estudado e explorado na cidade a partir da construção do Balneário Municipal, aumentando o interesse de pesquisadores para compreender as propriedades presentes nas águas locais e sua radioatividade.

Numa pesquisa de 1990, Yoshinaga estudou as propriedades hidrogeológicas, hidrogeoquímicas e isotópicas das águas minerais e termais de Águas de Lindóia e Lindóia, SP, encontrou baixa mineralização com teor de sólidos totais dissolvidos (STD) em torno de 100mg/L, classificando-as como bicarbonatadas mistas e cárnicas, tipificando águas enriquecidas de elementos

provenientes dos processos de transformação de minerais silicatados de rochas de composição granítica.

Um outro estudo, de Silveira e Bonotto (1995) pesquisou o comportamento hidrogeoquímico dos isótopos de urânio em Águas de Lindóia (SP), mostrando que o urânio era consuzido na forma de complexos e que o modelo isotópico presente na literatura a respeito da prospecção hidrogeoquímicas de depósitos de urânio é adequado aos aquíferos estudados.

Partindo do cenário explanado, a atual pesquisa buscou comparar as características físico-químicas, de seis águas minerais comercializadas com as águas termais do Balneário Municipal de Águas de Lindóia.

## **1.2. Justificativa**

A escolha pela comparação entre as características físico-químicas das águas minerais comercializadas e as águas termais do Balneário Municipal de Águas de Lindóia, surgiu a partir de uma inquietação a respeito de tal importância que essas águas representam para a cidade no âmbito da saúde. Além de que, após uma busca prévia de artigos sobre o tema, foi constatado que o número de publicações é mínimo e muito antigo. Assim, o presente estudo justifica-se por buscar compreender a variedade das águas termais na cidade e suas características.

## **1.3 Objetivo geral**

O presente estudo busca apresentar a importância das águas termais de Águas de Lindóia através de uma análise comparativa de rótulos de seis águas minerais comercializadas e a água do Balneário Municipal de Águas de Lindóia.

## **1.4 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho baseiam-se na comparação de dados analíticos referentes às seguintes características de águas comercializadas frente à água de fonte do Balneário Municipal de Águas de Lindóia:

- a) pH na fonte das águas e suas peculiaridades;

- b) Temperatura das águas na fonte e suas peculiaridades;
- c) Radioatividade das águas na fonte e suas peculiaridades;
- d) Condutividade das águas e suas peculiaridades.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Características físico-químicas da água

A água, em geral, possui características físico-químicas peculiares que podem variar de acordo com a sua nascente e merecem ser estudadas a fundo. Dentre essas variáveis pode-se citar como principais: pH, turbidez, condutividade, vazão, temperatura e radioatividade (ZILMER et al., 2007).

#### 2.1.1 Radioatividade

Pode-se entender como radioatividade a presença de radionuclídeos na biosfera terrestre. É um fator que está presente em todos os ambientes, porém sua ação se intensifica próximo de fontes naturais (OLIVEIRA et al., 1998). Na água, a intensidade dessa característica é advinda dos minerais radioativos presentes nas rochas na qual se encontra a nascente (Szikszay, SAMPA, 1982). De acordo com o Código de Águas Minerais, do Decreto-Lei N° 7.841 de 8 de agosto de 1945, é possível dividir as águas radioativas em 3 categorias, que são:

- Fracamente radioativas, entre 5 e 10 unidades de mache por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão;
- Radioativas, entre 10 e 50 unidades de mache por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão, e;
- Fortemente radioativas, com teor maior que 50 unidades de mache por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão.

#### 2.1.2 Turbidez

A turbidez se relaciona à passagem de luz pela água e possui alta relação com a geologia do local (BRASIL, 2014), uma vez que se relaciona, na maior parte das vezes, ao acúmulo de matéria orgânica (ZILMER et al, 2007). É responsável por causar uma aparência desagradável à água, o que confere a ela um certo grau de perigo (SCURACCHIO, 2010).

### 2.1.3 Condutividade e vazão

A condutividade elétrica diz respeito à capacidade da água em transmitir corrente elétrica (BRASIL, 2014), e se relaciona com a temperatura da água em questão (CPRM, 2007). Na região de Águas de Lindóia e arredores, a condutividade possui valores entre 40 e 280 umho/cm, o que representa mineralização variada da região (Szikszay, Teissedre, 1978). Já por vazão, pode-se entender como o volume de água que é produzido. Nas fontes da cidade de Águas de Lindóia, a vazão média é de 3,74 L/s (Szikszay, Teissedre, 1978).

### 2.1.4 pH

O pH - ou potencial hidrogeniônico - é um dos principais fatores para definir as características físico-químicas, apresentando sua acidez ou alcalinidade (FILHO et al., 2016). De acordo com a Portaria Nº 2.914 do Ministério da Saúde, de 12 de dezembro de 2011, o pH é um dos fatores que determina a potabilidade da água - ela estará apta para consumo se seus valores de pH estiverem entre 6,0 e 9,5. Estudos demonstram que a ingestão de água alcalina pode ter diversos benefícios para o corpo, sendo o principal deles a melhora de refluxo esofágico (Koufman, Johnson, 2012), além de diminuição de doenças crônicas, maior biodisponibilidade de cálcio, dores musculares, dores de cabeça, assim como diversas outras melhorias listadas (MORAES, 2014).

### 2.1.5 Temperatura

A temperatura é um fator de grande importância para a análise físico-química da água, uma vez que a qualidade da mesma pode ser definida através da temperatura, além da sua capacidade de acelerar e/ou retardar a atividade biológica (BRAZ et al, 2015). Além disso, baixas temperaturas podem aumentar a sensibilidade, enquanto que altas temperaturas colaboram na digestão de alimentos (FILHO et al., 2016). Segundo o Código de Águas Minerais, é possível classificá-las, de acordo com a temperatura, tendo os seguintes grupos:

- Fria ( $T < 25^{\circ}\text{C}$ );
- Hipotermal ( $25^{\circ}\text{C} < T < 33^{\circ}\text{C}$ );

- Mesotermal ( $33^{\circ}\text{C} < T < 36^{\circ}\text{C}$ );
- Isotermal ( $36^{\circ}\text{C} < T < 38^{\circ}\text{ C}$ ), e;
- Hipertermal ( $T \geq 38^{\circ}\text{C}$ ).

De acordo com a presente classificação e a análise realizada no Balneário de Águas de Lindóia, observou-se que a temperatura da água nas fontes da cidade encontra-se na faixa de  $22^{\circ}\text{C}$  a  $28^{\circ}\text{C}$  (SZIKSZAY, TEISSEDRE, 1978), o que a caracteriza como água hipotermal. Além disso, é uma temperatura que não se encaixa nas médias encontradas em outros estudos, como realizado em Campina Grande - PB (FILHO et al., 2016) - as águas de Águas de Lindóia são mais quentes, em relação à Campina Grande -, o que confere, às mesmas, um caráter especial devido às propriedades benéficas associadas a essa característica.

## 2.2 Termalismo

Entende-se como termalismo o uso de águas termais visando prevenção, reabilitação, tratamento terapêutico ou bem-estar (TEIXEIRA, 2014). É um termo que comprehende as mais diversas maneiras que se possam utilizar a água mineral e a sua aplicação em tratamentos benéficos ao corpo humano (BRASIL, 2006).

“Termas” pode ser entendido como os locais onde emergem águas adequadas à prática do termalismo (TEIXEIRA, 2014). Esse significado deriva da época na qual os cidadãos romanos se baseavam na ideia de “mens sana in corpore sano”, e a partir dessa utilizavam de locais onde praticavam atividades visando um corpo saudável, os quais eram chamados de termas (FRANCO, 2017).

Obtém-se também um significado para o local onde são realizadas práticas terapêuticas que utilizam de águas minerais, ou também práticas de termalismo, conhecidos como “balneários” (HELLMANN, RODRIGUES, 2017).

Tais características do termalismo, assim como suas formas e locais de utilização, as práticas terapêuticas que derivam das propriedades das águas minerais, são utilizados por “termalistas”.

Águas com características específicas que as permitem ser classificadas como minerais, e dessa forma serem utilizadas na prática do termalismo, são encontradas em locais específicos: as chamadas “estâncias termais”.

Além das águas termais, tais estâncias apresentam condições naturais

para a manutenção da água, do turismo voltado para a cura que pode ser obtida através do termalismo, assim como estabelecimentos termais (TEIXEIRA, 2014). Isso justifica a existência de apenas 77 cidades catalogadas como termais, incluindo Brasil e Portugal. No Brasil, encontram-se 28 estâncias termais, divididas em 8 estados.

Sabe-se que o uso da água para fins terapêuticos é datado de épocas da antiguidade, tendo fontes que comprovam seu uso na Grécia Antiga e no Império Romano, como a primeira publicação científica sobre o assunto, de Heródoto (450 a.C.) (BRASIL, 2006).

A designação de termalismo, de acordo com Quintela (2004) só começa a ser usada no século XX e a descoberta de suas propriedades químicas tem relação com a descoberta da química por Lavoisier, no século XVIII.

O início do estudo sobre o assunto no Brasil, relacionado à parte medicinal e ao poder curativo das águas termais, é datado de 1839 - um trabalho redigido por Foggia, intitulado “Agoas Thermaes (Caldas) da província de Goyaz e seus maravilhosos efeitos para a cura da morpheia e outras enfermidades rebeldes de pelle”.

A partir da pesquisa realizada por Foggia (1893), o interesse sobre o assunto no país obteve crescimento considerável, tendo mais um trabalho publicado em 1841 por Antônio Maria de Miranda e Castro. Tal trabalho levantou um ponto que norteou toda a pesquisa seguinte sobre o termalismo - o da explicação científica de como realizar o uso das águas medicinais. A partir desse momento cresce o interesse pelo assunto, e o surgimento das cidades no país conhecidas como “balneárias”, que possuem sua economia voltada ao termalismo (MARRICHI, 2017).

Uma das ocorrências que fortaleceu o termalismo no país foi a criação, em 2006, do documento de Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares, que retoma o Termalismo Social e a Crenoterapia no âmbito da saúde pública (MARRINCHI, 2017).

Mesmo com a diminuição no número de visitantes com o tempo, principalmente devido ao aparecimento de drogas mais rápidas e eficazes em determinados tratamentos, que antigamente se baseavam quase que exclusivamente no termalismo (DAHDAL, 2014), ainda hoje diversas cidades são marcadas pelo seu turismo termal, à procura por formas alternativas de cura

continua presente. Isso ocorre principalmente nas cidades conhecidas historicamente por suas águas medicinais, como é o caso de Poços de Caldas, no estado de Minas Gerais, onde foi construído o primeiro “espaço balneário” no Brasil, e determinados serviços em suas fontes permanecem ativos (MARRICHI, 2017).

Outro balneário que data entre os primeiros construídos no país é o de Águas de Lindóia, no interior de São Paulo, cidade que possui fontes com águas radioativas, as quais já chegaram a ser estudadas por Marie Curie - ganhadora de dois prêmios Nobel, um de física e outro de química - no ano de 1926, em sua visita ao Brasil.

### **2.3 Águas de Lindóia**

Diversas cidades do Brasil são consideradas estâncias termais, as quais poderiam ser amplamente estudadas, porém, o presente trabalho dedicou-se ao estudo específico das águas de Águas de Lindóia, a Capital Termal do Brasil, a qual teve sua fundação datada de 2 de julho de 1916, e possui 18.705 habitantes, de acordo com a última estimativa realizada pelo IBGE (2019).

Consta como fundador da cidade o Sr. Francisco Antônio Tozzi, médico que iniciou o processo de exploração das águas, dando início à história termal do município, e que posteriormente recebeu diversos prêmios por sua atuação (SILVA, 2005, p. 79 e 81).

As propriedades medicinais das águas da cidade de Dr. Tozzi, como era chamado, começaram a ser divulgadas em 1915, quando o mesmo participou de uma conferência na Sociedade de Medicina e Cirurgia. A partir desta data pode-se considerar o crescimento exponencial da cidade: construção de local para engarrafamento de água mineral, de hotéis, chegando até ao reconhecimento internacional, em 1930 (SILVA, 2005, p. 80 e 81).

Geograficamente, o município, está localizado no metamorfito denominado gnaisse Amparo (SKIKSZAY, TEISSEDRE, 1978).

### **2.3.1. As águas**

A primeira análise realizada a respeito das características químicas das águas termais de Águas de Lindóia data de 1903. Os resultados do estudo não apontaram diversos dados, como por exemplo a radioatividade, porém, é possível através do mesmo concluir que nessa época já se utilizavam das águas como fonte de cura (SILVA, 2005, p. 139). A presente obra conta com análises realizadas e suas respectivas conclusões.

As águas das fontes localizadas no Balneário Municipal podem ser classificadas como bicarbonatadas, havendo fontes com água bicarbonatada cálcio-potássica, bicarbonatada magnesiana e bicarbonatada cárkeca (NEGRÃO, 2012).

Outro ponto importante a ser analisado é a temperatura das águas, que chega a 28°C, o que as caracteriza como fontes hipotermais (SKIKSZAY, TEISSEDRE, 1978). Isso se deve à profundidade na qual essas águas são produzidas.

Sobre o uso terapêutico das águas, a cidade, desde o início de sua história, se preparou para que o tratamento fosse realizado. Para esta demanda de espaços para ingestão, banhos e inalação dos gases, foram planejados locais para que tais atividades fossem realizadas. Havia, além disso, um protocolo que demandava uma estadia de 21 dias no município para realização eficaz de tal terapia (SILVA, 2005, p. 152 e 153).

De acordo com estudos realizados, as águas podem ser utilizadas no tratamento de moléstias como:

- a) Eczemas;
- b) Reumatismo;
- c) Artritismo;
- d) Arteriosclerose;
- e) Afecções das vias urinárias, estômago, fígado e intestinos;
- f) Doenças nas quais a diurese é recomendada (inflamações da bexiga, cistites, pielites, pielocistites, pielo-nefrites e piurias em geral) (SILVA, 2005, p. 155).

Diversos são os relatos de pacientes que realizaram os tratamentos com as águas termais e obtiveram melhora significativa, além de casos de cura completa. Um estudo de Resquioto, Alba e Taveira (2017) possui depoimentos de

pacientes que passaram por intervenções que incluíram o uso das águas termais. Dentre uma amostra de 30 pacientes atendidos, chama atenção os dados de que 10 obtiveram alta por cura e 13 continuam em tratamento, com melhora em 11 desses casos. Destaca-se o caso de um paciente de 51 anos que teve uma ferida cicatrizada, a qual estava aberta a cerca de cinco anos.

### 3 METODOLOGIA

Como o intuito dessa pesquisa, em particular, é apresentar a importância das águas termais de Águas de Lindóia através de uma análise comparativa de rótulos de 6 águas minerais comercializadas e a água do Balneário Municipal, foi adotada uma abordagem qualitativa, baseada em perspectivas construtivistas ou participativas, na qual o pesquisador coletará os dados não estruturados e emergentes (CRESWELL, 2003) e como metodologia de pesquisa foi utilizada a análise comparativa pois apresentou-se a mais fiel para a abordagem do tema e também para entender a importância da temperatura e do pH na água. Este método, segundo FACHIN (2001), é um instrumento que proporciona, aos pesquisadores, uma orientação geral facilitando o planejamento da pesquisa, a formulação de hipóteses e interpretação dos resultados.

Segundo Cervo e Bervian (2002) a análise comparativa não substitui a inteligência do pesquisador, uma vez que a metodologia, por si só, não consegue encontrar grandes hipóteses ou novas ideias, é preciso da reflexão do cientista para obter uma análise aprofundada. O método comparativo então, consiste em investigar e explicar coisas ou fatos, a partir de suas semelhanças ou suas diferenças, para detectar pontos em comum a ambos (FACHIN, 2001).

#### 3.1 Instrumento de coleta de dados

Para a coleta dos dados, buscou-se a composição química e físico-química de diversas águas comercializadas e do Balneário Municipal de Águas de Lindóia, organizando-os em uma tabela no software Microsoft Word 2016 com 2 páginas das informações obtidas, para, posteriormente, passá-los por um tratamento de dados, segundo Bardin (1977, 2011).

#### 3.2 Análise de dados

Para a análise dos dados obtidos, foi utilizada a técnica de análise de Conteúdo, a partir de Bardin (1977, 2011), a qual é um método investigativo,

utilizado tanto em pesquisa qualitativa, quanto em quantitativa, com um campo de atuação muito vasto.

Esse conjunto de técnicas é dividido em três etapas, pré-análise, descrição analítica e interpretação inferencial. A primeira é a fase na qual se organizam os dados obtidos, as informações a serem analisadas. A segunda funciona a partir de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, e a terceira, na interpretação inferencial, os resultados brutos são tratados para se tornarem significativos e válidos (BARDIN, 2011).

A partir da tabela no software Microsoft Word 2016 com 2 páginas das variadas águas comercializadas na região, foram selecionadas apenas as amostras que continham os critérios de inclusão pré-estabelecidos a priori, obtendo assim, seis amostras para a realização da análise comparativa.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a análise comparativa dos resultados de águas comerciais e das águas do balneário, foram selecionadas as informações de 6 amostras, como exposto na tabela 1.

Tabela 1: Composição físico-química de 6 amostras de águas comerciais, obtidas a partir do rótulo de cada uma delas.

Amostra	Cidade	Fonte	pH	T (° C)	Condutividade (μs/cm)	Radioatividade (mache)
1	Campos Do Jordão/Sp	Água Santa	7,36	17,9	143,5	9,79
2	Cotia/Sp	São Francisco	6,59	22,5	143,6	7,50
3	Lindóia/Sp	São José Nossa	6,7	23,3	204	9,18
4	Lindóia/Sp	Senhora Das Brotas	6,49	22,3	98,06	8,57
5	Lindóia/Sp	Ágata	6,17	22,0	98,7	7,38
6	Águas De Lindóia/Sp	Santa Isabel	6,36	21,0	80,1	11,41

Fonte: o autor.

Os resultados das águas do balneário estão dispostos a seguir, a partir de informações obtidas no próprio local, pelas análises feitas pelos profissionais responsáveis do estabelecimento.

As informações são a respeito das fontes Filomena, Madame Curie, São Roque e Beleza, sendo que todas elas apresentam os mesmos valores para os dados apresentados. No entanto, na tabela 2, que será utilizada para as comparações, são valores referentes à fonte São Roque.

Tabela 2: Composição físico-química da água da fonte São Roque do Balneário Municipal de Águas de Lindóia/SP.

pH	T (° C)	Condutividade (μs/cm)	Radioatividade (mache)
7,8	28,20	99	3,60

Fonte: o autor.

#### **4.1 Análise comparativa do pH**

Ao analisar os resultados expostos, verifica-se que o pH da água das amostras comerciais variou de 6,17 a 7,36 na fonte, frente aos 7,8 obtidos da amostra do Balneário, sendo este maior que todos os outros obtidos no presente estudo. Esse valor do pH classifica a água como alcalina, consequentemente, com maior concentração de sais minerais.

Um estudo de 1995 de SILVEIRA e BONOTTO mostra que os valores para as águas das fontes de Águas de Lindóia variavam de 6,80 a 7,30, sendo o valor da fonte São Roque de 7,8, uma pequena variação dos valores obtidos, indicando que essa propriedade varia pouco durante os anos. Tal variação pode estar relacionada à diferença de leitura de equipamento e condições de análise das amostras.

#### **4.2 Análise comparativa da temperatura da água na fonte**

A partir das informações, observa-se que a temperatura da água na fonte das seis amostras obtidas variou de 17,9 a 23,3 °C e as águas do Balneário Municipal apresentaram uma temperatura média de 28°C. Especificamente na fonte São Roque, constatou-se temperatura de 28,2°C. Essa temperatura classifica-a como hipotermal.

Estudos datados de 1978 de Szikszay e Teissedre mostram que esse valor obtido atualmente foi o mesmo, no estudo de Silveira e Bonotto (1995).

A razão mais provável para essa elevada temperatura pode estar relacionada ao gradiente geotérmico das urgências dessas fontes. Levanta-se essa hipótese, que não é possível comprová-la, pelo fato de que o Balneário foi construído sobre os grifões (SZIKSZAY, TEISSEDRE, 1978), esse valor obtido também indica que as águas sofrem pouca ou nenhuma influência da temperatura ambiente.

As águas de Águas de Lindóia encontram-se na litologia quartizito (YOSHINAGA, 1990) o que favorece a circulação de águas subterrâneas. As águas do balneário são uma mistura de águas subterrâneas com águas superficiais do aquífero (Figura 1).

Figura 1: Fonte São Roque



Fonte: SIGEP (2007)

#### **4.3 Análise comparativa da condutividade**

Quanto ao resultado obtido sobre a condutividade, os valores das águas comerciais variaram de 80,1 a 204  $\mu\text{S}/\text{cm}$  na fonte, e o valor da fonte São Roque foi de 99  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . A medida expressa a capacidade da água em conduzir corrente elétrica e também pode ser relacionada a quantidade de sais minerais e outros íons dissolvidos no meio aquoso. Quanto maior a quantidade de íons dissolvidos, maior a condutividade da água (ARAÚJO et al., 2011; SILVA FILHO, 2016).

Segundo Yoshinaga (1990) as fontes provenientes de quartzito, como as do Balneário estudadas, tendem a ter um valor de condutividade menor e essa questão pode ser observada no estudo de Silveira e Bonotto (1995), em que se pode verificar a presença de cátions e ânions dissolvidos na água.

Na fonte São Roque, o teor mais elevado de cátion dissolvido foi de cálcio, 11,66 mg/L e dentre os ânions, teve por destaque o valor de bicarbonato, 54 mg/L. O valor total de sólidos totais dissolvidos foi 74,54 mg/L (SILVEIRA; BONOTTO, 1990).

#### **4.4 Análise comparativa da radioatividade**

Para os valores da radioatividade na fonte a 760 mm de Hg, os valores obtidos nas amostras comerciais variaram de 7,38 a 11,41 mache. A radioatividade da água do Balneário teve o valor de 3,60 mache.

Esse valor obtido é o considerado atualmente, no entanto, a divulgação de informações a respeito vem se alterando ao longo dos estudos, uma vez que, segundo a história, os primeiros dados obtidos indicavam que a água do Balneário

tinha uma radioatividade de 3.179 mache e, ao longo dos anos, esse valor foi sofrendo alterações. No estudo de Szikszay e Teissedre (1978), o valor da radioatividade era de 3,6 mache, no artigo de Silveira e Bonotto (1995), a radioatividade foi de 11,52 mache, todas da fonte São Roque.

Essa mudança ao longo dos anos, principalmente o primeiro valor obtido, 3.179 mache, pode dever-se à mudança de sinais, como por exemplo, a troca do uso do ponto, pela vírgula, para se expressar o valor obtido.

A radioatividade das águas do Balneário é proveniente da desintegração dos elementos Rádio 226 e Urânio, presentes nas rochas, em gás radônio 222, complexos de Urânio (SILVEIRA, BONOTTO, 1995; NEGRÃO, 2012) e Tório.

## 5 CONCLUSÃO

Em relação ao pH das águas comparadas, a água do Balneário Municipal mostrou ter o maior valor, em torno de 7. Quanto à temperatura, constatou-se que as águas do Balneário Municipal possuem o valor de 28,2º C, bem acima da média das demais águas comparadas.

Com referência à condutividade, foram obtidas informações de composição química da água, a qual não pode ser analisada com dados atualizados, por falta de informações. O valor da radioatividade das águas do Balneário mostrou-se muito discrepante no decorrer do tempo. Tal discrepância tão significativa, provavelmente está relacionada a um equívoco de interpretação gráfica dos dados.

Assim, os achados desta pesquisa conduzem a reflexão sobre qual seria a principal característica encontrada nas águas do Balneário Municipal de Águas de Lindóia. No entanto, após a conclusão desta pesquisa e em sincronia com as informações obtidas junto ao Diretor do balneário, pode-se compreender que não é apenas uma característica físico-química que faz a água se destacar e apresentar tantos empregos na área da saúde, mas sim um conjunto de características e elementos químicos nela presentes, principalmente a quantidade de oxigênio, que a faz ser tão especial e tão utilizada nas variadas finalidades.

Desta maneira, estudos mais aprofundados e uma atualização nos dados de análises das águas do Balneário se fazem de extrema importância, uma vez que estas águas desempenham um papel relevante em diversas áreas. Esses novos estudos auxiliariam em uma melhor compreensão e evidenciariam quais são suas principais características físico-químicas e a composição química, com dados atualizados, das águas em questão.

## REFERÊNCIAS

APRECESP, **Associação das Prefeituras das Cidades Estância do Estado de São Paulo.** Disponível em: <<http://aprecesp.com.br/>>. Acesso em 14 de Junho de 2020.

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.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: edições 70, 1977.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 10 ed. Lisboa: edições 70, 2011.

BRASIL. **Decreto-lei N°. 7.841 de 8 de agosto de 1945. Código de Águas Minerais.** Rio de Janeiro, 8 de agosto de 1945, 124º da Independência e 57º da República.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 274, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para águas envasadas e gelo.** D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria N° 2.914, de 12 de dezembro de 20011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Brasília, 2011.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS /** Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares de Saúde no SUS – PNIPC - SUS;** 2006. Disponível em: <http://dtr2004.saude.gov.br/dad/documentos/pnpic.pdf>

BRAZ, A. S. et al. **Caracterização físico-química de águas minerais comercializadas no município de Campina Grande-PB.** In.: FEIRA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA – FEBRACE, 13., 2015, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, 2015.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Manual Medição in loco: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido.** Versão maio 2007. Belo Horizonte: CPRM, 2007.

CRESWELL, J. W., **Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches.** 2. ed. SAGE Publications, 2003.

DAHDAL, A. B. **Termas de Águas de Lindóia: Uma Visão Contemporânea dos Usuários sobre o Balneário nos Aspectos Termal e Turístico.** Dissertação (Mestrado em Saúde, Interdisciplinaridade e Reabilitação, área de concentração Interdisciplinaridade e Reabilitação) – Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2014.

DIAS, A. M.; DUBOW, M.; CARDOSO, I. P.; SUZUKI, L. E. A. S.; FARIA, L. C.; MILANI, I. C. B. **Características físico-químicas de águas minerais das regiões Sul e Sudeste do Brasil.** 21º Congresso de Iniciação Científica. 4ª Mostra Científica. Universidade Federal de Pelotas, 2012.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia.** São Paulo: Saraiva. 2001.

FILHO, E. D. S.; BRAZ, A. S.; CHAGAS, R. C. O. **Avaliação dos parâmetros físico-químicos de águas minerais comercializadas no município de Campina Grande - PB.** Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, nº 30. João Pessoa, setembro 2016.

FRANCO, A.C. **De núcleos de cura a destinos turísticos: a origem do termalismo e o desenvolvimento das estâncias hidrominerais na Europa.** Termalismo e Crenoterapia no Brasil e no Mundo. Editora Unisul, 2017, 35-54.

HELLMANN, F; RODRIGUES, D. M. O. **Termalismo e Crenoterapia no Brasil e no Mundo.** Editora Unisul, 2017. Pág. 7.

KOUFMAN, J. A.; JOHNSON, N. **Potential Benefits of pH 8.8 Alkaline Drinking Water as an Adjunct in the Treatment of Reflux Disease.** Ann Otol Rhinol Laryngol 2012 Jul;121(7):431-4. doi: 10.1177/000348941212100702.

MARRINCHI, J. M. O. **O Termalismo no Brasil: história, ciência e memória entre 1839 e 1950.** Termalismo e Crenoterapia no Brasil e no Mundo. Editora Unisul, 2017, 76-100.

MORAES, V. A. M. **Água Alcalina: Questão Fundamental.** Revista Saúde Quântica / vol. 3 - nº 3 / jan-dez 2014.

MORGANO, M. A.; SCHATTI, A. C.; ENRIQUES, H. A.; MANTOVANI, D. M. B. **Avaliação físico-química de águas minerais comercializadas na região de Campinas, SP.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 22(3): 239-243, set.-dez., 2002.

NEGRÃO, S. G. **Determinação dos Isótopos Naturais de Rádio de Meias-Vidas Longas, Ra-226 e Ra-228, em Águas Minerais Utilizadas nos Balneários de Caxambu (MG) e Águas de Lindóia (SP).** Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações). São Paulo, 2012.

OLIVEIRA, J. **Determinação dos Níveis de Radioatividade natural nas águas utilizadas para abastecimento público no estado de São Paulo.** Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações. São Paulo, 1998.

**QUINTELA, M. M. Saberes e práticas termais: uma perspectiva comparada em Portugal (Termas de S. Pedro do Sul) e no Brasil (Caldas da Imperatriz).** História, Ciências, Saúde - Manguinhos, vol. 11 (suplemento 1): 239-60, 2004.

**REBELO, M. A. P.; ARAUJO, N. C. Águas minerais de algumas fontes naturais brasileiras.** Rev Ass Med Brasil 1999; 45(3): 255-60.

**RESENDE, A.; PRADO, C. N. Perfil microbiológico da água mineral comercializada no Distrito Federal.** SaBios: Rev. Saúde e Biol., v.3, n.2, p.16-22, Jul-Dec, 2008.

**RESQUIOTO, H. E.; ALBA, G. G. M.; TAVEIRA, D. J. Termalismo social em Águas de Lindoia: relato de experiência.** Termalismo e Crenoterapia no Brasil e no Mundo. Editora Unisul, 2017, 264-270.

**SCURACCHIO, P. A. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos - SP.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição como requisito para obtenção do título de Mestre. Araraquara, 2010.

SIGEP - COMISSÃO BRASILEIRA DE SÍTIOS  
PALEOBIOLÓGICOS GEOLÓGICOS E  
PALEOBIOLÓGICO PROPOSTA DE SÍTIO GEOLÓGICO  
ou  
**PALEOBIOLÓGICO DO BRASI: Fontes Hipotermais de Águas de Lindóia, SP.**  
2007. Disponível  
em:  
[http://sigep.cprm.gov.br/propostas/Aguas\\_de\\_Lindoia\\_SP.htm](http://sigep.cprm.gov.br/propostas/Aguas_de_Lindoia_SP.htm)

**SILVA, J. P. C. Guia Histórico de Águas de Lindóia - Os índios, os tropeiros, o médico italiano e o que aconteceu depois.** Campinas, SP: Editora Átomo, 2005, 79-81, 139, 152-153, 155.

SILVA FILHO, Edmilson Dantas; BRAZ, Airton Silva; OLIVEIRA CHAGAS, Renalle Cavalcante. Avaliação dos parâmetros físico-químicos de águas minerais comercializadas no município de Campina Grande – PB. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, [S.I.], n. 30, p. 9-17, set. 2016. ISSN 2447-9187. Disponível em:  
<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/182>. Acesso em: 01 Jul. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n30p9-17>.

**SILVEIRA, E. G., BONOTTO, D. M. Comportamento hídrggeoquímico dos isótopos de urânio em águas de lindóia (sp), brasil.** Revista Brasileira de Geociências, 09/1995, 165-172.

**SKIKSZAY, M.; SAMPA, M. H. O. Variação de Radioatividade nas Águas de Fontes da estância de Águas da Prata.** Boletim IG, Instituto de Geociências, USP, v. 13: 25 - 42, 1982.

SKIKSZAY, M; TEISSEDRE, J. **Análise Hidrogeoquímica Preliminar das Fontes da Região de Águas de Lindóia.** Revista Brasileira de Geociências volume 8, 1978.

TEIXEIRA, F. **O Termalismo na Região Centro.** Bol Soc Esp Hidrol Méd 2015, Vol. 30, Núm. 2, 135-170, 2014.

TOZZI M. **A Cidade das Águas Azuis.** 1987. 1º edição editora Niterói-RJ.

YOSHINAGA, S. **Estudos hidrogeológicos, hidrogeoquímicos e isotópicos das águas minerais e termais de Águas de Lindóia e Lindóia, SP.** 1990. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - Instituto de Geociências, University of São Paulo, São Paulo, 1990. doi:10.11606/D.44.1990.tde-15052014-114714. Acesso em: 2019-10-17.

ZILMER, T. A.; VARELLA, R. F.; ROSSETE, A. N. **Avaliação de Algumas Características Físico-químicas da água do Ribeirão Salgadinho, Nova Xamantina - MT.** HOLOS Environment, v.7 n.2, 2007 - p. 124.