

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA - CCET  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA – DEQUI  
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA**

**KÊNIA VICTÓRIA PEREIRA ABDALA**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DE ÁGUAS  
SUBTERRÂNEAS PARA CONSUMO HUMANO EM COMUNIDADES DO  
MUNICÍPIO DE TIMBIRAS-MA**

São Luís  
2022

**KÊNIA VICTÓRIA PEREIRA ABDALA**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DE ÁGUAS  
SUBTERRÂNEAS PARA CONSUMO HUMANO EM COMUNIDADES DO  
MUNICÍPIO DE TIMBIRAS-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto à Coordenação de Química Licenciatura da Universidade Federal do Maranhão/UFMA como requisito para obtenção do Título de Graduada em Química Licenciatura.

Orientador: Prof. Dr. Gilvan de Oliveira Costa Dias.

São Luís  
2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Abdala, Kênia Victória Pereira.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DE ÁGUAS  
SUBTERRÂNEAS PARA CONSUMO HUMANO EM COMUNIDADES DO  
MUNICÍPIO DE TIMBIRAS-MA / Kênia Victória Pereira Abdala.  
- 2022.

41 p.

Orientador(a): Gilvan de Oliveira Costa Dias.

Monografia (Graduação) - Curso de Química, Universidade  
Federal do Maranhão, Universidade Federal do Maranhão,  
2022.

1. Água subterrânea. 2. Bacteriológica. 3. Físico-  
química. 4. Timbiras-MA. I. Dias, Gilvan de Oliveira  
Costa. II. Título.

**KÊNIA VICTÓRIA PEREIRA ABDALA**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DE ÁGUAS  
SUBTERRÂNEAS PARA CONSUMO HUMANO EM COMUNIDADES DO  
MUNICÍPIO DE TIMBIRAS-MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto à Coordenação de Química Licenciatura da Universidade Federal do Maranhão/UFMA como requisito para obtenção do Título de Graduada em Química Licenciatura.

Orientador: Prof. Dr. Gilvan Oliveira Costa Dias.

**Aprovada em 29 / 07 / 2022.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Gilvan de Oliveira Costa Dias - UFMA**

---

**Profa. Dra Janyeid Karla Castro Sousa- UFMA**

---

**Profa. Dra. Joselene Ribeiro de Jesus Santos - UFMA**

À JESUS CRISTO,  
Meu Amor Eterno,  
Meu Senhor e Salvador,  
Fonte de vida plena,  
Maravilhoso,  
Conselheiro,  
DEUS Forte,  
Pai da Eternidade,  
Príncipe da Paz!

## AGRADECIMENTOS

À DEUS toda Honra, Glória, Louvor, meu amor, por me conceder a vida, pela oportunidade de conhecê-Lo, me amar e por me tornar Sua filha em CRISTO JESUS.

Aos meus pais, Victoriano Abdala (in memoriam) e Eliuza Abdala, pela dedicação e compromisso e amor.

À minha queridíssima avó Ercília Cassiano por sua extrema paciência, carinho e por ter me apresentado o SENHOR e SALVADOR JESUS CRISTO. E a toda minha família, tios (Benjamin, Elismar e Eliuma), irmãs (Smênia e Laíse), primos (Eliene, Marcos, Ruy, Rafaela, Alan, Patrícia, Slanne Ilanne), meus sobrinhos (Agnes, João Pedro e Larissa).

À minha irmã em CRISTO, Eretusa de Oliveira, pela liderança e companheirismo na caminhada com CRISTO. E também à minha irmã em CRISTO, Roseana Ribeiro por toda sua ajuda e parceria na caminhada cristã.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Gilvan Dias por toda sua atenção e empenho para execução deste trabalho.

À Daniel e Isael, amigos que sempre acrescentaram em minha jornada na química.

Ao meu amigo Igor, secretário da Coordenação do curso de Licenciatura em Química da UFMA, por toda gentileza e disponibilidade em atender-me sempre que precisei.

À Profa. Dra. Adenilde Mouchrek pelo apoio na realização deste trabalho.

Também agradeço ao meu Tio Benjamin, à equipe da Vigilância Sanitária de Timbiras-MA (na pessoa do Sr. Jair e Bruno Caldas) e à equipe da Secretaria de Infraestrutura, Urbanismo e Serviço Público de Timbiras-MA, por me ajudarem nas coletas das amostras de águas.

Agindo DEUS ninguém pode impedir!

**(Isaías 43:13)**

## RESUMO

### ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA CONSUMO HUMANO EM COMUNIDADES DO MUNICÍPIO DE TIMBIRAS-MA

O município de Timbiras-MA fica localizado na região dos Cocais, especificamente na mesorregião do Leste maranhense, possui uma vasta área hidrográfica, tendo como principal abastecimento de água o Rio Itapecuru, ou seja, uma fonte superficial. Seu subsolo é rico em matéria orgânica, sedimento argiloso, arenoso, etc. Recentemente têm sido feitos vários Poços Artesianos que são Sistemas de Abastecimento de Água (SAA) em povoados e na sede do município, sendo este tipo de fonte, abastecimento por água subterrânea, que este trabalho vem contemplar. Foram realizadas análises físico-química e bacteriológica em cinco SAAs, a saber, as primeiras em água subterrâneas que abastecem comunidades. Vale ressaltar que foram feitas análises em dois poços que foram tentativas de serem SAAs, mas não se enquadraram na viabilidade de ter um tratamento de água viável para o município de Timbiras-MA. A metodologia utilizada foi através de levantamento histórico-geográfico do município de Timbiras-MA, com pesquisa de campo, coleta de amostras de água subterrâneas em localidades específicas e envio para o laboratório de Microbiologia do Programa de Controle de Qualidade de Alimentos e Água (PCQA) para análises. Ver-se uma água subterrânea com excelente potencial para abastecimento populacional, pois muitos parâmetros da água bruta mesmo sem tratamento estão de acordo com a PORTARIA GM-MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. Este estudo tem caráter bem relevante, pois abrange a qualidade da água para consumo humano em comunidades timbirenses.

**Palavra-chave:** água subterrânea, físico-química, bacteriológica, Timbiras-MA

## ABSTRACT

### PHYSICO-CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL ANALYSIS OF GROUNDWATER FOR HUMAN CONSUMPTION IN COMMUNITIES IN THE MUNICIPALITY OF TIMBIRAS-MA

The municipality of Timbiras-MA is located in the Cocais region, specifically in the eastern mesoregion of Maranhão, has a vast hydrographic area, with the Itapecuru River as its main water supply, that is, a surface source. Its subsoil is rich in organic matter, clayey, sandy sediment, etc. Recently, several Artesian Wells that are Water Supply Systems (SAA) have been made in villages and in the municipality's headquarters, being this type of source, underground water supply, which this work comes to contemplate. Physical-chemical and bacteriological analyzes were carried out in five SAAs, namely, the first in groundwater that supply communities. It is worth mentioning that analyzes were carried out in two wells that were attempts to be SAAs, but did not fit the feasibility of having a viable water treatment for the municipality of Timbiras-MA. The methodology used was through a historical- geographical survey of the municipality of Timbiras-MA, with field research, collection of groundwater samples in specific locations and sending them to the Microbiology laboratory of the Food and Water Quality Control Program (PCQA) for analysis. To see groundwater with excellent potential for population supply, as many parameters of raw water, even without treatment, are in accordance with ORDINANCE GM-MS Nº 888, OF MAY 4, 2021. This study has a very relevant character, as it covers the quality of water for human consumption in Timbiran communities.

**Keywords:** groundwater, physical-chemical, bacteriological, Timbiras-MA

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Localização do Município de Timbiras – MA .....	18
<b>Figura 2:</b> Estação de Tratamento da CAEMA Timbiras-MA .....	19
<b>Figura 3:</b> SAA do Povoado Morro Branco.....	24
<b>Figura 4:</b> Torneira/cavalete de poço .....	25
<b>Figura 5:</b> SAA do Povoado Cachoeira.....	25
<b>Figura 6:</b> SAA do Povoado Flores .....	26
<b>Figura 7:</b> SAA do Povoado Jacaré do Acelino: 40 residências abastecidas.....	26
<b>Figura 8:</b> SAA do Povoado Santa Vitória: 35 residências abastecidas.....	27
<b>Figura 9:</b> Poço do Povoado Melancia .....	27
<b>Figura 10:</b> Foto ilustrativa de um Bailer (à esquerda) e Coleta no povoado Melancia (à direita) .....	28
<b>Figura 11:</b> Poço do Bairro Anjo da Guarda.....	28

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Parâmetros Físico-Químicos e Métodos utilizados para análises das amostras água / Timbiras - MA .....	22
<b>Tabela 2:</b> Parâmetros Bacteriológicos e Método utilizado para análises das amostras de água/ Timbiras - MA .....	24
<b>Tabela 3:</b> Amostra 1 – SAA Poço Artesiano Povoado Morro Branco.....	29
<b>Tabela 4:</b> Amostra 2 – SAA Poço Artesiano Povoado Cachoeira .....	29
<b>Tabela 5:</b> Amostra 3 – SAA Poço Artesiano Povoado Flores .....	30
<b>Tabela 6:</b> Amostra 4 – SAA Poço Artesiano Povoado Jacaré do Acelino .....	30
<b>Tabela 7:</b> Amostra 5 – SAA Poço Artesiano Povoado Santa Vitória .....	31
<b>Tabela 8:</b> Amostra 6 – Poço Artesiano Povoado Melancia .....	31
<b>Tabela 9:</b> Amostra 7 – Poço Artesiano Bairro Anjo da Guarda .....	32

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Gráfico comparativo do pH dos pontos de coleta.....	33
<b>Gráfico 2:</b> Gráfico comparativo da Turbidez dos pontos de coleta .....	33
<b>Gráfico 3:</b> Gráfico comparativo da cor dos pontos de coleta .....	34
<b>Gráfico 4:</b> Gráfico comparativo da Ferro dos pontos de coleta.....	34
<b>Gráfico 5:</b> Gráfico comparativo dos Cloretos dos pontos de coleta .....	35
<b>Gráfico 6:</b> Gráfico comparativo do Ca, Mg e Dureza Total dos pontos de coleta .....	36
<b>Gráfico 7:</b> Gráfico comparativo da Condutividade dos pontos de coleta .....	36
<b>Gráfico 8:</b> Gráfico comparativo da Alcalinidade ( $\text{CO}_3^-$ , $\text{HCO}_3^-$ e Total) dos pontos de coleta.....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ANA** – Agência Nacional de Águas

**CAEMA** - Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhã

**CPRM** – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

**Nc** - Não contabilizável

**NMP**- Número Máximo Permitido

**pH** - Potencial Hidrogeniônico

**PCQA** - Programa de Controle de Qualidade de Água e Alimentos

**PORTARIA GM/MS 888/21** - Portaria do Gabinete do Ministro/ Ministério da Saúde de 04 de Maio de 2021

**SAA** - Sistema de Abastecimento de Água

**SIAGAS** – Sistemas de Informações de Águas Subterrâneas

**SNIS** - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

**UFMA** - Universidade Federal do Maranhão

**U.T** – Unidade de Turbidez

**µS/cm** – micro-Siemens por centímetro

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1. Objetivo Geral .....	16
2.2. Objetivos Específicos.....	16
<b>3. DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>17</b>
3.1 Panorama geral do município Timbiras-MA .....	17
3.1.1 História .....	17
3.1.2 Geografia, Hidrologia, Geomorfologia e Cobertura vegetal .....	17
3.2 CAEMA, SAAs e Poços de Timbiras-MA .....	19
3.3 Qualidade da água para consumo humano e Parâmetros de Potabilidade analisados.....	19
3.3.1. Parâmetros Físico-Químicos: .....	20
3.3.2. Parâmetros Bacteriológicos:.....	21
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>21</b>
4.1 Coletas das Amostras de água.....	24
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas se apresentam como notável fonte de abastecimento devido à menor vulnerabilidade aos agentes poluidores, reduzidos custos de captação, adução e, geralmente, prescinde de tratamento devido à potabilidade da água estar em concordância com padrões consumo humano; além de menor potencial de impacto ambiental sobre os mananciais. Assim, a água subterrânea é reconhecida como alternativa viável aos usuários e tem apresentado uso crescente nos últimos anos, como demonstra o quantitativo do uso dos mananciais subterrâneos em relação aos rios e lagos. Além do mais, o maior interesse pelo uso da água subterrânea decorre do desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias que promovam uma melhoria na produtividade dos poços e aumento da vida útil de exploração desses recursos (ABDALLA et al., 2011).

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA, 2007), o Brasil é o país com a maior disponibilidade hídrica do mundo, aproximadamente 12%, que soma algo como 1,5 milhão de m<sup>3</sup>/s. No Estado do Maranhão, o uso múltiplo da água é distribuído da seguinte forma: aproximadamente 50% humana urbana, 16% humana rural, 5% industrial, 11% irrigação e 17% animal.

O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) considera que o número de poços perfurados cadastrados no Brasil aumentou 56,5% entre 2008 e 2013, em especial pela inclusão de dados do Maranhão, estado que alcançou 13.558 unidades, de um total de 476.960 poços perfurados em todo Brasil (ANA, 2013).

Os índices de saneamento no Brasil apresentaram melhoras nos últimos anos, de acordo com dados do Ministério das Cidades. Mas ainda apresentam uma cobertura heterogênea de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Para o ano de 2019, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS apresentou um índice médio de atendimento urbano por rede de água no estado do Maranhão variando de 60% a 80%, porém o índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos varia de 10 a 20% (BRASIL, 2019). Esse estudo do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) apresenta ainda que o estado do Maranhão possui uma média de per capita de consumo de água entre 2017 a 2019 de 139,5 L/hab/dia, enquanto no Brasil a média destes três anos de 154,1 L/hab.dia.

Segundo Carvalho (2005) a qualidade química da água subterrânea, depende da quantidade e tipos de sais que compõem o solo pelo qual percola essa água, além da fonte de recarga dessa água, velocidade do fluxo subterrâneo e do clima da região. E ressalta-se que quanto maior o índice pluviométrico maior, há uma recarga mais constante do aquífero e assim uma maior diluição dos sais na água subterrânea devido à renovação dessa água. Essa qualidade também está relacionada às ações humanas.

A potabilidade da água está condicionada aos parâmetros delimitados pela PORTARIA GM/MS 888/21, podendo ser in natura ou, tornando-se potabilizável através de tratamentos adequados em sua forma bruta. O enfoque no controle de qualidade da água justifica-se devido à possibilidade de caracterização para conhecimento, dada à necessidade de tratamento dessa água desde o manancial até o consumo humano, através de um monitoramento da presença de bactérias, também metais pesados e agrotóxicos que estes não são removíveis em processos de tratamento convencionais. (BRASIL, 2006)

No município de Timbiras-MA a zona urbana em sua maior parte a água utilizada para consumo humano é superficial, advinda do Rio Itapecuru. Em alguns locais da zona rural a água é de poços tubulares profundos (estes que serão frisados neste trabalho), ou seja, água subterrânea, estes poços em sua maioria foram recém-construídos pela prefeitura municipal para abastecer a comunidade, de modo geral a população de povoados se abastecem de poços cacimbas de residências individuais ou de riachos que se agregam em algumas localidades.

Esse estudo agrega o valor de ser o primeiro na obtenção de laudos de Sistemas de Abastecimento de Água (SAAs) através de poços (águas subterrâneas) que abastecem várias comunidades de Timbiras-MA, totalizando 07 localidades. Abrangendo análises físico-química e bacteriológica de cinco SAAs (poços com rede de distribuição) de comunidades/povoados timbirenses (Morro Branco, Cachoeira, Flores, Jacaré do Acelino e Santa Vitória) bem como dois pontos de coletas em poços tubulares construídos para serem SAAs, mas que se encontram inativos, uma vez que apresentam água imprópria para consumo humano e seu tratamento ser inviável, em virtude de perda de vazão e alto custo financeiro para o município.

## **2.OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a qualidade da água subterrânea de alguns poços tubulares profundos (zona rural e zona urbana) que abastecem comunidades no município de Timbiras-MA, que é utilizada para consumo humano.

### **2.2 Objetivos Específicos**

a) Apresentar de forma generalizada os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, de Sistemas de Abastecimento de Água (SAAs) e Poços feitos pelo órgão municipal em alguns povoados e Sede da cidade de Timbiras-MA;

b) Discutir os parâmetros fora do Padrão de Potabilidade de cada amostra de água de Sistemas de Abastecimento de Água (SAAs) e Poços feitos pelo órgão municipal em alguns povoados e Sede da cidade de Timbiras-MA;

c) Utilizar os dados de cada análise para comparar os parâmetros físico-químicos da água de Sistemas de Abastecimento de Água (SAAs) e Poços feitos pelo órgão municipal em alguns povoados e Sede da cidade de Timbiras-MA.

### **3.DESENVOLVIMENTO**

#### **3.1 Panorama geral do município Timbiras-MA**

##### **3.1.1 História**

O Município de Timbiras-MA primeiramente foi chamado de Vila dos Urubus em meados de 1800, e era pertencente ao Município de Codó.

No final do século XIX houve mudança de Vila para Povoado Monte Alegre, e na segunda década de 1900, almejava-se a emancipação devido ao crescente aumento da população, da produção e do comércio. Então o processo de autonomia concretizou-se pelo Projeto nº40 do Congresso Estadual, publicado no Diário oficial Nº70 de 27/03/1920: “Lei nº921, 05 de abril de 1920, eleva à categoria de Villa e constitui em Município a povoação Monte Alegre.”

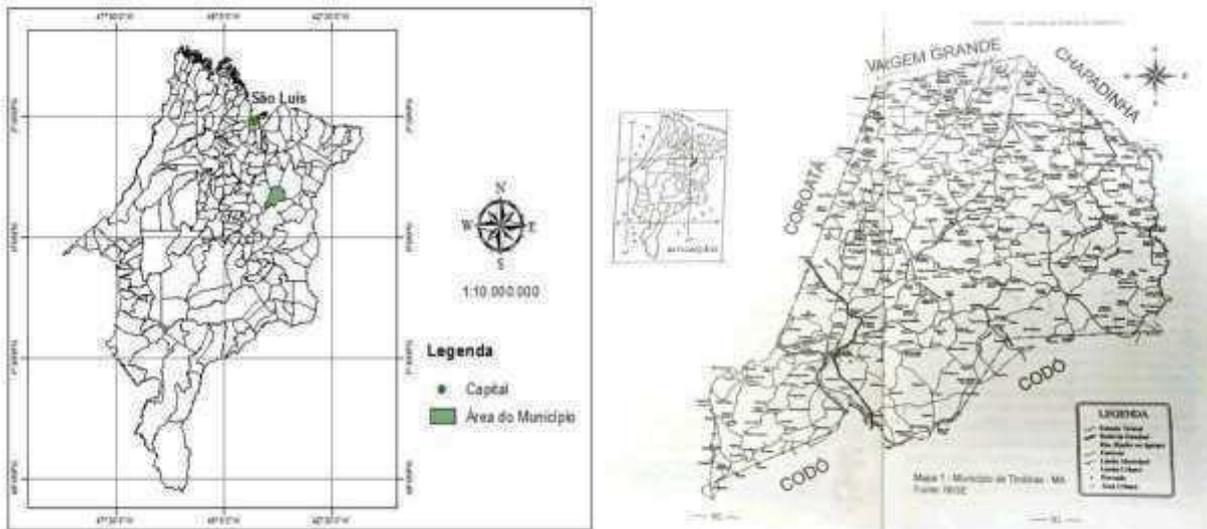
E por nome Monte Alegre permaneceu até 30 de dezembro de 1943, e então novamente foi mudado para o nome, que sucede até atualmente, Timbiras. (ARAUJO, 2006)

##### **3.1.2 Geografia, Hidrologia, Geomorfologia e Cobertura vegetal**

O município de Timbiras - MA conta com uma estimativa de 29.124 habitantes no ano de 2021. E de acordo com o último censo do IBGE realizado em 2010, se estende por 1.486,584 km<sup>2</sup>, possuindo uma densidade demográfica 18,83 hab./km<sup>2</sup>. Localiza-se na mesorregião do Leste Maranhense, na Região dos cocais, mais especificamente na microrregião de Codó, a 316 km da capital São Luís-MA. (IBGE, 2017).

Cidades limítrofes são: Codó, Coroatá, Vargem Grande e Chapadinha. Possui as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 4°15'18" Sul, Longitude: 43°56'27" Oeste.

**Figura 1:** Localização do Município de Timbiras – MA.



**Fonte 1:** Adaptado a partir de CPRM (2011) e ARAUJO (2006).

Na sua hidrografia contempla duas bacias, do Rios, riachos e igarapés. se estende por 1.486,584 km<sup>2</sup>A sua principal fonte de abastecimento de água é o Rio Itapecuru, este atravessa o município de sudeste a noroeste e chega a ter um segmento pelo território em cerca de 24km, pois banha a Sede também alguns povoados, como Buruacas, Pedra Preta, Melancia, Sardina, Setúbal, etc. Ressalta-se que o Rio Itapecuru é o grande fornecedor de água para a sede da Capital Maranhense, São Luís-MA. A sede do município de Timbiras-MA também é banhada pelos riachos São Bernardo e Santarém.(ARAUJO, 2006).

Na zona rural temos o Rio Pirapemas, que é afluente do Rio Itapecuru e faz a divisa com o município de Chapadinha, o Rio Iguará, que percorre vários povoados e faz divisa com o município de Vargem Grande. (ARAUJO, 2006).

Sua geomorfologia é de baixas altitudes, destacando-se alguns morros típicos da região do Vale do Rio Itapecuru. As formas mais significativas do relevo são os morros (por exemplo: Morro do Capitão, Morro Conduru, Morro Bela Vista ou Mirante), chapadas (por exemplo: Chapada do Socó) e serras (por exemplo: Serra da Cangalha). (ARAUJO, 2006).

A maior parte da área do município fica no Leste maranhense e é coberta por uma vegetação secundária, a mata de cocais, repleta de babaçuais de origem nativa. Seu clima tropical é caracterizado por um período chuvoso de dezembro a maio.(ARAUJO, 2006).

### 3.2 CAEMA, SAAs e Poços de Timbiras-MA

De modo mais preciso a população timbirenses da zona urbana (Sede) é suprida em sua maioria pela CAEMA (Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão), (Figura 2), a partir da Estação de Tratamento de Água, água advinda do Rio Itapecuru, mas a Prefeitura está construindo alguns poços artesianos na Sede para suplementação do abastecimento de água da população urbana.

**Figura 2:** Estação de Tratamento da CAEMA Timbiras-MA



**Fonte:** Este trabalho, 2022.

Já na zona rural foram inaugurados pela prefeitura municipal, poços artesianos com rede de distribuição, que são os Sistemas de Abastecimento de Água (SAAs) para abastecer as comunidades (povoados), porém muitas pessoas desta zona ainda se abastecem de alguns riachos da região, chafarizes e poços cacimbas residenciais ou comunitários. Mas este seletto feito está sendo de extrema valia para a população abastecida.

### 3.3 Qualidade da água para consumo humano e Parâmetros de Potabilidade analisados

Hipoteticamente chamamos a água de pura, mas esta pode ser contaminada em qualquer processo que se encontre, devido sua alta capacidade de dissolução (capacidade de incorporar várias substâncias), seja em seu percurso superficial ou subterrâneo. Assim têm-se que qualidade da água é algo dinâmico de acordo com

o tempo, espaço, e uso da fonte. De forma geral água potável é a que pode ser consumida sem causar danos à saúde humana, e esta potabilidade é composta por uma categoria de parâmetros que lhe atribui essa propriedade.(BRASIL,2006).

Tem-se também o padrão de aceitação para consumo humano que se baseia no critério estético, ou seja, características organolépticas (odor, sabor e cor), que de acordo com o que se vê e o cheiro da água de imediato ela é rejeitada ou aceita.

Dentre os Parâmetros de Potabilidade da água analisados nas amostramos os Físicos-químicos e os Bacteriológicos.

### 3.3.1. Parâmetros Físico-Químicos:

Os Parâmetros Físico-Químicos utilizados neste trabalho foram seguidos pela PORTARIA GM/MS 888/21, dentre eles estão:

- a) **Cálcio** - é apresentado na forma de carbonato de cálcio.(BRASIL,2013)
- b) **Magnésio** - é apresentado na forma de carbonato de magnésio.(BRASIL,2013):
- c) **Dureza Total** - é a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio, apresentados como carbonatos.(BRASIL,2013):
- d) **Alcalinidade** - é a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos expressa em carbonato de cálcio. Mede a capacidade de neutralizar ácidos.(BRASIL,2013)
- e)**Cloreto** - podem estar presentes como resultados de poluição industriais ou domésticas, mas em águas subterrâneas podem estar ligadas à geomorfologia do solo. As principais substâncias que tornam a água salgada ou salobra, são sódio, potássio e cálcio.(BRASIL, 2006)
- f) **Ferro** - além de formar precipitados, concedem um sabor característico e uma coloração que causa manchas em roupas, pias, azulejos e vasos sanitários. Águas subterrâneas são mais propensas a apresentarem teores elevados de ferro decorrente do solo. (BRASIL, 2006)
- g) **Condutividade** - é a capacidade da água de conduzir corrente elétrica e depende da concentração de íons (cátions e ânions) presentes na água, e também da temperatura, e essas medidas são medidas associadas (EMBRAPA, 2021).
- h) **pH** - representa a concentração de íons de hidrogênio em uma solução, na água é de fundamental importância para o processo de tratamento. Recomendado segundo a Portaria, pH na faixa de 6, a 9,5.(BRASIL,2013)

**i) Cor** - provém da matéria orgânica, como substâncias húmicas, taninos, também, metais como ferro, manganês e resíduos industriais. É um padrão organoléptico e seu Valor Máximo Permitido (VMP) é 15uH.(BRASIL,2013)

**j) Odor** - pode ter origem por causa da presença de matéria orgânica e microorganismos aquáticos ou também por contaminantes químicos.(BRASIL, 2006)

**l)Turbidez** - são os materiais sólidos em suspensão que reduzem a transparência, podem ser por causa de algas, plâncton, matéria orgânica e outras substâncias como zinco, ferro, manganês e areias.(BRASIL, 2013)

**m)Temperatura** - tem relação com a solubilidade e ionização das substâncias coagulantes, com a mudança de pH, com a desinfecção e aumento do consumo de água.

### 3.3.2. Parâmetros Bacteriológicos

Para detectar a qualidade da água a partir de microrganismos indicadores, são feitos testes onde observa-se a presença de coliformes, especificamente, Coliformes totais e termotolerantes (*E.coli*) que são indicadores de contaminação de água. (ALVES, 2010).

**a) Coliformes totais** - são bactérias do grupo coliforme, bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, geralmente estão associados à decomposição de matéria orgânica em geral.(BRASIL,2013)

**b) *Escherichia coli*** - são bactérias do grupo de coliformes termotolerantes de origem fecal, o que valida como indicador de contaminação tanto em águas naturais como tratadas.(BRASIL,2013)

## 4. METODOLOGIA

Neste trabalho foi realizado inicialmente um levantamento histórico-geográfico do município de Timbiras-MA, através de pesquisa de campo com o intuito de verificar a qualidade de uma das principais fontes de consumo humano, a água.

Para realização das análises físico-química e bacteriológica das amostras fez-se coletas de água em 07 poços, sendo 06 localizados na zona rural e 01 na

zona urbana. Ressalta-se que 05 poços que estão em funcionamento a pouco tempo e 02 que ainda estão em fase de construção.

Estas amostras foram coletadas em frascos de 500mL, previamente esterilizados. De cada poço foram colhidas três amostras de 500mL e imediatamente armazenadas em caixa térmica refrigerada e transportadas em veículo para o laboratório de Microbiologia do PCQA, localizado no Pavilhão Tecnológico na Universidade Federal do Maranhão. Em nota, é válido informar que é necessário 1 litro de amostra de água para ser feita a Análise Físico-Química e 500 mL para a Análise Bacteriológica, por isso de cada amostra foi coletada 1,5 L de água.

Os dados obtidos dos parâmetros físico-química e bacteriológicos, para ter ciência da qualidade da água para consumo humano destes poços, foram retirados dos laudos das amostras dessas águas subterrâneas, enviados pelo laboratório mencionado acima.

Para Análise dos Parâmetros Físico-Químicos das amostras foram utilizados os seguintes métodos: Titulométricos, Espectrofotométricos, Eletrométricos e Sensoriais como mostra a Tabela 1 a seguir:

**Tabela 1:** Parâmetros Físico-Químicos e Métodos utilizados para análises das amostras água / Timbiras - MA

Análise Físico-Química	Padrões (PORTARIA Nº 888/21)	Método
Cálcio (CaCO <sub>3</sub> )	Nc	Titulométrico
Magnésio (MgCO <sub>3</sub> )	Nc	Titulométrico
Dureza Total (MgCO <sub>3</sub> + CaCO <sub>3</sub> )	≤ 500,0 mg/L	Titulométrico
Alcalinidade em (OH <sup>-</sup> )	Nc	Titulométrico
Alcalinidade em (CO <sup>3-</sup> )	Nc	Titulométrico
Alcalinidade em (HCO <sup>3-</sup> )	Nc	Titulométrico
Alcalinidade Total	Nc	Titulométrico
Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	≤ 250 mg/L	Titulométrico
Ferro	≤ 0,3 mg/L	Espectrofotométrico
Condutividade	Nc	Eletrométrico
pH	6,0 a 9,5	Eletrométrico
Cor	≤ 15 u.H.	Espectrofotométrico
Odor	Não Objetável	Sensorial
Turbidez	≤ 5,0 U.T	Espectrofotométrico
Temperatura	Nc	Eletrométrico

**Fonte:** Este trabalho, 2022.

De forma sucinta a descrição dos Métodos para análise Físico-Química temos:

I- Titulométrico - são procedimentos quantitativos baseados na medida da quantidade de um reagente de concentração conhecida que é consumida pelo analito (MATOS, 2018).

II- Espectrofotométrico - é um método fundamentada na lei de Lambert-Beer, que relaciona, quantitativamente, os graus de absorção da radiação nas regiões do ultravioleta, do visível e do infravermelho do espectro eletromagnético, com as concentrações das moléculas absorventes que estão ligadas aos analitos (DAMASCENO, 2015).

III- Eletrométrico: consiste em medição por meio de corrente elétrica.

a) Condutividade - A determinação da condutividade elétrica é realizada pelo método condutivimétrico, que se baseia na medição da resistência da amostra e dado em condutância específica (condutividade elétrica a 20 ou 25 °C) (PINTO, 2007).

b) pH- utiliza um aparelho chamado peagômetro (ou medidor de pH) constituído basicamente de um potenciômetro e um eletrodo de hidrogênio (ou, mais comumente, eletrodo de pH) (PINTO, 2007).

c) Temperatura - medida tanto pelo peagômetro quanto pelo condutivímetro.

IV- Sensorial: é usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e bebidas, utilizando os sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (RODARTE, 2008).

E nas análises Bacteriológicas das amostras, ou seja, determinação de Coliformes totais e Escherichia coli foi utilizada Método Colilert, que é utilizado para a detecção e enumeração de coliformes e E. coli em amostras de água, por meio da hidrólise enzimática de substratos específicos. Essa tecnologia é baseada no princípio do fornecimento de alimento ao(s) microrganismo(s) alvo e não fornece sustento para outras bactérias. Assim, apenas estes microrganismos podem crescer sem ser necessário a adição de inibidores para eliminar outras bactérias. O substrato definido, substrato hidrossolúvel, é utilizado como fonte de nutrientes vitais para os microrganismos que se deseja enumerar. A tecnologia pode ser ainda designada de autoanálise, porque existe uma mudança de cor produzida pelo microrganismos alvos sem existir a necessidade de testes de confirmação ou de trabalho técnico. Para realizar o teste acrescenta-se a amostra à fórmula em pó seguido de

incubação. Requer um selador, uma lâmpada de 366 nm e uma incubadora (MARTINS, N.G; RESENDE, J.C.D.P, 2020)

**Tabela 2:** Parâmetros Bacteriológicos e Método utilizado para análises das amostras de água/ Timbiras - MA

Análise Bacteriológica	Padrões	Método
Coliformes totais	NMP	Colilert
<i>Escherichia coli</i>	NMP	Colilert

**Fonte:** Este trabalho, 2022.

#### 4.1 Coletas das Amostras de água

A primeira coleta procedeu-se no SAA do Povoado Morro Branco (Figura 3), que abastece cerca de 50 residências. A amostra de água foi retirada da primeira torneira após a caixa d'água, uma vez que o poço não possuía cavalete (Figura 4), que consiste na primeira torneira localizada após a captação da água antes da caixa d'água. A água possuía uma boa aparência, e bem límpida.

**Figura 3:** SAA do Povoado Morro Branco



**Fonte:** Este trabalho, 2022

**Figura 4:** Torneira/cavalete de poço



**Fonte:** Outorga de poço, 2019.

A segunda coleta foi proveniente do SAA do Povoado Cachoeira (Figura 5), que abastece cerca de 20 residências. A amostra da água foi retirada de uma canalização logo após a caixa d'água. A água possuía bom aspecto, era translúcida e inodora.

**Figura 5:** SAA do Povoado Cachoeira



**Fonte:** Este trabalho, 2022.

A terceira coleta foi realizada no SAA do Povoado Flores (Figura 6), que abastece cerca de 100 residências. Neste poço tem-se a particularidade de ter duas caixas d'água, pois a comunidade possui uma expressiva população. A amostra da água foi retirada da primeira torneira após a caixa d'água, que se localiza em uma residência em frente ao SAA.

**Figura 6:** SAA do Povoado Flores



**Fonte:** Este trabalho, 2022.

A quarta coleta foi procedente do SAA do Povoado Jacaré do Acelino (Figura 7), que abastece cerca de 40 residências. Este poço fica localizado em um ponto bem alto da comunidade, ou seja, na subida de um pequeno morro. A amostra da água foi retirada da primeira torneira após a caixa d'água, que se localiza numa escola municipal em um ponto logo abaixo do SAA. A água possuía boas propriedades organolépticas, bem transparente, límpida, fresca e causando boasensação térmica ao contato.

**Figura 7:** SAA do Povoado Jacaré do Acelino: 40 residências abastecidas



**Fonte:** Este trabalho, 2022.

A quinta amostra coletou-se do SAA do Povoado Santa Vitória (Figura 8), que abastece cerca de 35 residências. A amostra da água foi retirada da primeira torneira após a caixa d'água, que se localiza em uma residência ao lado do SAA.

**Figura 8:** SAA do Povoado Santa Vitória: 35 residências abastecidas



**Fonte:** Este trabalho, 2022.

Já no Poço do Povoado Melancia (Figura 9), coletou-se a amostra de água com uso de um bailer (Figura 10), amostrador descartável de água subterrânea feito em Polietileno de alta densidade, para coleta de amostras de água subterrânea (HIDROSUPRIMENTOS, 2016), pois o poço não está em funcionamento devido a água possuir uma aparência visivelmente fora dos padrões de qualidade, como cor e odor.

**Figura 9:** Poço do Povoado Melancia



**Fonte:** Este trabalho, 2022.

**Figura 10:** Foto ilustrativa de um Bailer (à esquerda) e Coleta no povoado Melancia (à direita)



**Fonte:** Adaptado a partir deste Trabalho (2022) e HIDROSUPRIMENTOS (2016)

E a sétima coleta sucedeu-se no Poço do Bairro Anjo da Guarda (Figura 11), essa amostra é a única da zona urbana do município de Timbiras-MA, foi usado um bailer para coleta, este poço também não está em funcionamento.

**Figura 11:** Poço do Bairro Anjo da Guarda



**Fonte:** Este trabalho, 2022.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das amostras analisadas pelo Laboratório PCQA (Programa de Controle de Qualidade de Água e Alimentos) da UFMA, referentes aos sete (07) poços estão apresentados nas tabelas de 3 a 9, com os parâmetros fora do padrão destacados em vermelho.

**Tabela 3:** Amostra 1 – SAA Poço Artesiano Povoado Morro Branco

Local	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA					
	Cálcio (CaCO <sub>3</sub> )	Magnésio (MgCO <sub>3</sub> )	Dureza Total	Alcalinidade (OH <sup>-</sup> )	Alcalinidade (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Alcalinidade (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Povoado Morro Branco	4,00mg/L	22,00mg/L	26,00mg/L	0,00mg/L	0,00mg/L	0,00mg/L
	Alcalinidade Total	Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	Ferro	Condutividade	pH	Cor
	0,00mg/L	91,34mg/L	0,05mg/L	309,0 uS/cm	6	2,00 u.H.
	Odor	Aspecto	Turbidez	Temperatura		
	não objetável	não objetável	0,48 U.T.	25°C		
	ANÁLISE BACTERIOLÓGICA					
	Coliformes Totais/NMP/100mL			<i>Escherichia coli</i>		
Ausente			Ausente			

Fonte: Este trabalho, 2022.

No SAA do Povoado Morro Branco observa-se que a amostra está em conformidade com o Padrão de Potabilidade tanto na parte físico-química quanto na bacteriológica

**Tabela 4:** Amostra 2 – SAA Poço Artesiano Povoado Cachoeira

Local	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA					
	Cálcio (CaCO <sub>3</sub> )	Magnésio (MgCO <sub>3</sub> )	Dureza Total	Alcalinidade (OH <sup>-</sup> )	Alcalinidade (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Alcalinidade (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Povoado Cachoeira	32,00mg/L	28,00mg/L	60,00mg/L	0,00mg/L	0,00mg/L	224,67mg/L
	Alcalinidade Total	Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	Ferro	Condutividade	pH	Cor
	224,67mg/L	36,53mg/L	0,11mg/L	421,0uS/cm	7,05	2,60 u.H.
	Odor	Aspecto	Turbidez	Temperatura		
	não objetável	não objetável	0,75 U.T.	25°C		
	ANÁLISE BACTERIOLÓGICA					
	Coliformes Totais/NMP/100mL			<i>Escherichia coli</i>		
Ausente			Ausente			

Fonte: Este trabalho, 2022.

No SAA do Povoado Cachoeira observa-se que a amostra está em conformidade com o Padrão de Potabilidade tanto na parte físico-química quanto na bacteriológica.

**Tabela 5:** Amostra 3 – SAA Poço Artesiano Povoado Flores

Local	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA					
		Cálcio (CaCO <sub>3</sub> )	Magnésio (MgCO <sub>3</sub> )	Dureza Total	Alcalinidade (OH <sup>-</sup> )	Alcalinidade (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Povoado Flores	10,00mg/L	16,00mg/L	26,00mg/L	0,00mg/L	23,74mg/L	227,08mg/L
	Alcalinidade Total	Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	Ferro	Condutividade	pH	Cor
	250,82mg/L	31,72mg/L	0,05mg/L	701,0uS/cm	7,32	0,80 u.H.
	Odor	Aspecto	Turbidez	Temperatura		
	não objetável	não objetável	0,12 U.T.	25°C		
	ANÁLISE BACTERIOLÓGICA					
Coliformes Totais/NMP/100mL			<i>Escherichia coli</i>			
Presente			Ausente			

Fonte: Este trabalho, 2022.

No SAA do Povoado Flores observa-se que a amostra está em conformidade com o Padrão de Potabilidade na parte físico-química e na bacteriológica desconformidade no parâmetro Coliformes totais, mas como não possui *Escherichia coli* não se torna tão agravante este parâmetro ser positivo.

**Tabela 6:** Amostra 4 – SAA Poço Artesiano Povoado Jacaré do Acelino

Local	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA					
		Cálcio (CaCO <sub>3</sub> )	Magnésio (MgCO <sub>3</sub> )	Dureza Total	Alcalinidade (OH <sup>-</sup> )	Alcalinidade (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Povoado Jacaré do Acelino	6,00mg/L	14,00mg/L	20,00mg/L	0,00mg/L	18,99mg/L	239,16mg/L
	Alcalinidade Total	Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	Ferro	Condutividade	pH	Cor
	258,15mg/L	10,57mg/L	0,11mg/L	534,0uS/cm	7,34	0,80 u.H.
	Odor	Aspecto	Turbidez	Temperatura		
	não objetável	não objetável	0,51 U.T.	25°C		
	ANÁLISE BACTERIOLÓGICA					
Coliformes Totais/NMP/100mL			<i>Escherichia coli</i>			
Presente			Presente			

Fonte: Este trabalho, 2022.

No SAA do Povoado Jacaré do Acelino observa-se que a amostra está em

conformidade com o Padrão de Potabilidade na parte físico-química e na bacteriológica desconformidade nos dois parâmetros: Coliformes totais e *Escherichia coli*, estes indicadores dizem o grau de contaminação da água, no caso, possui bactéria de origem fecal que pode ser causa de doenças de veiculação hídrica como diarreia, amebíase, cólera, hepatite A, etc.

**Tabela 7:** Amostra 5 – SAA Poço Artesiano Povoado Santa Vitória

Local	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA					
	Cálcio (CaCO <sub>3</sub> )	Magnésio (MgCO <sub>3</sub> )	Dureza Total	Alcalinidade (OH <sup>-</sup> )	Alcalinidade (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Alcalinidade (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Povoado Santa Vitória	8,00mg/L	28,00mg/L	36,00mg/L	0,00mg/L	0,00mg/L	130,45mg/L
	Alcalinidade Total	Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	Ferro	Condutividade	pH	Cor
	130,45mg/L	11,53mg/L	<b>2,00mg/L</b>	236,0uS/cm	7,08	<b>30,10 u.H.</b>
	Odor	Aspecto	Turbidez	Temperatura		
	não objetável	não objetável	<b>8,74 U.T.</b>	25°C		
	ANÁLISE BACTERIOLÓGICA					
	Coliformes Totais/NMP/100mL			<i>Escherichia coli</i>		
Ausente			Ausente			

Fonte: Este trabalho, 2022.

No SAA do Povoado Santa Vitória observa-se que a amostra está em desconformidade com o Padrão de Potabilidade na parte físico-química nos seguintes parâmetros: ferro (2,00mg/L), cor (30,10 u.H.) e turbidez(8,74 U.T.), estes podem causar mais danos estéticos do que na saúde humana, no que diz respeito a manchar roupas, azulejos, etc. E na bacteriológica está de acordo com a PORTARIA Nº 888/21.

**Tabela 8:** Amostra 6 – Poço Artesiano Povoado Melancia

Local	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA					
	Cálcio (CaCO <sub>3</sub> )	Magnésio (MgCO <sub>3</sub> )	Dureza Total	Alcalinidade (OH <sup>-</sup> )	Alcalinidade (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Alcalinidade (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Povoado Melancia	20,00mg/L	20,00mg/L	40,00mg/L	0,00mg/L	0,00mg/L	65,22mg/L
	Alcalinidade Total	Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	Ferro	Condutividade	pH	Cor
	65,22mg/L	10,00mg/L	<b>3,66mg/L</b>	144,0uS/cm	<b>4,5</b>	<b>205 u.H.</b>
	Odor	Aspecto	Turbidez	Temperatura		
	não objetável	não objetável	<b>59,6 U.T.</b>	25°C		
	ANÁLISE BACTERIOLÓGICA					
	Coliformes Totais/NMP/100mL			<i>Escherichia coli</i>		
<b>Presente</b>			<b>Presente</b>			

Fonte: Este trabalho, 2022.

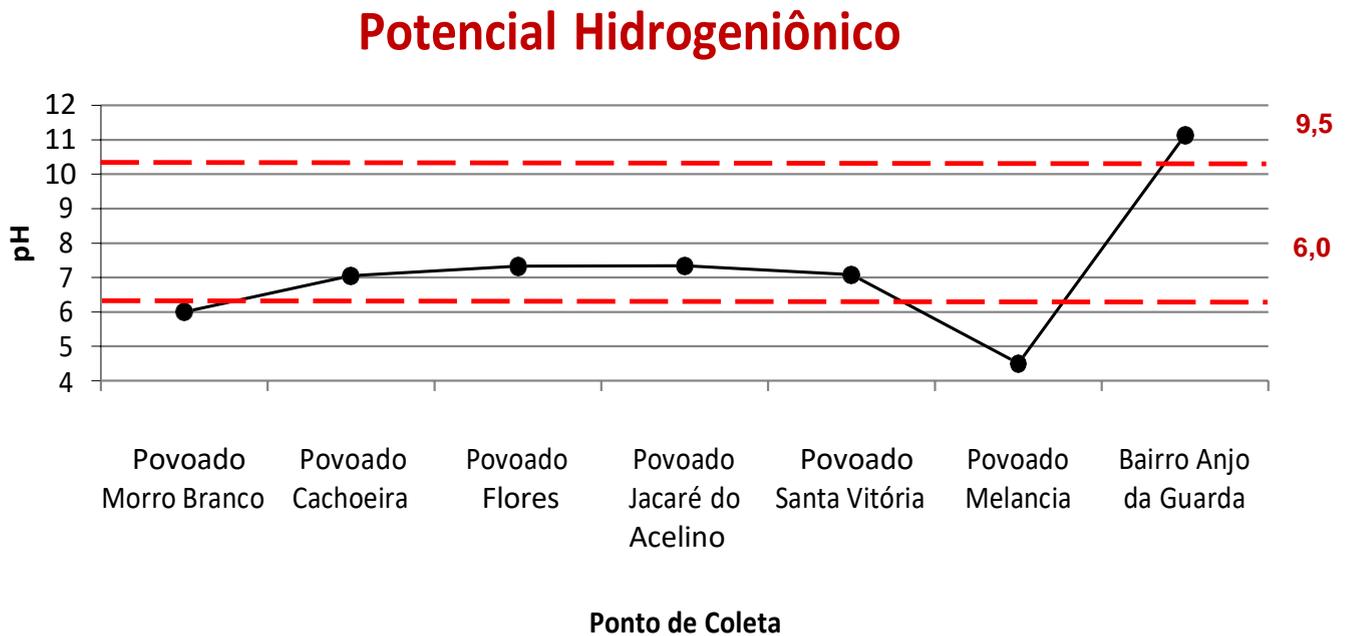
O Poço do Povoado Melancia (Tabela 8), que não está em funcionamento encontrou-se em desconformidade tanto na parte físico-química, apresentando ferro (3,66 mg/L), cor (205 u.H.) e turbidez (59,6 U.T.) acima do permitido e também pH (5,5), sendo ácido, água possuía coloração amarelada. Na parte na bacteriológica apresentando presença de Coliformes totais e *Escherichia coli*.

**Tabela 9:** Amostra 7 – Poço Artesiano Bairro Anjo da Guarda

Local	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA					
	Cálcio (CaCO <sub>3</sub> )	Magnésio (MgCO <sub>3</sub> )	Dureza Total	Alcalinidade (OH <sup>-</sup> )	Alcalinidade (CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Alcalinidade (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Bairro Anjo da Guarda	456,00mg/L	2,00mg/L	458,00mg/L	0,00mg/L	0,00mg/L	87,52mg/L
	Alcalinidade Total	Cloretos (Cl <sup>-</sup> )	Ferro	Condutividade	pH	Cor
	87,52mg/L	<b>365,00mg/L</b>	0,17mg/L	2114,0uS/cm	<b>11,13</b>	0,2 u.H.
	Odor	Aspecto	Turbidez	Temperatura		
	não objetável	não objetável	1,44 U.T.	25°C		
	ANÁLISE BACTERIOLÓGICA					
Coliformes Totais/NMP/100mL			<i>Escherichia coli</i>			
Ausente			Ausente			

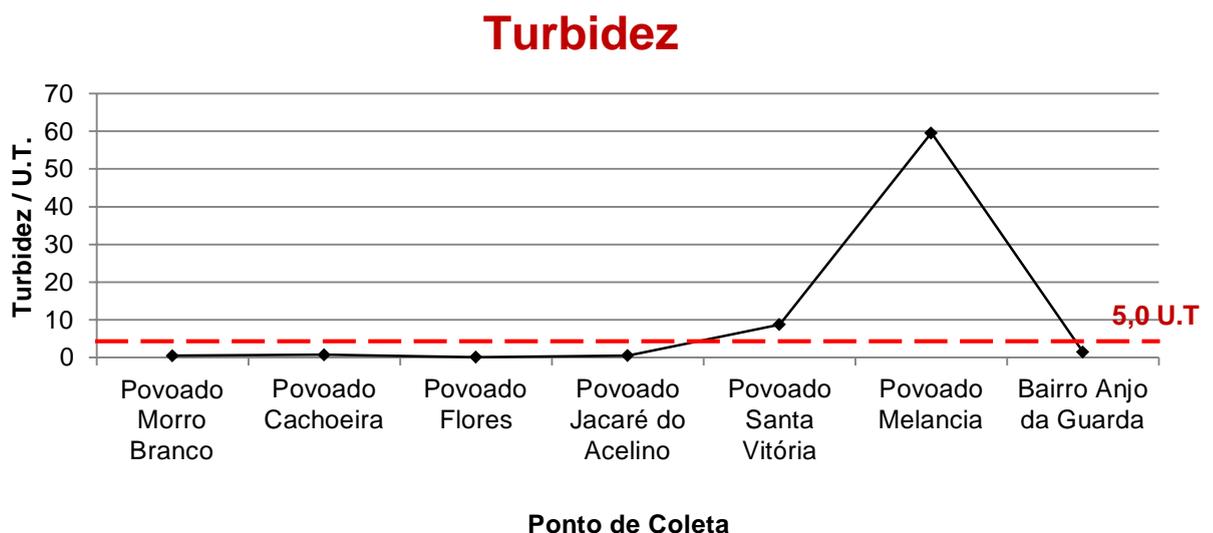
**Fonte:** Este trabalho, 2022.

E o Poço do Bairro Anjo da Guarda (Tabela 9), que também não está em funcionamento, apresentou-se em desconformidade nos parâmetros físico-químicos, tais como cloretos (365,00mg/L), o que torna a água bem salgada e também o pH muito básico (11,13). No entanto, do ponto de vista bacteriológico está de acordo com a PORTARIA Nº 888/21.

**Gráfico 1:** Gráfico comparativo do pH dos pontos de coleta.

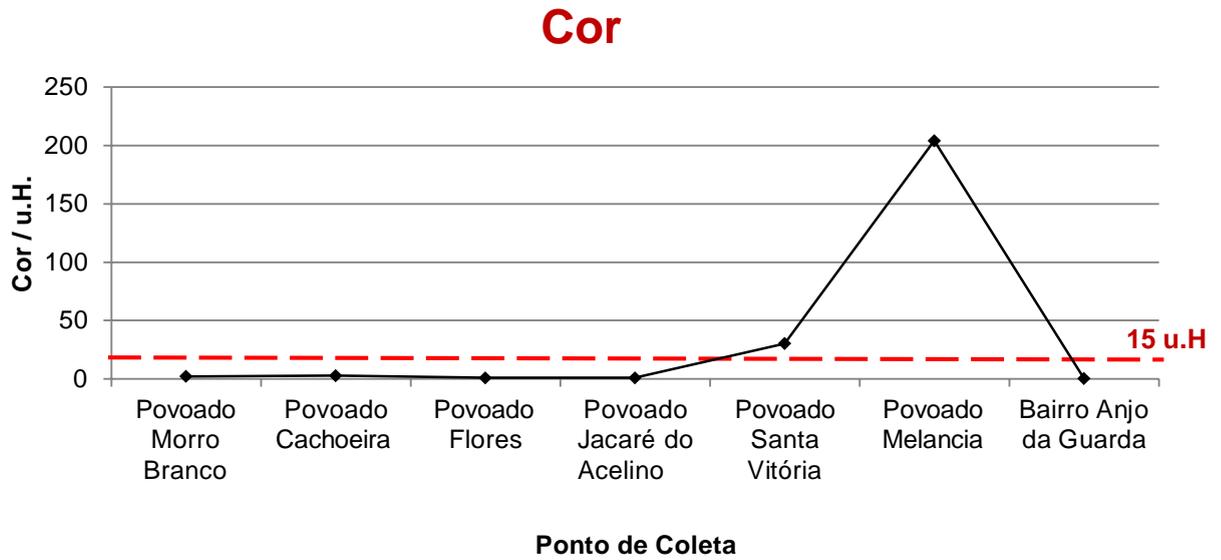
**Fonte:** Este trabalho, 2022.

Percebe-se o pH fora da faixa delimitada pela referida Portaria apenas no Povoado Melancia, que está bastante ácido (5,5), e no Bairro Anjo da Guarda (11,13) que apresenta alta basicidade (Gráfico 1).

**Gráfico 2:** Gráfico comparativo da Turbidez dos pontos de coleta.

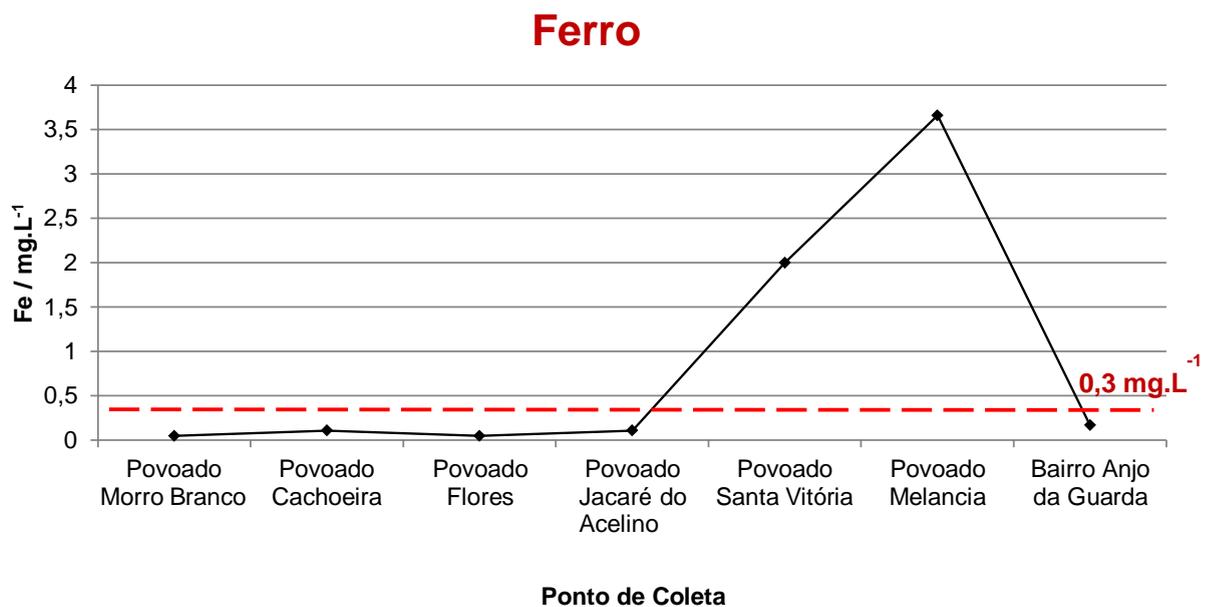
**Fonte:** Este trabalho, 2022.

No gráfico 2 observa-se que a turbidez encontra-se fora do padrão nos Povoados Melancia e Santa Vitória, o que sugere a presença de materiais sólidos em suspensão que reduzem a transparência, os quais podem ser de natureza orgânica, ou areia e outras substâncias tais como ferro, dentre outras.

**Gráfico 3:** Gráfico comparativo da cor dos pontos de coleta.

**Fonte:** Este trabalho, 2022.

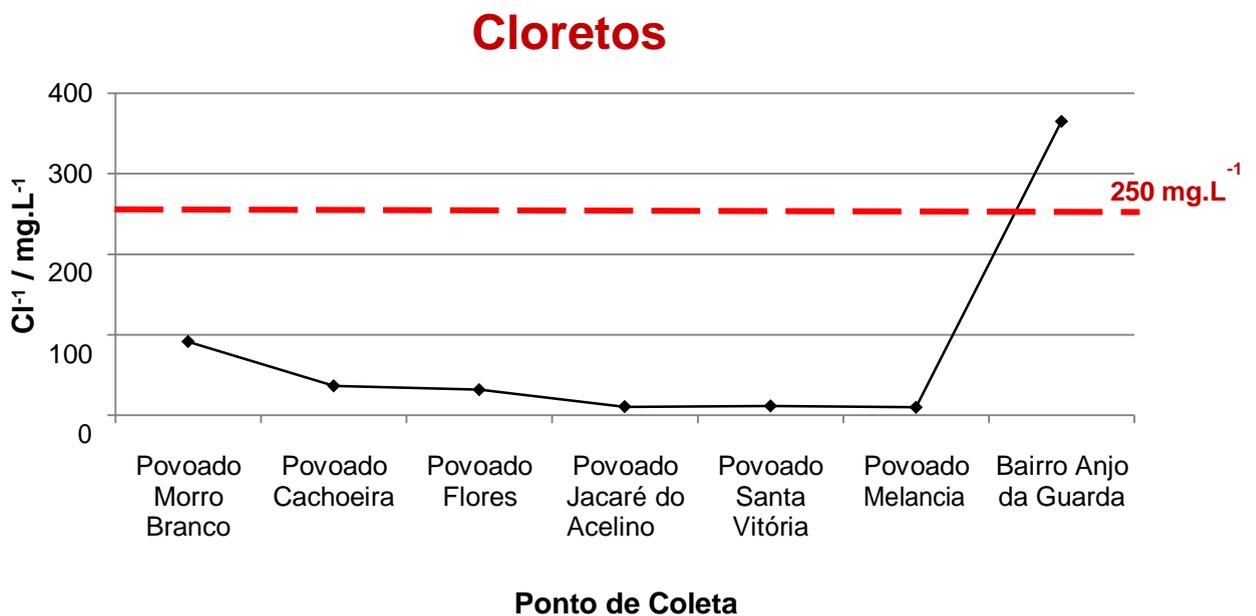
Do mesmo modo o parâmetro Cor encontra-se fora do padrão de potabilidade nos Povoados Melancia e Santa Vitória (Gráfico 3), seguindo o mesmo perfil da presença de ferro e turbidez, uma vez que a cor também é afetada por presença de matéria orgânica, como substâncias húmicas, taninos, além de metais tais como ferro, dentre outros.

**Gráfico 4:** Gráfico comparativo da Ferro dos pontos de coleta.

**Fonte:** Este trabalho, 2022.

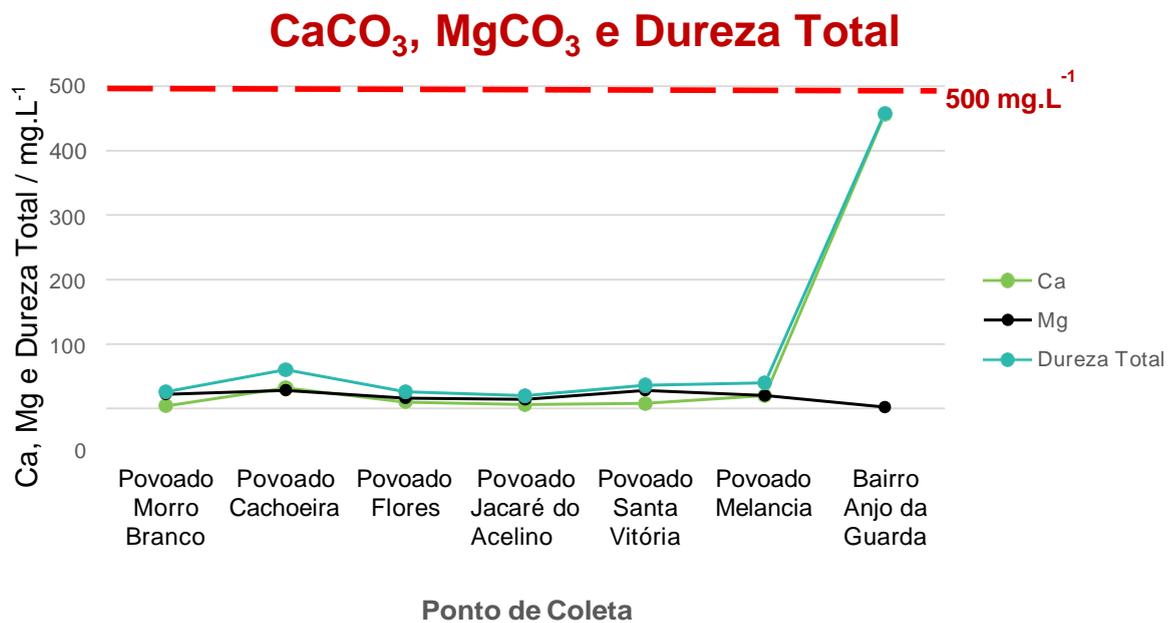
É possível observar uma correlação entre a concentração de Ferro (Gráfico 4), a Turbidez (Gráfico 2) e a Cor (Gráfico 3) que apresentam os mesmos pontos de coleta fora dos limites estabelecidos pela PORTARIA GM-MS N<sup>o</sup> 888/21, ou seja, provavelmente o ferro é a fonte de alteração nos parâmetros Turbidez e Cor, uma vez que nos Povoados Melancia e Santa Vitória, o gráfico 2, gráfico 3 e gráfico 4 apresentam o mesmo comportamento nestes três parâmetros.

**Gráfico 5:** Gráfico comparativo dos Cloretos dos pontos de coleta.



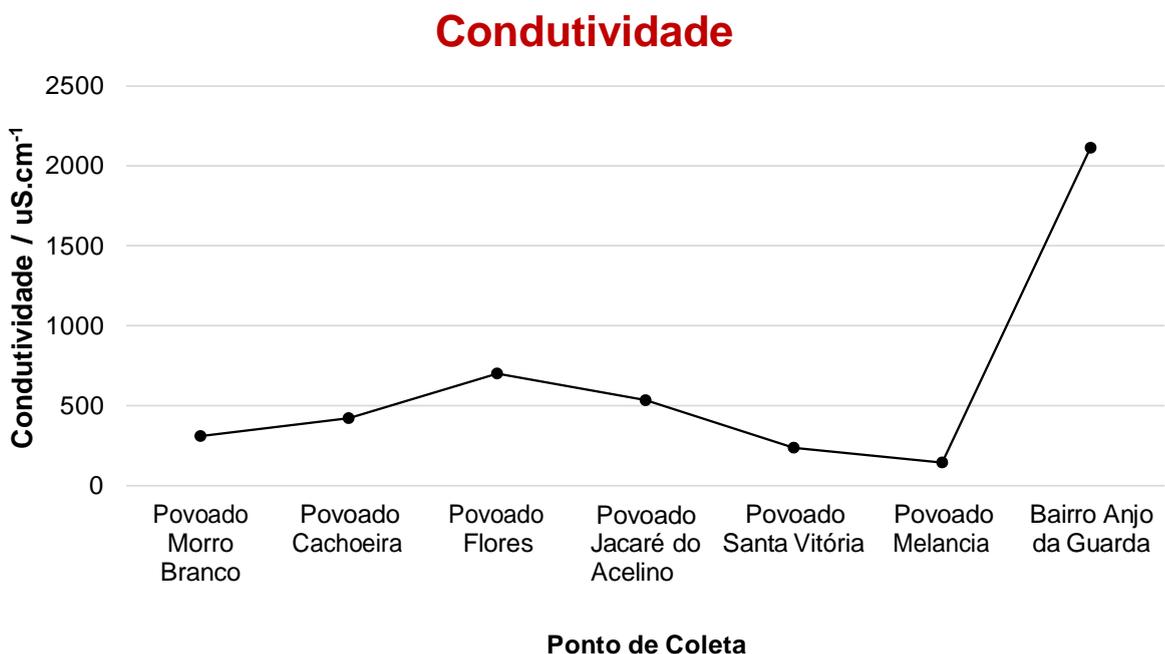
**Fonte:** Este trabalho, 2022.

No gráfico 5 o Cloreto encontra-se fora do padrão apenas no Poço do Bairro Anjo da Guarda, o que pode associado com a geomorfologia do solo. Sabe-se que substâncias como sódio, potássio e cálcio na forma de cloretos tornam as águas salgadas. Este parâmetro em desconformidade com o padrão de potabilidade para consumo humano tornou o poço inviável de ser tratado e se tornar um SAA, devido a grande perda de vazão necessária para a sua dessalinização.

**Gráfico 6:** Gráfico comparativo do Ca, Mg e Dureza Total dos pontos de coleta.

**Fonte:** Este trabalho, 2022.

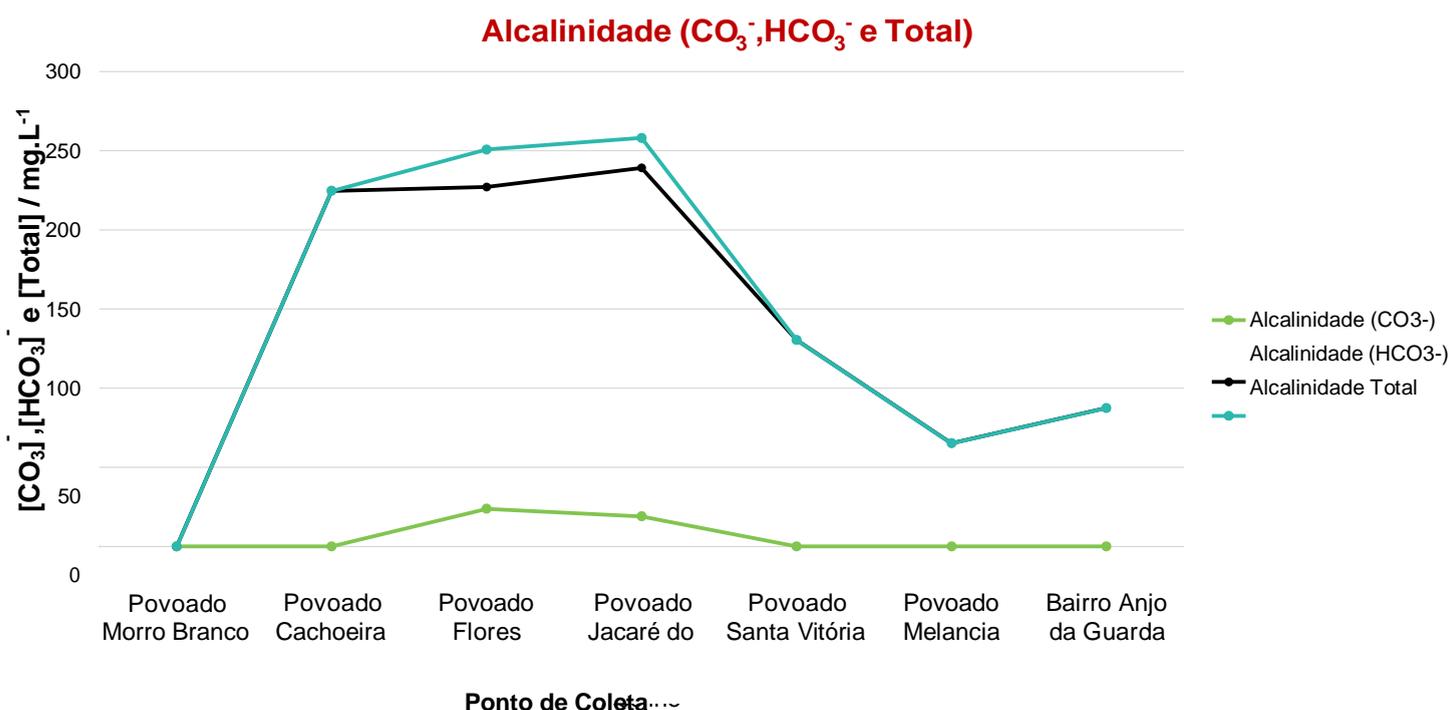
No gráfico 6 há uma correlação de Cálcio(Ca), Magnésio(Mg) e Dureza total, pois o Ca e o Mg são apresentados em forma de carbonatos e a Dureza é a soma da concentração dos dois compostos. O único local que apresentou uma alta concentração de Dureza total devido a grande quantidade de carbonato de cálcio foi o Poço do Bairro Anjo da Guarda, o que elevou o pH desse poço de modo a apresentar uma alcalinidade significativa (11,13), conforme o gráfico 1.

**Gráfico 7:** Gráfico comparativo da Condutividade dos pontos de coleta.

**Fonte:** Este trabalho, 2022.

A condutividade elétrica depende da concentração de íons (cátions e ânions) presentes na água, e apresentou-se bastante alta no Poço do Bairro Anjo da Guarda, indicando que aquele ponto possui grande quantidade de substâncias químicas dissolvidas (Gráfico 7).

**Gráfico 8:** Gráfico comparativo da Alcalinidade ( $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e Total) dos pontos de coleta.



**Fonte:** Este trabalho, 2022.

A Alcalinidade expressa em hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ) não foi inserida no gráfico 8 uma vez que todos os pontos apresentaram concentração nula conforme observado nas tabelas 3 a 9, portanto considerou-se somente as Alcalinidades expressas em carbonatos ( $\text{CO}_3^-$ ) e bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ). Nota-se uma Alcalinidade total expressiva nos Povoados Cachoeira, Flores e Jacaré do Acelino, porém não suficiente para afetar de forma significativa o pH desses pontos de coleta conforme observado no gráfico 1.

Discutiu-se então que existe água de forma ainda bruta em plena conformidade com a PORTARIA GM-MS N<sup>o</sup> 888/21, como também outras que estão fora dos Padrões de Qualidade, ambas estão sendo consumidas pela população.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os poços que estão ativos dos Povoados Morro Branco, Cachoeira, Flores, Jacaré do Acelino e Santa Vitória possuem uma água de boa qualidade, mesmo sem tratamento, pois os mesmos estão em funcionamento de forma recente. Os únicos poços que têm uma água em desconformidade com a PORTARIA GM-MS Nº 888/21, são do Povoado Melancia e do Bairro Anjo da Guarda (Sede), sendo que estes não foram ativados, pois a água destes possui difícil e inviável tratamento financeiro, para adequar os parâmetros que estão em desconformidade.

A relevância deste trabalho consiste na sua contribuição para população de Timbiras-MA, uma vez que abrange análises físico-químicas e bacteriológicas de águas que abastecem expressivas comunidades timbirenses. Além de contribuir de forma direta na qualidade de vida dessas pessoas, visto que diversas doenças de veiculação hídrica estão associadas com a qualidade da água consumida, o que faz da água potável é uma necessidade básica e indispensável para o ser humano.

## REFERÊNCIAS

ABDALLA, Kênia Victória Pereira.CAVALCANTE, Paulo Roberto Saraiva. NETO, José Policarpo Costa. BARBIERI, Ricardo. NETO, Marcos Carlos de Mesquita. **Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA.** In: XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 16., 2011, São Luís. Suplemento. São Paulo: Revista Águas Subterrâneas, p. 1 – 11, 2010;

ALVES, Lúcia Maria Coelho. **Qualidade da água de múltiplos usos na microrregião de Itapcuru-MA.**/ Lúcia Maria Alves Coelho. - Jaboticabal, 2010;

Amostradores descartáveis de água subterrânea (bailer). **Hidrosuprimentos**, São Bernardo do Campo - SP, 2016. Disponível em: [http://www.hidrosuprimentos.com.br/amostradores\\_descartaveis.php](http://www.hidrosuprimentos.com.br/amostradores_descartaveis.php). Acesso em 11 de julho de 2022;

ANA, Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil.** Brasília: ANA, 432 p. 2013;

ANA, GEO **Brasil: recursos hídricos: resumo executivo.** / Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas ; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: MMA; ANA, 60 p. : il. (GEO Brasil Série Temática : GEO Brasil Recursos Hídricos), 2007;

ARAUJO, Joseh Carlos. Timbiras: uma pérola da Ribeira do Itapecuru/ Joseh Carlos Araujo.- São Luís: UEMA, 2006;

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde / **Manual prático de análise de água** -4. ed. - Brasília: Funasa, 150p. 2013;

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. - Brasília: Ministério da Saúde, 2006;

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento** – 2015. Brasília: SNS. 183 p., 2019;

BRASIL. Portaria GM-MS N°888, de 4 de Maio de 2021 do Ministério da Saúde. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade;**

CARVALHO, Marilda Nascimento. **Avaliação do Processo de remoção de ferro em água de origem subterrânea por adsorção com materiais naturais.** Orientador: Prof.Dr. Maurício A. da Motta Sobrinho e Prof. Dr. César Augusto Moraes de Abreu. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química - PPEQ/UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências, Recife/PE, 2005;

CPRM (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais) - Serviço Geológico do Brasil. **Relatório Diagnóstico do Município de Timbiras.** Teresina - PI, 2011;

DAMASCENO, Deangelis. **Controle de Qualidade de águas poráveis utilizando análise multivariada de imagens.** Tese Doutorado em Química. Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Goiás, Goiânia – GO, 2015;

EMBRAPA. **Condutividade.** 2021. Ecoágua. Disponível em: <https://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua/eco/condu.html>. Acesso em 10 julho de 2022;

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População de Timbiras.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/timbiras/pesquisa/30/84366> Acesso em: 11 de julho de 2022;

MARTINS, Nayara G.; RESENDE, Juliana C.D.P. **A utilização do método Colilert para análise de coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água.** v. 09, n.2, p. 123-124, 2020;

MATOS, Maria Auxiliadora Costa. **Introdução a Titulação**. Juiz de Fora – MG, Notas de Aulas, 2018;

Outorga de Poço. **Poços10**, São Paulo, 24.08.2019. Informações. Disponível em: <https://www.pocos10.com.br/outorga-de-poco>. Acesso em: 04 de julho de 2022.

PINTO, Magda Cristina Ferreira (Org.). **Manual Medição *in loco*: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. 2007;

RODARTE, Mirian Pereira. **Análise Sensorial, Química e Perfil de Constituintes voláteis de cafés especiais**. Tese de Doutorado em Ciências dos Alimentos. Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, 2008.