

**JÉSSICA FURTAK KULIS**

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA DE POÇOS DO MUNICÍPIO DE  
REBOUÇAS - PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Licenciatura em Química do Instituto  
Federal do Paraná, Campus Irati.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Giselle Calaça

Coorientador: Prof. Me. José Felinto Barbosa

**IRATI**

**2022**

FOLHA DE APROVAÇÃO

JÉSSICA FURTAK KULIS

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA DE POÇOS DO MUNICÍPIO DE REBOUÇAS -  
PARANÁ

Trabalho aprovado como requisito parcial para  
obtenção do grau de Licenciado em Química,  
ao Curso Superior de Licenciatura em Química,  
do Instituto Federal do Paraná, avaliado pela  
seguinte banca examinadora:

*Giselle Nathaly Calaça da Trindade*  
Orientadora: Profa. Dra. Giselle Nathaly Calaça da Trindade

Instituto Federal do Paraná – Campus Irati



Profa. Ma. Rita de Cássia Chaves

Instituto Federal do Paraná – Campus Irati



Prof. Me. José Felinto Barbosa

Instituto Federal do Paraná – Campus Irati

Irati, 28 de abril de 2022.

# ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA DE POÇOS DO MUNICÍPIO DE REBOUÇAS - PARANÁ

Autora: Jéssica Furtak Kulis

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Giselle Calaça

Coorientador: Prof. Me. José Felinto Barbosa

## RESUMO:

A água é um recurso natural essencial para os seres vivos, a ingestão de água pura é um dos fatores mais importantes para a saúde humana. A água é ideal para o consumo humano quando está livre de qualquer tipo de contaminação, por isso, há necessidade de certificar-se sobre a qualidade da água consumida, uma vez que resulta na prevenção de diversas doenças. Dentro deste contexto, o presente trabalho avaliou a qualidade da água de seis diferentes poços simples, sendo três localizados na zona rural e três na zona urbana do município de Rebouças, Paraná, Brasil. Na presente pesquisa, para averiguar a potabilidade das águas consumidas pela população, cinco parâmetros físico-químicos (temperatura, condutividade, pH, cloretos e dureza total) foram determinados, e os resultados comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente. As medidas de temperatura ficaram entre 17°C e 19°C, e as condutividades elétricas das amostras entre 35,97 uS/cm e 185,5 uS/cm. Na análise de pH, apenas um poço, dos seis analisados, apresentou o pH dentro do recomendado. Na determinação do parâmetro dureza, as amostras foram classificadas como moles. Todas as amostras analisadas apresentaram teor de cloretos dentro do limite estabelecido pela legislação.

**Palavras-chave:** Poço simples; Análise físico-química; Qualidade da água.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para as espécies vivas que habitam o planeta terra. Assim, a ingestão de água pura é um dos fatores mais importantes para a saúde humana, e entender a necessidade do tratamento e análise das amostras de água, resulta na prevenção de diversas doenças (BRASIL, 2006). De maneira geral, sabe-se que a água é ideal para o consumo humano quando ela está livre de qualquer tipo de contaminação.

A água subterrânea constitui-se hoje na reserva hídrica mais valiosa do planeta, haja vista os impactos ambientais correntes característicos dos mananciais superficiais, que restringem os seus usos múltiplos (RESENDE, CRUZ e AMORIM, 2009). Na maioria das vezes as águas encontradas no subsolo são puras, devido a filtração realizada pelas camadas presentes no solo, tornando-se uma grande vantagem para a população.

O processo de perfuração e instalação de poços simples e artesianos para abastecimento são mais baixos em relação às águas superficiais. Isso é bom para a população, especialmente a do campo, pois ajuda a suprir as necessidades humanas e das criações de animais, e sistemas de agricultura (TUNDISI, 2003).

Para a população que possui caixa d'água ou poço, a eventual escassez de água gera menores prejuízos do que para parte da população que possui somente o sistema de abastecimento oferecido pela companhia de saneamento. Na zona urbana e rural, é extremamente comum a utilização de poços como fonte para abastecimento de água. Entretanto, grande parte do grupo populacional não possui acesso ou recurso para obter informações quanto à qualidade da água ali presente, e definir se o seu uso será benéfico à saúde.

As características físicas, químicas e biológicas da água estão associadas a uma série de processos que ocorrem no corpo hídrico e em sua bacia de drenagem, sendo características da região, e influenciadas pela forma de ocupação humana (BRASIL, 2006). Portanto, avaliar os parâmetros físico-químicos da água é bastante relevante, pois estes, são indicadores de sua qualidade.

Assim, no presente trabalho, a qualidade da água de seis poços simples, localizados na zona urbana e na zona rural do município de Rebouças, estado do Paraná, foi avaliada por meio de análises físico-químicas.

## **2. JUSTIFICATIVA**

As principais justificativas para o trabalho estão associadas às condições econômicas do município de Rebouças, que apresenta baixos índices de crescimento e desenvolvimento, sendo comum na região as famílias utilizarem água de diferentes tipos de poços. Nem sempre a utilização da água dos poços é precedida por análises químicas, físicas ou biológicas, e é de fundamental importância termos conhecimento da qualidade dessas águas.

## **3. REVISÃO DA LITERATURA**

### **3.1 IMPORTÂNCIA DA ÁGUA POTÁVEL**

Segundo a Declaração Universal dos Direitos da água, “o direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado no artigo 30 da Declaração Universal dos Direitos do Homem” (BRASIL, 2000). Dessa forma, observa-se que o abastecimento hídrico público se torna uma preocupação crescente da humanidade, já que, questões como desmatamento, acúmulo de resíduos ou lixo e a poluição acabam tornando grandes fontes mananciais insalubres.

A problemática que rodeia as questões hídricas foi reconhecida apenas no fim do século XX, pela organização pública do Ministério da Saúde e o Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. Ao pensar nos diferentes processos de transporte que ocorrem nos sistemas de abastecimentos híbridos para o meio populacional, logo se pensa nos impactos ambientais e as consequências que são geradas pelas ações humanas. Na maioria das vezes a ocupação humana resulta em alterações no sistema ecológico, provocando escassez da água e comprometendo sua qualidade (SANTOS, RICARDI e LIMA, 2018).

A contaminação da água potável e a má administração dos recursos hídricos são agravados pelas ações humanas. Em países em fase de desenvolvimento, essa problemática piora em razão da baixa cobertura de abastecimento de água para a população. No Brasil, as potenciais fontes de água doce são extremamente favoráveis para consumo humano, porém, em várias regiões do país, os processos industriais, urbanos e agrícolas contribuem de forma negativa para essa questão, comprometendo a qualidade dessas fontes em potencial (BRASIL, 2006).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO),

estima-se que cerca de 60% da água é fornecida aos projetos agrícolas, onde é utilizada principalmente para irrigação. Por sua vez, as Nações Unidas (ONU) estimam que se ocorresse uma pequena redução de 10% da água utilizada na agricultura, esta seria suficiente para abastecer o dobro da população mundial atual, 8 bilhões de pessoas (FERREIRA, 2013).

Ao pensar nos sistemas hídricos e sua distribuição, sabe-se que a qualidade da água tem sido comprometida desde o manancial, devido a poluição existente, como: lançamento de lixo e efluentes, e que pode provocar alterações em diversas características físicas, químicas e biológicas. No entanto, por muito tempo o Brasil deixou de deliberar sobre a problemática da água, o que gerou um grande déficit na cobertura do abastecimento populacional (BRASIL, 2006).

A água é um dos principais meios de transmissão de enfermidades, principalmente quando se trata de água com má qualidade. O mecanismo de transmissão mais comum é o da ingestão, em que um indivíduo saudável, ao ingerir a água que contenha qualquer componente nocivo a sua saúde, pode vir a desenvolver alguma doença. Um segundo mecanismo que vale ser destacado são as enfermidades geradas pelos hábitos higiênicos insatisfatórios, além dos que são relacionados aos espaços físicos, como habitat de larvas vetores de doenças. (FUNASA, 2013).

Segundo a Zerwes *et. al.* (2015), estima-se que mais da metade dos rios do mundo está poluída pelos despejos dos esgotos, efluentes, agrotóxicos e despejos de animais. Nesse caso, grande parte da poluição dos sistemas de abastecimentos ocorre por meio das atividades agrícolas e o monitoramento dessas águas é de extrema importância.

### 3.2 ÁGUA SUBTERRÂNEA

A água representa cerca de 70% da superfície do planeta Terra e apenas 3% desta encontra-se disponível para consumo humano. Desse modo, 97,5% de toda essa água corresponde aos oceanos e mares, e o restante engloba os rios, lagos, aquíferos, geleiras e subsolo. Dessa pequena quantidade de água doce, temos que 68,8% equivale a geleiras, 29,9% ao subsolo e apenas 0,3% representa a água doce dos rios e lagos (ALMEIDA, 2010).

Segundo Natal e Nascimento (2004), basicamente existem dois recursos de água disponíveis para o homem fazer uso para o seu abastecimento e consumo, podendo de superfície ou subterrânea. As águas superficiais são aquelas que não penetram no solo e que se acumulam na superfície, dando origem aos rios, lagos, córregos e zonas úmidas. Já as águas subterrâneas são aquelas em que ocorre penetração no solo formando os lençóis freáticos.

As águas subterrâneas em forma de poços sempre foram utilizadas pelas gerações antepassadas, pois a utilização desses sistemas de abastecimento, em questões de poder aquisitivo, era mais barata, principalmente para as cidades afastadas dos centros urbanos. As principais vantagens para se utilizar águas de poços são: baixo custo da construção, alternativa de abastecimento para pequenas e médias populações e, geralmente, boa qualidade para consumo humano (NATAL e NASCIMENTO, 2004). Atualmente, esse recurso hídrico vem ganhando força, devido à ocorrência de falhas nos sistemas de abastecimentos, ocasionado pelas grandes estiagens e ressecamento das fontes de águas superficiais (FAGUNDES e ANDRADE, 2015).

As fontes de águas subterrâneas são uma grande reserva para abastecimento e consumo humano, pois na maior parte das vezes essas águas são provenientes de mananciais que não necessitam de tratamento para consumo, devido ao sistema de tratamento natural realizado conforme exista as camadas do subsolo (BRITO, 2019). Devido à escassez de água, que vem se tornando presente em várias partes do mundo, ocorreu um aumento da captação das águas subterrâneas a fim de suprir as necessidades humanas e práticas agrícolas, assim as reservas hídricas são uma estratégia futurista para abastecimento mundial (VICENTE, 2021).

### 3.3 POÇOS ARTESIANOS COMO FONTE DE ÁGUA POTÁVEL

Os poços artesianos são resultados de uma perfuração realizada no subsolo, geralmente são rasos e de grande diâmetro: as profundidades variam entre 3 e 20 metros e os diâmetros entre 1 e 2 metros (MAGALHÃES, 1983).

Quando ocorre a perfuração dos poços, encontram-se no subsolo os aquíferos, basicamente são eles que comportam água em seu interior, que geram lucros econômicos sociais quando ocorre a utilização desse recurso hídrico. Os aquíferos freáticos normalmente se originam das águas das chuvas que se infiltram no solo e acabam passando por um processo de filtragem devido às várias camadas de terra presentes no subsolo, esse processo só acaba quando a ela encontra uma camada impermeável (BRITO, 2019).

A vazão dos poços artesianos é relativamente pequena quando se pensa nos processos agroindustriais, a maioria dos poços suprem apenas as necessidades humanas e de suas criações. Comumente, os poços encontrados em zonas rurais, apresentam maior índice de potabilidade em relação aos presentes em zonas urbanas, devido a sua localização e as possíveis contaminações (BARBOSA, 2014).

### 3.4 CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Os processos de contaminação das águas subterrâneas variam de diversas formas, e estão diretamente relacionados com os fatores físicos, químicos e biológicos. Um dos principais meios de contaminação dos aquíferos subterrâneos são os solos, muitas vezes os inseticidas e agrotóxicos usados na agricultura estão presentes na superfície, e podem contaminar a água (ASHBY, 2013). Outros meios de contaminação das águas subterrâneas são os processos de mineralização e o acúmulo de lixos, com a produção do choroque que se infiltra na terra e polui os solos e as águas (IRITANI e EZAKI, 2012).

Diversos são os fatores que estão relacionados com a contaminação das águas subterrâneas, mas o que tem evidenciado esse grande aumento é o crescimento populacional. Basicamente a urbanização tem acelerado o processo de poluição dos recursos hídricos subterrâneos, principalmente os recursos utilizados para abastecimento dos centros urbanos e rurais (SANTOS, RICARDI e LIMA, 2018).

A exploração das águas subterrâneas tornou-se acessível para a população em geral, devido aos avanços tecnológicos. Quando se tem regiões industriais com grande intensidade gera-se poluição dos mananciais próximos, além dos solos, se as águas dos poços forem pouco profundas o risco de contaminação é alto, devido à falta de filtração do solo, além da possibilidade de contaminação do mesmo (SANTOS, RICARDI e LIMA, 2018).

Segundo Meira *et. al.* (2014), o processo de extração das águas subterrâneas, com poços abandonados e próximos de fontes de contaminações são um dos principais meios de contaminação dos mananciais subterrâneos.

A poluição de um corpo hídrico sempre estará vinculada às atividades das ações antrópicas realizadas no local, perto dele ou de forma que atinja o manancial direta ou indiretamente (BRASIL, 2006). As águas encontradas nos subsolos são de maneira geral as mais limpas, pois sofrem um processo de filtração, devido às várias camadas no subsolo (SANTOS, RICARDI e LIMA, 2018).

### 3.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS COMO PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

A análise da qualidade da água, principalmente daquela destinada ao uso e consumo humano, é de fundamental importância, uma vez que, através disto, é possível certificar-se de que a água empregada é de confiança, aferir a ausência ou presença de microrganismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde das pessoas (FUNASA, 2013).

As análises físico-químicas realizadas, são estrategicamente planejadas, para conjuntos de parâmetros de qualidade, conforme definido na legislação relativa aos padrões de potabilidade (BRASIL, 2006). Encaixam-se como parâmetros: alcalinidade total, gás carbônico livre, cloretos, dureza total, pH, turbidez, temperatura, dentre outros (FUNASA, 2013).

### 3.5.1 Alcalinidade Total

A alcalinidade total é o somatório das concentrações de diferentes alcalinidades, como a concentração de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos. Ela mede a capacidade da água neutralizar ácidos, por isso é fundamental nos processos de concentrações de produtos químicos e no tratamento da água (FUNASA, 2013).

A alcalinidade, indica quanto de ácido uma determinada solução pode absorver sem alterar o pH. Relaciona-se diretamente com sua capacidade de tamponamento (BRASIL, 2006). Soluções que apresentam alcalinidade baixa possuem baixa capacidade de tamponamento e vice-versa. Em fontes de águas naturais, a alcalinidade varia conforme a localização geográfica, onde é influenciada diretamente devido a presença de minerais presentes nas rochas (DIGITAL WATER, 2022).

### 3.5.2 Gás Carbônico Livre

O gás carbônico encontrado em águas superficiais e aquíferos, contribui para a corrosão de estruturas metálicas e materiais com base de cimento, normalmente essas estruturas são as que fornecem água a um sistema de abastecimento, seu mau cuidado e mau tratamento pode ocasionar diversos problemas futuros. Em águas superficiais, a concentração de gás carbônico livre normalmente está em concentração menor do que 10 mg/L, enquanto em águas subterrâneas pode existir em maior concentração (FUNASA, 2013).

### 3.5.3 Cloretos

A presença de cloretos em água muitas vezes é oriunda de minerais presentes na formação rochosa onde existe contato direto com as águas subterrâneas. Entender o conhecimento sobre o grau de mineralização existente identifica possíveis contaminações de esgotos domésticos e resíduos industriais (BRASIL, 1990).

A portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece o teor de 250 mg/L de cloretos, como o valor máximo permitido para água potável. Águas que possuem teores de cloretos elevados podem ter uso restringido em razão do sabor e efeito laxativo que podem

provocar (FUNASA, 2013).

Em águas em que a presença seja superior ao estabelecido pelo Ministério da Saúde, o sabor salino é detectável. Em casos de dejetos humanos e animais, a presença de cloreto elevado é presente, pois é parte da dieta em questões de consumos humanos, que por sua vez auxiliam no processo de uma poluição visível (BRASIL, 1990).

#### 3.5.4 Dureza Total

Um parâmetro importante da avaliação da qualidade da água é a determinação da sua dureza, que é atribuída à presença de cátions metálicos, principalmente íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , por serem mais abundantes. O cálcio e o magnésio estão presentes na água, principalmente como bicarbonatos e sulfatos de cálcio e magnésio. Os bicarbonatos de cálcio e magnésio são responsáveis pela alcalinidade, causam a dureza temporária e, pela ação de calor ou de substâncias com caráter alcalino. Os sulfatos e outros compostos, como cloretos, por exemplo, dão à água a dureza permanente (BACCAN *et al.*, 2001; DIAS *et al.*, 2016).

A Tabela 01 mostra a classificação da água de acordo com a dureza.

Tabela 1: Classificação da água de acordo com a dureza, em mg/L  $\text{CaCO}_3$

<b>Dureza (mg/L em <math>\text{CaCO}_3</math>)</b>	<b>Classificação</b>
0 - 75	Mole
75 a 150	Moderada
150 a 300	Dura
acima de 300	Muito Dura

Fonte: DIAS *et al.*, 2016

Quando uma água é dita como água dura, ela normalmente apresenta formação de sais insolúveis, e quando a água apresenta teores de sais reduzidos ela é dita como macia. A dureza da água varia geograficamente, associa-se a águas duras aquelas que apresentam solos de natureza calcária e água macia aquelas que são predominantes de solos de natureza granítica. Geralmente as águas subterrâneas, devido ao seu contato maior com as formações geológicas apresentam dureza maior que as águas superficiais (APDA, 2010).

#### 3.5.5 Potencial Hidrogeniônico

O pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma determinada solução. Na

água essa análise é extremamente importante em questões de potabilidade. O valor do pH varia de 0 a 14, abaixo de 7 a água é considerada ácida, acima de 7, alcalina, e com pH 7, neutra (FUNASA, 2013).

As alterações de pH podem ter origem natural ou devido a ação humana, como: despejos domésticos e industriais. Em ambientes aquáticos o pH deve ser entre 6 a 9 (GASPAROTTO, 2011). A Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição (FUNASA, 2013).

### 3.5.6 Turbidez

A turbidez é uma característica física da água, que é decorrente de substâncias de suspensões. O tamanho das partículas varia de acordo com o tipo de coloide presente na bacia híbrida (GLÓRIA, 2020).

A turbidez ocorre devido a presença de materiais sólidos, que reduzem sua transparência, deixando com aparência turva e esteticamente indesejável para consumo humano. A turbidez tem origem natural por meio de suspensão de partículas de rochas, argilas, algas e entre outras, e pode ter origem antropogênica, como: poluição dos rios, lagos e entre outros (SPERLING, 2005).

Como parâmetro de qualidade, a turbidez é um dos métodos essenciais para delimitar possíveis poluições ou não. Segundo a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde o valor máximo permitido é de 1,0 UT para água subterrânea pós-filtração ou pré-desinfecção, e, em qualquer ponto da rede de distribuição 5,0 UT como padrão organoléptico de potabilidade (FUNASA, 2013).

### 3.5.7 Temperatura

A temperatura expressa a intensidade de calor em uma data escala, normalmente utiliza-se grau Celsius (°C), e pode ser medida por um termômetro (PINTO, 2007). A temperatura está diretamente relacionada com vários processos da água, como o aumento do consumo, a fluoretação, com solubilidade, pH, desinfecção, turbidez, condutividade elétrica, e etc. (FUNASA, 2013).

Elevações de temperaturas diminuem a solubilidade de gases presentes na água, o que ocasiona mau cheiro. Além disso, as reações físicas, químicas e biológicas são afetadas significativamente e essas variações em corpos de água geralmente são provocadas devido a poluição local. Em bacias hídricas, a temperatura normalmente é analisada com outros parâmetros para deduzir uma possível qualidade local (CETESB, 2009; SPERLING, 2005).

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a qualidade da água de diferentes poços simples do município de Rebouças - Paraná, empregando-se os seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, dureza total e cloretos.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Coletar amostras de poços simples das zonas rural e urbana do município de Rebouças, Paraná, Brasil;
- Determinar os parâmetros físico-químicos (temperatura, condutividade, potencial hidrogeniônico, cloretos e dureza total) das amostras coletadas;
- Avaliar a qualidade da água dos diferentes poços, comparando os resultados obtidos com os limites estabelecidos pela legislação vigente.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 LOCALIZAÇÃO E COLETA

No município de Rebouças, foram selecionados seis poços simples (também conhecido como poço comum, poço caipira, poço raso, cisterna, cacimba ou amazonas), sendo três destes em zona rural, e os outros três em zonas urbanas, todos com aproximadamente nove metros de profundidade.

As coletas foram distribuídas em seis pontos, com distintas coordenadas, conforme apresentado na tabela 2.

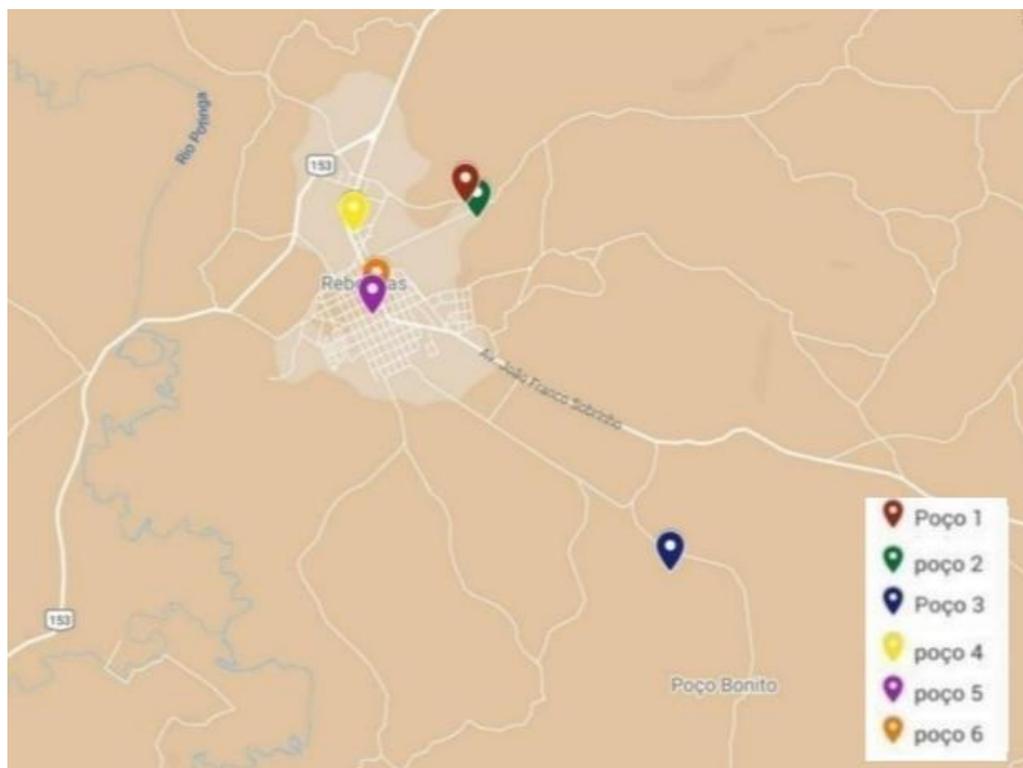
Tabela 2. Distribuição dos pontos por coordenada

Ponto/ Poço	Coordenada	Localização	Proprietário
1	25 ° 62' 88.2" S 50° 68' 70.3" W	Riozinho- Rebouças (zona rural)	Dona Neide
2	25° 62' 68.0" S 50 ° 68' 58.2" W	Riozinho- Rebouças (zona rural)	Dona Neiva
3	25° 65'43.6 " S 50° 65' 63.6" W	Rio Bonito- Rebouças (zona rural)	Seu José
4	25 ° 61' 63.3" S 50 ° 69' 55.1" W	Centro- Rebouças (zona urbana)	Dona Rose
5	25° 37' 32.3" S 50° 41' 35.2" W	Centro- Rebouças (zona urbana)	Dona Luzia
6	25° 62' 61.2" S 50° 69' 72.8' W	Centro- Rebouças (zona urbana)	Dona Sueli

Fonte: Autora.

Os pontos de coleta marcados com GPS são apresentados na figura 1.

Figura 1: Pontos de coleta das amostras



Fonte: Google Maps

A coleta das amostras de água dos poços foi realizada em recipientes plásticos, devidamente limpos, numerados, e etiquetados com a data e hora da coleta, o número do poço, a localização, e o proprietário. Na sequência, as amostras foram encaminhadas, em uma bolsa térmica, até o laboratório de química do Instituto Federal do Paraná- Campus Irati, onde as análises físico-químicas foram realizadas.

## 5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Os parâmetros físico-químicos analisados foram: temperatura, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico, dureza total e cloretos. Todas as análises seguiram as metodologias descritas na literatura (FUNASA, 2013; GARCEZ, 2004; DIAS *et al.* 2016).

### 5.2.1 Temperatura

A medida de temperatura foi realizada no local, na hora da coleta. Para determinar a temperatura das amostras, expressa em graus Celsius (°C), utilizou-se um termômetro digital.

### 5.2.2 Condutividade Elétrica

A medida de condutividade foi realizada em laboratório, empregando-se um condutivímetro de bancada, previamente calibrado, da marca Nova Instruments, modelo NI CVM.

### 5.2.3 Potencial Hidrogeniônico

Em laboratório, para as medidas de potencial hidrogeniônico, utilizou-se um pHmetro digital de bancada, da marca MS Tecnoyon, modelo MPA-210, previamente calibrado com soluções tamponadas, pH 4,0 e pH 7,0.

### 5.2.4 Dureza Total

A determinação da dureza ocorreu por meio de titulação complexométrica com uma solução padrão de EDTA 0,01 mol/L, após o tamponamento do meio com uma solução tampão NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub>Cl (pH =10) e empregando-se indicador eriocromo-T, de acordo com o procedimento descrito por DIAS *et al*, 2016. As amostras dos seis poços foram analisadas em triplicata.

Os resultados da análise de dureza, expressa em mg/L de CaCO<sub>3</sub>, foram obtidos de acordo a equação abaixo:

$$Dureza = \frac{M_{EDTA} \times V_{EDTA} \times MM_{CaCO_3}}{V_{amostra}} \times 1000$$

Onde:

*Dureza* = Dureza total (expressa em mg/L de CaCO<sub>3</sub>)

*M<sub>EDTA</sub>* = Concentração da solução de EDTA (mol/L).

*V<sub>EDTA</sub>* = Volume de EDTA consumido na titulação (mL).

*MM<sub>CaCO<sub>3</sub></sub>* = Massa Molar do carbonato de cálcio (g/mol).

*V<sub>amostra</sub>* = Volume da amostra de água (mL).

### 5.2.5 Cloretos

No laboratório, realizou-se a análise de cloretos por meio de uma titulação por precipitação (método Mohr), empregando-se uma solução 0,0141 mol/L de  $\text{AgNO}_3$ , devidamente padronizada, e cromato de potássio 5% como indicador, em acordo com o procedimento descrito no “*Manual de Procedimentos e Técnicas Laboratoriais voltado para Análises de Águas e Esgotos Sanitário e Industrial*” (GARCEZ, 2004). Antes do início da titulação, os pHs das amostras foram corrigidos para valores entre 7 e 10. As amostras dos seis poços foram analisadas em triplicata.

Os resultados da análise de cloretos, expresso em mg/L, foram obtidos de acordo a equação abaixo:

$$Cl (mg/L) = \frac{(A - B) \times M_{AgNO_3} \times 35,453}{V_{amostra}} \times 1000$$

Onde:

$A =$  Volume do titulante gasto para titular a amostra (mL)

$B =$  Volume do titulante gasto para titular o branco (mL)

$M_{AgNO_3} =$  Concentração da solução do titulante (mol/L)

$V_{amostra} =$  Volume da amostra de analisada (mL)

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A água normalmente apresenta diversos compostos, que na maioria das vezes provêm dos ambientes naturais, no caso dos poços encontram-se sujeiras provenientes dos tipos de instalações presentes na hora da retirada da água. Também existem os compostos que são introduzidos pela ação antrópica.

Para determinar a qualidade da água, existem algumas técnicas e práticas experimentais que são estabelecidas como parâmetros. Esses parâmetros além de serem indicadores da qualidade da água, quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso, indicam os possíveis processos de poluição presentes nas amostras (PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2015).

Os indicadores empregados conforme os recursos disponíveis, apresentam-se a seguir.

### 6.1 TEMPERATURA

A temperatura é a responsável por expressar a energia cinética das moléculas de um corpo, sendo responsável pela transferência de calor em um meio. Assim a temperatura é a medida da intensidade de calor expresso em uma determinada escala, sendo medida por um termômetro ou um sensor (PINTO, 2007).

No momento da coleta da água, realizou-se a leitura da temperatura da água, os resultados obtidos estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3: Aferição da temperatura das amostras analisadas

<b>Amostras</b>	<b>Temperatura</b>
Ponto 1	19°C
Ponto 2	18°C
Ponto 3	18°C
Ponto 4	18°C
Ponto 5	17°C
Ponto 6	18°C

Fonte: Autora.

Elevações da temperatura aumentam drasticamente as taxas das reações físicas, químicas e biológicas, assim diminuindo a solubilidade de gases que estão presentes em meio aquoso e

assim tendem a aumentar a ocorrência de maus cheiros, em casos de liberações de gases com odores fortes. A alteração de temperatura da água pode ser causada por fontes naturais ou por ações do homem (SPERLING, 2005).

A temperatura da água é uma das características mais importantes do meio aquático, pois pode afetar a palatabilidade da água. De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, não ocorreu variação significativa da temperatura das amostras. As águas subterrâneas são constantes e possuem temperaturas abaixo da temperatura ambiente, pois não é influenciada pelas mudanças climáticas que ocorrem na superfície terrestre (BRASIL, 2006).

## 6.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os resultados obtidos para a condutividade elétrica das amostras são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Condutividade elétrica das amostras analisadas

<b>Amostras</b>	<b>Condutividade elétrica (uS/cm)</b>
Ponto 1	35,97
Ponto 2	37,62
Ponto 3	185,50
Ponto 4	92,18
Ponto 5	91,23
Ponto 6	151,30

Fonte: Autora.

A condutividade elétrica é a medida que uma solução aquosa possui de conduzir corrente elétrica, devido a presença de íons. Quanto maior a concentração de íons na solução maior será a capacidade de conduzir corrente elétrica (PINTO, 2007). A condutividade elétrica depende da temperatura da amostra, por isso essas medidas sempre estão associadas. A condutividade elétrica da água deve ser expressa em unidades de resistência (mho ou S) por unidade de comprimento (geralmente cm ou m) (BRASIL, 2006).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (EMBRAPA, 2001), cada corpo hídrico possui uma determinada constante de condutividade. Um dos fatores que influenciam a condutividade elétrica das águas é a formação geológica da região da coleta. Principalmente quando existe a presença de rochas minerais que auxiliam na formação de íons nas amostras. Outro fator que deve ser levado em consideração são as ações antrópicas, já que

efluentes industriais como fontes localizadas, também liberam altos teores de íons dissolvidos, envolvendo o acúmulo de sais (EMBRAPA, 2001).

Observando-se a Tabela 4, é possível notar que as águas do Ponto 1 e 2 possuem valores de condutividade baixos e próximos, ambos se encontram em áreas rurais, relativamente próximas. Os pontos 4 e 5, apresentaram condutividade elétrica próxima, ambas foram coletadas no centro urbano da cidade de Rebouças. Já, os pontos 3 e 6, apresentaram valores de condutividade elétrica mais altos, 185,5 uS/cm e 151,3 uS/cm, respectivamente, quando comparados os outros pontos.

Como citado anteriormente, sabe-se que quanto maior a presença de íons na amostra maior será a condutividade elétrica, índices elevados de condutividade podem sugerir possíveis contaminações ou presença de regiões de rochas minerais.

### 6.3 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

Os resultados para o pH das amostras são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Potencial hidrogeniônico das amostras analisadas

<b>Amostras</b>	<b>pH</b>
Ponto 1	6,74
Ponto 2	5,82
Ponto 3	5,50
Ponto 4	4,16
Ponto 5	4,23
Ponto 6	4,58

Fonte: Autora.

O pH representa o potencial hidrogeniônico que varia de condições ácidas a alcalinas, por meio da presença de íons hidrogênio ( $H^+$ ) (GASPAROTTO, 2011). Ele pode ser calculado, abrangendo faixa usual de 0 a 14. Assim, sabe-se que quando é inferior a 7 considera-se ácido e superior a 7 considera-se básico.

O valor do pH relaciona-se com a distribuição de íons de diversos compostos, contribui para a solubilidade de substâncias e define o potencial de toxicidade de vários elementos. Quando ocorre alterações de pH são várias as ações que ocorrem, no caso das águas, valores baixos, levam a precipitações ácidas provocando poluição térmica e vida aquática escassa

(SPERLING, 2005).

A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição. Conforme apresentado na tabela 5, o ponto 1 é o único que se encontra dentro do limite indicado pelo CONAMA. Nos pontos 2 e 3, os pH variaram de 5,82 a 5,50, quase atingindo o mínimo requerido pelos conselhos do meio ambiente, e os pontos 4, 5 e 6 apresentam índice muito abaixo do mínimo desejado.

As amostras encontradas, possuem pH ácido e necessitam de uma correção de alcalinidade, a fim de corrigir essa acidez. A correção do pH ocorre por meio da alcalinização da água para remover o gás carbônico livre, provocando a formação do carbonato (KUBITZA, 2017).

#### 6.4 DUREZA TOTAL

Os resultados para análise de dureza total das amostras são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Dureza total das amostras

<b>Amostras</b>	<b>Dureza Total (em mg/L de CaCO<sub>3</sub>)</b>
Ponto 1	12,0
Ponto 2	12,0
Ponto 3	18,0
Ponto 4	8,0
Ponto 5	10,4
Ponto 6	21,0

Fonte: Autora.

A dureza total é a soma das concentrações de dois principais íons: cálcio e magnésio, expressos como carbonato de cálcio. A dureza da água é separada em temporária e permanente. A dureza temporária é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio, os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que se precipitam. A dureza permanente é quando existe a presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio e são solúveis na água (FUNASA, 2013). A portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que a dureza máxima permitida em uma amostra de água para ser potável é de 500 mg/L em termos de CaCO<sub>3</sub>.

A partir dos resultados apresentados na tabela 6, é possível observar que todos os poços

possuem dureza inferior a 75 mg/L CaCO<sub>3</sub>, sendo classificadas como água mole. Neste parâmetro, entende-se que as amostras dos poços estão dentro dos parâmetros de potabilidade.

## 6.5 CLORETOS

Os resultados para análise de cloretos são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Cloretos nas amostras

<b>Amostras</b>	<b>Cloretos (mg/L)</b>
Ponto 1	2,94
Ponto 2	2,15
Ponto 3	31,31
Ponto 4	8,81
Ponto 5	9,79
Ponto 6	19,37

Fonte: Autora.

Os cloretos estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L, estão presentes na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar (FUNASA, 2013). Quando uma análise é realizada e apresenta um índice de cloreto elevado, pode indicar uma possível contaminação vinda de esgotos devido a presença dos cloretos que são encontrados na urina ou até mesmo poluição vinda de despejos industriais (BRASIL, 1990).

Todas as amostras analisadas apresentaram teor de cloretos dentro padrão organoléptico de potabilidade estabelecido pela legislação (Tabela 7), considerando a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde que estabelece o teor de 250 mg/L como o valor máximo permitido para água potável, e a Resolução CONAMA 396/2008, que define o valor máximo permitido de cloretos em água subterrânea para consumo humano é de 250.000 µg/L, para irrigação de 100.000 a 700.000 µg/L, e para recreação de 400.000 µg/L.

Ademais, é possível observar que existe um fluxo baixo de cloretos nas amostras coletadas, o que pode sugerir que as amostras não sofrem qualquer tipo de contaminação da injeção de excrementos humanos ou despejos de resíduos industriais, e também vale ressaltar que nesses casos, provavelmente não existem rochas minerais presentes no subsolo.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho observou-se que as medidas de temperatura das amostras foram relativamente mais baixas que a temperatura ambiente, o que é o ideal quando se trata de águas subterrâneas. Quanto à condutividade elétrica, as amostras apresentaram valores entre 35,97 uS/cm e 185,5 uS/cm na zona rural, e 91,23 uS/cm e 151,3 uS/cm na zona urbana.

A literatura estabelece pH entre 6,0 e 9,0 como ideal para consumo humano, o poço 1, apresentou o pH 6,74, dentro do ideal, entretanto, o restante das amostras o pH foi abaixo de 6,0, indicando que será necessário realizar a correção dependendo do uso desejado.

Na análise do parâmetro dureza, as amostras foram classificadas como moles, pois apresentam resultados inferiores a 75 mg/L. Já para a análise de cloretos, os valores obtidos para as seis amostras foram inferiores ao limite de potabilidade, de 250 mg/L.

As amostras analisadas apresentaram parâmetros físico-químicos em acordo com o estabelecido pela legislação brasileira, pode-se dizer que as amostras se classificam como Água Doce Classe 1. As águas podem ser consumidas, desde que haja desinfecção com o uso de cloro e a correção de pH quando necessário.

## 8. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. Geografia Global 2. São Paulo: Escala Educacional, 2010.;
- APDA, Comissão Especializada da Qualidade da Água, 2012. Disponível em: <https://www.apda.pt/site/upload/FT-QI-10-%20Dureza%20total.pdf>. Acesso em: 24 de abril de 2022.
- ASHBY, M.F. Engenharia Ambiental: Conceitos, tecnologia e gestão. CALIJURI, M.C.; CUNHA, D.G.F. (Coord.) Rio de Janeiro: Elsevier, c. 12, p. 269-293, 2013.
- BACCAN, N. et al. Química Analítica Quantitativa Elementar, 3ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.
- BARBOSA, A. R. J. Elementos de Hidrologia Aplicados ao Estudo de Graduação. Apostila de curso. Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Declaração Universal dos Direitos da Água. Porto Seguro: MMA/SRH, 2000 (Histore de L'eau, George Ifrah, Paris, 1992).
- BRITO K. P. Qualidade da água de poços artesianos das comunidades rurais aroeiras e pau ferro em São José de Piranhas - PB. Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras -PB, 2019.
- CETESB. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das águas e dos sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, p. 44. 2009.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, 2005.
- CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008.
- DIAS, S. L. P.; VAGHETTI, J. C. P.; LIMA, E. C. BRASIL, J. L.; PAVAN, F. A. Química Analítica: Teoria e práticas essenciais. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- DIGITAL WATER. Alcalinidade na água - O que é? Causas ? Por que medir?. Disponível em: [https://www.digitalwater.com.br/alcalinidade\\_na\\_agua/](https://www.digitalwater.com.br/alcalinidade_na_agua/). Acesso em: 26 de abril de 2022.
- EMBRAPA- ECO ÁGUA. Condutividade, 2001. Disponível em: <https://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua/eco/condu.html>. Acesso em 20 de Abril de 2022.
- FAGUNDES, R. J. P.; ANDRADE, L. A. POÇOS ARTESIANOS: uma reflexão na perspectiva da sustentabilidade. Revista multidisciplinar, 2015. Disponível em: [https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2015/pocos\\_artesianos\\_uma\\_reflexao\\_na\\_perspectiva\\_da\\_sustentabilidade\\_35.pdf](https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2015/pocos_artesianos_uma_reflexao_na_perspectiva_da_sustentabilidade_35.pdf). Acesso: 4 de março de 2022.
- FERREIRA, P. Agricultura é quem mais gasta água no Brasil e no mundo. EBC, 2015.

Disponível em: <https://memoria.ebc.com.br/noticias/internacional/2013/03/agricultura-e-quem-mais-gasta-agua-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 20 de Abril de 2022.

FUNASA, Fundação Nacional da Saúde. Manual Prático da Análise da Água. Departamento de Saúde Ambiental Coordenação de Controle da Qualidade da Água. Brasília: 4<sup>o</sup> edição, 2013.

GARCEZ N. L, Manual de Procedimentos e Técnicas Laboratoriais Voltados para Análises de Águas e Esgotos Sanitários e Industrial. Disponível em: [http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Manual%20de%20Tecnicas%20de%20Laboratorio\\_Aguas%20e%20Esgotos%20Sanitarios%20e%20Industriais.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Manual%20de%20Tecnicas%20de%20Laboratorio_Aguas%20e%20Esgotos%20Sanitarios%20e%20Industriais.pdf). Acesso em: 14 de abr. 2022.

GASPAROTTO, F. A. Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90. 2011.

GLÓRIA, L. P. Qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João no Município de Porto Nacional (TO). Iguatu, CE: Quipá Editora, 2020.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. As águas subterrâneas do Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 3<sup>a</sup> edição. São Paulo: SMA/IG, 2012.

KUBITZA F. A relação entre pH, gás carbônico, alcalinidade e dureza e sua influência no desempenho e saúde dos peixes e camarões. Disponível em: <https://panoramadaaquicultura.com.br/a-agua-na-aquicultura-ph-gas-carbonico-alcalinidade/> Acesso em: 20 de Abril de 2022.

MAGALHÃES P. S. S. Utilização das fontes de água no solo, emprego de cataventos e rodas de água para acionamento de bombas. EMBRAPA, Petrolina-PE. 1 Ed, p. 1- 47, 1983.

NATAL, L.; NASCIMENTO, R. Águas subterrâneas: conceitos e controvérsias. Boletim mídia ambiente. São Paulo, ano II, n. 6, out/Nov. 2004.

Portal Tratamento de Água. Qualidade da água- Parâmetros e Padrões, 2015. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/>. Acesso em: 22 de Abril de 2022.

RESENDE, R. S.; CRUZ, M. A. S.; AMORIM, J. R. A. de. Atlas de qualidade da água subterrânea no estado de Sergipe com fins de irrigação. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009.

SANTOS, F. B. P; RICARD, M. A.; LIMA, R. G.S. Contaminação e Poluição de Águas Subterrâneas: Uma Breve Revisão. 1 Ed. São Paulo, SP. 2018.

SPERLING, M. V. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 3<sup>a</sup>. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. I, 2005.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos, Revista Interdisciplinar dos Centros e Núcleos da Unicamp. São Paulo, out. 2003. Disponível em: [http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos\\_01/A3\\_Tundisi\\_port.PDF](http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF)>. Acesso em: 01 de abril de 2022.

VICENTE Y. S. Qualidade de águas de poços artesianos de peabiru, paraná, brasil: um município sem saneamento público. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Campo Mourão, 2021.

ZERWES P. M.; SECCHI M. I. ; CALDERAN T. B.; BORTOLI J.; TONETTO J. F.; TOLDI

M.; OLIVEIRA E. C.; SANTANA E. R. R. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 37 n.4 set-dez, p. 651-663, 2015.

MEIRA, J. C. R.; DE-CAMPOS, A. B.; PEREIRA, L. C. Vulnerabilidade Natural e Perigo à Contaminação de Zona de Recarga do Aquífero Guarani. *Abas, Associação Brasileira de Águas Subterrâneas*, v. 28, n. 1, p.31-46, 2014. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/27412/18080>>. Acesso em: 10 de abr. de 2022.

PINTO, M. C. F. Manual de medição in loco. Site da CPRM, 2007. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao\\_territorial/geologia\\_medica/manual\\_medicoes\\_T\\_%20pH\\_OD.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/geologia_medica/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf)>. Acesso em: 15 março 2022.