

# Avaliação da qualidade da água de poços em São Paulo, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais

*Review of the quality of water from wells in São Paulo, Mato Grosso do Sul and Minas Gerais*

Nathália Ferreira da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário de Votuporanga, São Paulo – Brasil, nathifsilva12@gmail.com

**Recebido:**

17 de junho de 2025

**Recebido no formato de revisão:**

06 de dezembro de 2025

**ACEITO:**

14 de dezembro de 2025

**Disponível online:**

20 de fevereiro de 2026

**Seção:**

Artigos

**Palavras-chave:**

Água Subterrânea.

Coliformes.

Bactérias Termotolerantes.

Nitrato.

Potabilidade.

**Keywords:**

Groundwater.

Coliforms.

Thermotolerant Bacteria.

Nitrate.

Potability.

<https://doi.org/10.14295/ras.v40i1.30332>



## RESUMO

Sabe-se que a água de qualidade é imprescindível para o bom funcionamento do organismo humano. Assim, alternativamente, as águas subterrâneas são utilizadas para diversos fins, como opção à sua escassez. Nesse aspecto, o presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento de dados quantitativos de análises de águas de poços realizado pelo laboratório LaborLab, empresa situada no município de Votuporanga-SP, com o intuito de verificar a qualidade da água subterrânea em municípios de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais por meio da análise de resultados e comparação com os limites de aceitação da legislação vigente no Brasil GM/MS nº 888, de 2021. Foram avaliados 40 poços de uso independente, no período de janeiro a outubro de 2024. As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas pelas metodologias do LaborLab, as quais são referenciadas pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2021). Os resultados obtidos revelam que em 3 poços (7,5%) encontravam-se valores de nitrato acima do máximo permitido (10 mg/L-1 de N-NO-3), 22 (55%) apresentavam presença de coliformes totais e 4 (10%) também constava a presença de bactérias termotolerantes, indicando a não potabilidade das águas. Portanto, observados os parâmetros de cada amostra, notavam-se em 29 dos poços (72,5%) valores acima do máximo permitido (VMP) pela legislação, assim, fora dos padrões de potabilidade e, em 11 dos poços (27,5%) apenas, águas próprias para consumo humano e, portanto, seguindo a legislação vigente. Desse modo, o estudo concluiu que é necessário o monitoramento rigoroso e tratamento correto para utilização dessas fontes de água para consumo humano, adotando medidas que vão além da técnica e um olhar atento para garantir a qualidade desse recurso.

## ABSTRACT

It is well known that good quality water is essential for the proper functioning of the human body. Thus, groundwater is used for various purposes as an alternative to its scarcity. In this regard, the present study aimed to collect quantitative data from water analyses of wells carried out by LaborLab, a company located in the municipality of Votuporanga-SP, in order to verify the quality of groundwater in municipalities in São Paulo, Mato Grosso do Sul, and Minas Gerais by analysing the results and comparing them with the acceptance limits of GM/MS Ordinance No. 888 of 2021. Forty independently used wells were evaluated between January and October 2024. Physical-chemical and microbiological analyses were performed using LaborLab methodologies, which are endorsed by Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2021). The results obtained reveal that in 3 wells (7.5%) nitrate values were above the maximum allowed (10 mg/L-1 of N-NO-3), 22 (55%) had the presence of total coliforms and 4 (10%) also had the presence of thermotolerant bacteria, indicating that the water was not potable. Therefore, observing the parameters of each sample, 29 of the wells (72.5%) had values above the maximum permitted (VMP) by law, thus falling outside the standards of potability, and only 11 of the wells (27.5%) had water suitable for human consumption and, therefore, in compliance with current legislation. Thus, the study concluded that rigorous monitoring and proper treatment are necessary for the use of these water sources for human consumption, adopting measures that go beyond technical aspects and a careful eye to ensure the quality of this resource.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um elemento essencial à vida e desempenha um papel fundamental em praticamente todas as atividades humanas. Devido à sua característica de “solvente universal”, é capaz de dissolver inúmeras substâncias, o que a torna imprescindível nos processos vitais e em diversas atividades industriais (Silva, 2010).

Segundo Rampelotto (2012), organismos conseguem sobreviver sem oxigênio, mas não sobrevivem sem água, com a qual conseguem se adaptar e sobreviver em mundos e ambientes geoquímicos diferentes. No organismo humano, a água compõe aproximadamente 60% — proporção indispensável para manter a homeostase — e desempenha papel fundamental em atividades como controle de temperatura, equilíbrio eletrolítico, equilíbrio osmótico e como veículo de eliminação de produtos do metabolismo e invasores, sendo assim necessária estar livre de microrganismos nocivos à saúde humana (Pereira, 2021).

Embora mais de 70% do planeta seja constituído por água, apenas 3% dessa quantidade é composta por água doce e, portanto, potencialmente disponível para o consumo humano. Dessa fração limitada, 96% encontram-se em aquíferos subterrâneos, o que representa cerca de 10 milhões de quilômetros, sendo o restante distribuído em corpos de água superficiais, como rios e lagos. Diante disso, evidencia-se que o uso racional e o monitoramento da qualidade desse recurso são essenciais para assegurar a saúde pública e o desenvolvimento sustentável (Silva, 2010).

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), doenças diarreicas, muitas das quais são preveníveis através de saneamento básico e práticas de higiene, são responsáveis pela morte de cerca de 1,5 milhões de crianças anualmente, o que corresponde a aproximadamente 5 mil mortes diárias no Brasil. Essa realidade demonstra que a prevenção de Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI) depende, imprescindivelmente, da garantia de que a composição da água seja livre de níveis tóxicos de substâncias dissolvidas e possíveis patógenos (Lemos, 2020).

Especificamente no que tange à composição da água, acredita-se que a qualidade desse recurso está diretamente relacionada à concentração de constituintes em forma de partículas dissolvidas. Observa-se que, por meio de processos naturais, as águas adquirem composição similar àquela das rochas e solos pelos quais percolam. Conclui-se, então, que a composição das rochas e solos podem influenciar as características físico-químicas dos lençóis subterrâneos onde as águas desaguam (Viel; Nascimento; Fenzl, 2024).

Além desses processos naturais, atividades antrópicas, tais como lançamento de esgotos, uso de fertilizantes no solo, descartes irregulares, modificações nos sistemas fluviais, ocupação desordenada e consumo desenfreado também impactam fortemente a qualidade hídrica, contribuindo, ainda, com a escassez de água (Oliveira *et al.*, 2022).

No Brasil, há uma legislação para o controle de qualidade da água, específica para o monitoramento de poços artesianos. A Portaria do Ministério da Saúde GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, conforme em vigor, que estabelece determinados procedimentos de controle e vigilância com o fim de garantir que a água destinada ao consumo humano atenda a padrões específicos de potabilidade (Brasil, 2021).

Os poços podem ser classificados como (i) tubulares rasos de menor profundidade (e, assim, mais vulneráveis à contaminação); ou (ii) tubulares profundos (que, devido à sua construção correta com selos de proteção e revestimentos, apresentam maior resistência à poluição superficial) (Oliveira *et al.*, 2018).

Quando ocorrem desvios nos parâmetros de qualidade, medidas de controle são necessárias para conter os riscos. Nesse contexto, a regulamentação técnica e as legislações específicas desempenham um papel crucial na preservação da saúde e do bem-estar da população humana e animal (Almada, 2021).

Desse modo, o presente estudo teve como objetivo apresentar os resultados de uma avaliação da qualidade da água de diversos poços, avaliando os parâmetros físico-químicos e microbiológicos para, enfim, determinar a conformidade com os padrões de potabilidade definidos na legislação vigente.

## 2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado sob forma de levantamento de dados das análises físico-químicas e microbiológicas provenientes das águas dos poços levadas ao Laboratório LaborLab Análises Ambientais LTDA, no período de janeiro de 2024 a outubro de 2024. Para cada amostra coletada dos poços, analisaram-se: turbidez, cor, pH, nitrato, nitrito, dureza total, ferro total, cloretos, contagem total de bactérias heterotróficas aeróbicas e ausência/presença de coliformes totais e termotolerantes. Para cada parâmetro foi utilizada uma metodologia específica (Quadro 1 e 2).

### **Quadro 1 – Métodos utilizados**

<b>Análises microbiológicas</b>	
Bactérias Heterotróficas	Plate count agar
Coliformes Totais	Substrato Cromogênico
Escherichia coli	Substrato Cromogênico

---

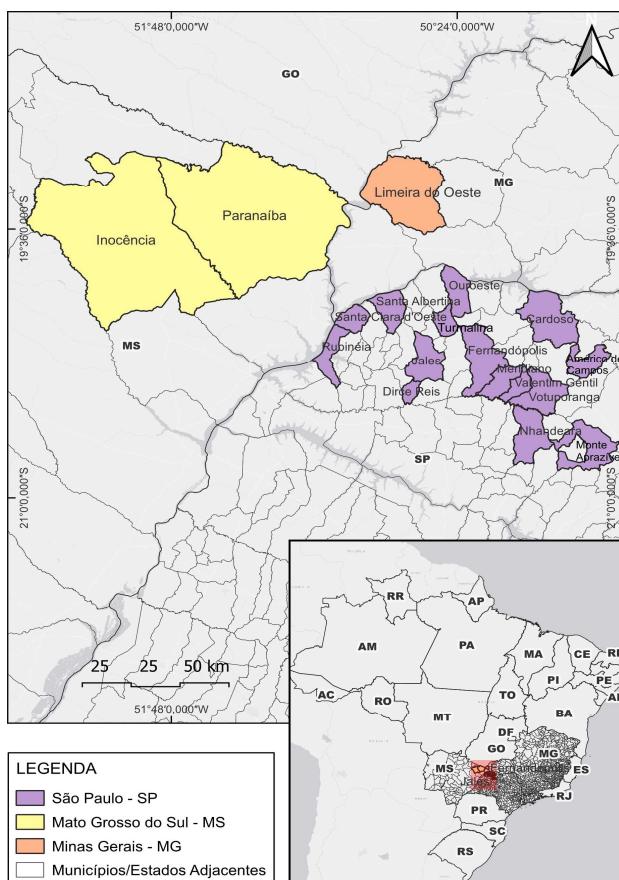
**Fonte:** LaborLab Análises Ambientais LTDA, 2024. Autoria própria, 2025.

**Quadro 2 – Dados de Equipamentos do Laboratório**

<b>Parâmetros</b>	<b>Equipamento</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Unidade</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>
Turbidez	Turbidímetro	Nefelometria	*NTU	Hach	2100Q
Cor	Colorímetro	Hazen (Pt-Co)	**uH (Pt-Co)	Hach	DR 890
pH	pHMetro	Potenciométrico	u pH	Hanna	pH21
Nitrato (N-NO <sup>-3</sup> )	Colorímetro	Colorimétrico (Redução com Cádmio)	mg/L	Hach	DR 3900
Nitrito (N-NO <sup>-2</sup> )	Colorímetro	Colorimétrico (Redução com Cádmio)	mg/L	Hach	DR 3900
Dureza Total	Bureta	Titulometria (EDTA)	mg/L de CaCO <sup>3</sup>	-	-
Ferro Total	Colorímetro	Colorimetria (Ortofenantrolina)	mg/L	Hach	DR 890
Cloreto	Bureta	Titulometria (Mhor)	mg/L	-	-

\*NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez \*\*uH (Pt-Co): Unidade Platina Cobalt

**Fonte:** LaborLab Análises Ambientais LTDA, 2024. Autoria própria, 2025.



**Figura 1.** Sistema de Coordenadas Geográficas Datum SIRGAS 2000

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024)

O estudo foi realizado na região de Votuporanga-SP, com base em amostras coletadas nas cidades de Américo de Campos, Cardoso, Dirce Reis, Fernandópolis, Jales, Meridiano, Monte Aprazível, Nhandeara, Ouroeste, Rubineia, Santa Albertina, Santa Clara d'Oeste, Turmalina, Valentim Gentil e Votuporanga. Além disso, foram coletadas amostras no Estado de Mato Grosso do Sul, nas cidades de Inocência e Paranaíba e, no Estado de Minas Gerais, na cidade de Limeira do Oeste. Os dados gerais das amostras coletadas encontram-se listados na Tabela 1, bem como ilustrados na Imagem 1.

**Tabela 1 – Dados Gerais**

Poço	Amostra	Município	Origem
1	1	Limeira d'Oeste-MG	Urbana
2	22	Votuporanga-SP	Urbana
3	23	Votuporanga-SP	Urbana
4	24	Votuporanga-SP	Urbana
5	113	Monte Aprazível-SP	Rural
6	230	Cardoso-SP	Rural
7	248	Votuporanga-SP	Urbana
8	249	Votuporanga-SP	Urbana
9	251	Votuporanga-SP	Urbana
10	252	Votuporanga-SP	Urbana
11	265	Ouroeste-SP	Rural
12	267	Votuporanga-SP	Urbana
13	268	Votuporanga-SP	Urbana
14	269	Votuporanga-SP	Urbana
15	272	Nhandeara-SP	Rural
16	346	Votuporanga-SP	Urbana
17	411	Valentim Gentil-SP	Rural
18	417	Jales-SP	Urbana
19	420	Paranaíba-MS	Urbana
20	441	Cardoso-SP	Urbana
21	444	Santa Albertina-SP	Urbana
22	491	Rubineia-SP	Urbana
23	492	Américo de Campos-SP	Rural
24	550	Votuporanga-SP	Urbana
25	559	Santa Clara d'Oeste-SP	Rural
26	560	Votuporanga-SP	Urbana
27	581	Valentim Gentil-SP	Rural
28	586	Dirce Reis-SP	Rural
29	603	Ouroeste-SP	Urbana
30	604	Ouroeste-SP	Urbana
31	635	Turmalina-SP	Rural
32	669	Fernandópolis-SP	Urbana
33	760	Cardoso-SP	Urbana
34	995	Votuporanga-SP	Urbana
35	1015	Fernandópolis-SP	Urbana
36	1057	Inocência-MS	Rural
37	1136	Valentim Gentil-SP	Rural
38	1146	Meridiano	Rural
39	1189	Nhandeara-SP	Rural
40	1214	Ouroeste-SP	Rural

## 2.1. Coleta

As coletas foram conduzidas de maneira rigorosa, seguindo metodologias que garantem a confiabilidade dos resultados. As amostras foram armazenadas em frascos plásticos de 100 mL, um deles esterilizado para análise microbiológica e o outro para a análise físico-química, ambos adequadamente identificados ao serem recebidos, em uma cadeia de custódia, na qual foram registradas as informações do cliente, local de origem, coletor, data e hora da coleta. O processo de coleta é feito na torneira mais próxima ao ponto de captação do poço natural. Antes da coleta, deixa-se a água escorrer por aproximadamente três minutos para evitar interferências de contaminantes internos ou externos. Posteriormente, foram registrados os dados de temperatura da água e do ambiente e as amostras foram mantidas em recipientes térmicos durante o transporte até o laboratório e colocadas

em refrigerador até serem analisadas, assegurando que as análises microbiológicas ocorressem até 24 horas após a coleta. Já, as físicoquímicas, com exceção do parâmetro cloro livre, feito em campo devido sua volatilidade, os demais parâmetros foram analisados no laboratório até 48 horas após coleta, garantindo confiabilidade nos resultados.

## **2.2. Análise físico-química**

Os procedimentos analíticos adotados no LaborLab foram embasados no Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater (Baird; Eaton; Rice., 2017), garantindo precisão e aderência aos parâmetros internacionais de qualidade.

### **2.2.1. Determinação de cloretos**

A quantificação de íons cloreto foi realizada pela técnica de volumetria de precipitação, utilizando nitrato de prata como reagente conforme o método de Mohr. Essa técnica de titulação direta permite mensurar com precisão a concentração de cloretos na amostra. A identificação de volumes elevados de cloretos presume o uso não controlado do solo, bem como a possível contaminação deste com o descarte de resíduos, agrotóxicos com íons de cloreto, entre outras ações antrópicas. VMP: 250 mg/L (Valor Máximo Permitido) pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

### **2.2.2. Avaliação da cor**

A cor da água é um indicativo da presença de materiais dissolvidos ou suspensos, de origem orgânica ou inorgânica que podem alterar sua coloração. A análise de cor foi realizada utilizando a Escala Platina-Cobalto (Pt/Co), também conhecida como APHA-Hazen, com auxílio de um colorímetro DR 890, calibrado e contendo uma curva pré-programada na escala de Hazen. VMP: 15 unidades de cor aparente (uC).

### **2.2.3. Medição da Dureza Total**

Para determinar a dureza total da água, utilizou-se a solução de EDTA padronizada e em meio alcalino, com um indicador específico (Eriocromo Black T). A técnica de titulometria de complexação permitiu avaliar a presença de íons de cálcio e magnésio, importantes indicadores de dureza na água. VMP: 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub>.

### **2.2.4. Quantificação de Ferro Total**

O método da 1,10-fenantrolina foi utilizado para medir o teor de ferro na água. Este método baseia-se na formação de um complexo de coloração vermelho-laranja entre a 1,10-fenantrolina e o íon ferroso (Fe<sup>2+</sup>). A concentração de ferro foi medida em um comprimento de onda de 510 mm, utilizando o colorímetro DR 890 Bach com uma curva padrão pré-programada. O alto teor do parâmetro está relacionado com a proteção sanitária inadequada e os dados geológicos e hidroquímicos. VMP: 0,3 mg/L.

### **2.2.5. Análise de Nitratos**

A concentração de nitratos foi determinada pelo método colorimétrico de redução de cádmio. Com o auxílio do colorímetro DR 890 Bach, a coloração desenvolvida corresponde à concentração de nitrato presente na amostra. Níveis altos indicam contaminação por matéria orgânica. VMP: 10 mg/L de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

### **2.2.6. Determinação de Nitratos**

Os nitritos foram analisados pelo método colorimétrico com sulfato ferroso, também utilizando o DR 890 Bach. A coloração desenvolvida representa a concentração de nitrito, esta substância indica contaminação orgânica e, após sua oxidação, converte-se em nitrato. VMP: 1,0 mg/L de N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>

### **2.2.7. Medição de pH**

O pH varia de 0 a 14 e mede o grau de acidez ou alcalinidade da solução. Utilizou-se a técnica eletrométrica com o pHmetro Hanna pH 21, sendo a água classificada como ácida ( $\text{pH} < 7$ ), básica ( $\text{pH} > 7$ ) ou neutra ( $\text{pH} = 7$ ). Sugere-se, na legislação vigente, um valor entre 6,0 a 9,5.

### **2.2.8. Análise de Turbidez**

A técnica usada de nefelometria mede o espalhamento da luz causado pelas partículas suspensas presentes na amostra de água a um ângulo de 90°. Para o presente estudo, a análise foi realizada com o turbidímetro Bach 2100 Q e forneceu dados sobre a presença de todos os materiais suspensos em uma amostra de água, ou seja, sua turbidez. VMP: 1,0 NTU (para sistemas de filtração) e 5,0 NTU (para sistemas alternativos).

## **2.3. Análise microbiológica**

A análise microbiológica visou identificar a presença de bactérias heterotróficas, coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*), utilizando as metodologias padronizadas também pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Baird; Eaton; Rice., 2017).

Para a contagem de bactérias heterotróficas, utilizou-se placas de Petri de plástico estéril, que foram identificadas com o número de registro de "cadeia" da amostra. O procedimento ocorre em uma Bancada de fluxo laminar vertical, reduzindo o risco de contaminação externa. Foi pipetado 1000 µL da amostra nas placas, seguida da adição de meio de cultura Plate Count Agar e, após homogeneização pela técnica Pour Plate, as placas foram incubadas a  $\pm 35^{\circ}\text{C}$ . A contagem de colônias de bactérias ocorreu entre 48-72 horas, avaliando-se a presença de colônias de organismos heterotróficos.

Para a análise de coliformes totais, foi ajustado o volume da amostra para 100mL no frasco e adicionado o reagente específico (test rápido/Colilert). Após homogeneização, as amostras foram incubadas a  $\pm 35^{\circ}\text{C}$  por 24 horas. A presença de coliformes totais indicou-se pela turvação amarela e a fluorescência amarela em luz UV ( $\lambda = 366$  mm), confirmando a presença de coliformes termotolerantes. Para reforçar a identificação, realizou-se o teste bioquímico com o Reativo de Kovacs (TecLab), que permite verificar a conversão do triptofano em indol, observada pela formação de um anel vermelho na superfície da amostra.

A detecção simultânea de enzimas relacionadas aos coliformes totais e coliformes termotolerantes foi viabilizada pelo uso do substrato enzimático Colilert. Essa metodologia enzimática permite identificar os coliformes totais, como bactérias que expressam a enzima  $\beta$ -D-galactosidase, as quais atuam sobre o substrato cromogênico, liberando o cromógeno, uma substância que gera uma coloração amarela característica. Já as bactérias termotolerantes diferenciam-se por apresentarem, adicionalmente, a enzima  $\beta$ -glucuronidase, essa enzima catalisa a quebra de um substrato fluorogênico, promovendo a liberação de compostos fluorescentes, que confirmaram a presença da bactéria. No contexto deste estudo, o teste foi aplicado no formato de presença/ausência.

## **3. RESULTADOS**

Os resultados das análises físico-químicas de turbidez, cor, pH, nitrito, dureza total e cloretos revelaram-se dentro dos Valores Máximos Permitidos (VMP) pela legislação em todas as amostras analisadas. Em relação a nitratos, avaliou-se que 3 poços (7,5%) apresentaram valor médio acima do VMP (10 mg/L-1), todos localizados em área urbana, atingindo até 12,4 mg/L-1, conforme listados na Tabela 2.

Níveis altos de nitrato em águas indicam a contaminação por matéria orgânica no solo provenientes de ações antrópicas, aumentando o risco de doenças como câncer e metahemoglobinemia (Nunes *et al.*, 2010).

A metahemoglobinemia é uma patologia associada ao excesso de nitrato ingerido, onde, no organismo, é convertido em nitrito. Este, por sua vez, aumenta os níveis de metahemoglobina circulante, uma forma de hemoglobina incapaz de se ligar ao oxigênio ( $\text{Hb}^{+3}$ ), resultando na diminuição do transporte de oxigênio para os tecidos.

Clinicamente, essa condição manifesta-se pelo aspecto de pele azulada (cianose), prevalente em lactantes, origem da denominação "Síndrome do Bebê Azul" (Nunes *et al.*, 2010).

**Tabela 2 – Análises físico-químicas**

Poço	Amostra	Turbidez (NTU)	Cor (mg/PtCo L)	pH	Nitrato	Nitrito	Dureza T.	Ferro T.	Cloreto
1	1	0,26	<1	7,5	<b>12,4</b>	0,037	140	<0,01	28
2	22	0,34	<1	6,77	4	0,016	105	0,01	10
3	23	0,28	<1	6,46	2,3	0,008	130	0,01	7
4	24	0,36	<1	6,2	5,8	0,012	90	0,02	17
5	113	0,34	<1	7,6	1,3	0,037	105	0,01	6,5
6	230	0,35	<1	6,57	0,5	0,018	50	0,02	7
7	248	0,21	<1	6,88	<b>10,7</b>	0,02	135	0,01	43
8	249	0,23	<1	6,56	<b>11,2</b>	0,075	105	0,01	30
9	251	0,36	<1	5,83	7,8	0,034	55	<0,01	23
10	252	0,33	<1	6,37	2,6	0,02	60	<0,01	7
11	265	0,26	<1	7,34	0,4	0,018	55	0,03	9
12	267	0,79	<1	7,05	9,1	0,403	155	0,04	33
13	268	0,24	<1	7,36	2,7	0,079	75	0,01	12
14	269	0,5	<1	7,67	5,4	0,332	80	0,02	33
15	272	1,96	1	6,83	8	0,328	150	<0,01	39
16	346	0,25	<1	7,5	1,2	0,03	85	0,01	7,5
17	411	0,25	<1	6,9	0,5	0,022	115	0,01	7,5
18	417	0,34	<1	7,34	1,8	0,017	85	0,01	9
19	420	0,41	<1	5,3	0,3	0,015	10	0,02	9,5
20	441	0,39	<1	4,6	2	0,028	<1	0,01	13,5
21	444	0,27	<1	7,34	4,5	0,161	155	0,01	36,5
22	491	0,38	<1	5,8	3,3	0,012	40	0,03	13
23	492	0,83	<1	5,33	0,6	0,016	25	0,01	10
24	550	0,25	<1	6,7	1,4	0,066	40	0,01	15
25	559	0,25	<1	5,8	0,6	0,012	40	<0,01	9,5
26	560	0,97	<1	6,1	<0,1	0,019	65	0,01	13
27	581	0,42	<1	6	6,8	0,437	55	0,01	13
28	586	0,2	<1	8	0,1	0,02	70	0,01	11
29	603	0,22	<1	6,13	0,2	0,015	25	<0,01	9
30	604	0,2	<1	7,07	1	0,028	75	0,01	8
31	635	0,4	<1	6	10	0,87	65	0,01	33
32	669	0,25	<1	6,32	4,6	0,221	50	0,01	9
33	760	0,44	<1	5,5	0,7	0,022	5	0,05	7,5
34	995	0,31	<1	7,68	8,2	0,13	120	<0,01	33
35	1015	0,36	<1	7,3	15	0,602	150	0,08	61
36	1057	0,77	<1	5,55	0,2	0,036	25	0,01	6
37	1136	0,21	<1	7,93	0,5	0,026	85	0,01	5
38	1146	0,3	<1	7,16	0,5	0,01	50	0,03	5
39	1189	0,28	<1	6,2	3,6	0,297	35	0,09	29
40	1214	0,27	<1	6,96	1,1	0,071	60	0,01	10
<b>Média</b>		<b>0,4</b>	<b>&lt;1</b>	<b>6,63</b>	<b>3,84</b>	<b>0,117</b>	<b>75,52</b>	<b>0,01</b>	<b>17,2</b>
<b>VMP</b>		<b>5</b>	<b>15</b>	<b>6,5-9,5</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>300</b>	<b>0,3</b>	<b>250</b>

**Fonte:** LaborLab Análises Ambientais, 2024. Autoria própria, 2025.

O Gráfico 1 apresenta, no eixo vertical, os poços que registraram valores de nitrato acima do VMP e, no eixo horizontal, o número total de poços analisados no estudo.

Os resultados microbiológicos apresentaram, em 14 dos 40 poços (35%), a presença de bactérias heterotróficas aeróbias acima do VMP (500 UFC/100mL), sendo 8 localizados em área urbana e 6 na zona rural. Essas bactérias utilizam compostos orgânicos como fonte de carbono para crescer. Em 22 dos poços analisados (55%), sendo 13 urbanos e 9 rurais, constatou-se presença de coliformes totais, os quais se diferenciam por fermentar lactose a partir de 35 °C. Também se notou a presença de bactérias termotolerantes em 10% dos poços, dentre os quais 3 encontram-se em área urbana e 1 na zona rural. Esse grupo de organismos fermenta lactose entre 44,5-45,5°C e é formado por bactérias como *E. coli*, *Enterobacter spp.*, *Citrobacter spp.* e *Klebsiella spp.*, presentes em vegetais e no solo, com exceção da *E. coli* que habita o trato intestinal do homem e de animais, o que indica, portanto, contaminação fecal (Lemos, 2020). As análises apresentadas acima encontram-se listadas na Tabela 3.

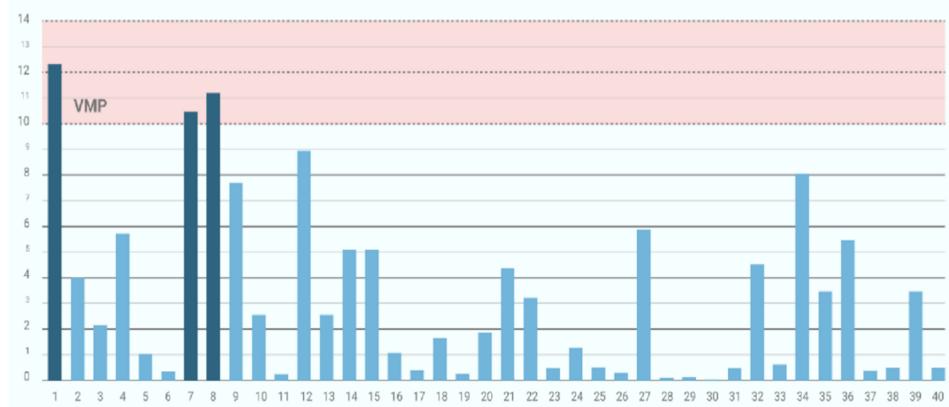


Gráfico 2. Dados de análises microbiológicas

Tabela 3 – Análises microbiológicas

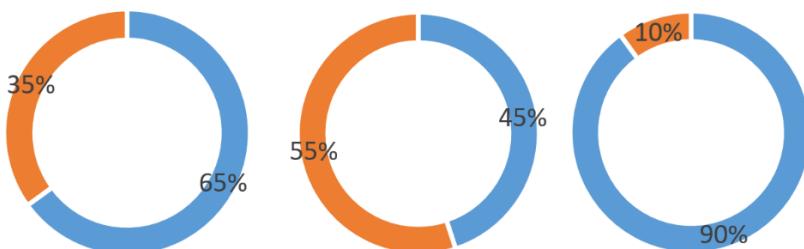
Poço	Amostra	*Bac Het (UFC mL)	**Coli totais (A/P 100 mL)	***E. coli. (A/P 100 mL)
1	1	470	A	A
2	22	30	A	A
3	23	<b>600</b>	<b>P</b>	A
4	24	<10	A	A
5	113	<b>570</b>	<b>P</b>	A
6	230	<10	A	A
7	248	<b>700</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
8	249	<10	<b>P</b>	<b>P</b>
9	251	430	A	A
10	252	20	A	A
11	265	150	<b>P</b>	A
12	267	<b>900</b>	A	A
13	268	<10	A	A
14	269	<b>770</b>	A	A
15	272	190	A	A
16	346	30	<b>P</b>	A
17	411	<b>800</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
18	417	<b>900</b>	<b>P</b>	<b>P</b>
19	420	390	<b>P</b>	A
20	441	<b>600</b>	A	A
21	444	60	<b>P</b>	A
22	491	30	<b>P</b>	A
23	492	<b>600</b>	<b>P</b>	A
24	550	<b>700</b>	<b>P</b>	A
25	559	<10	A	A
26	560	30	<b>P</b>	A
27	581	<10	<b>P</b>	A
28	586	<10	A	A
29	603	100	<b>P</b>	A
30	604	<10	<b>P</b>	A
31	635	<b>900</b>	A	A
32	669	400	<b>P</b>	A
33	760	70	A	A
34	995	140	A	A
35	1015	<b>700</b>	A	A
36	1057	400	<b>P</b>	A
37	1136	<b>800</b>	A	A
38	1146	200	<b>P</b>	A
39	1189	15	<b>P</b>	A
40	1214	<b>600</b>	<b>P</b>	A
<b>Média</b>		332,57	55% presente	10% presente
<b>VMP</b>	<b>500</b>	<b>UFC/ mL/ 500</b>	<b>ausência/ 100 mL</b>	<b>ausência/ 100 mL</b>

\*Bac het: bactérias heterotróficas anaeróbias P = Presente A = Ausente

\*\*Coli totais: coliformes totais \*\*\*Coli termotolerantes: coliformes termotolerantes

Fonte: LaborLab Análises Ambientais LTDA, 2024. Autoria própria, 2025.

Das 40 amostras analisadas, 15 (37,5%) eram provenientes de área rural e 25 (62,5%) de área urbana. De acordo com os resultados apurados, verificou-se não conformidade, segundo a legislação vigente, em 29 poços (72,5%), dos quais 12 (30%) eram rurais e 17 (60%) urbanos. Dos resultados físico-químicos, 3 poços (7,5%), estavam acima do VMP, entretanto, quando relacionados aos parâmetros microbiológicos 27 (67,5%) das amostras também apresentavam não conformidade, totalizando 29 poços contaminados (72,5%), conforme apresentado nos Gráficos 2.

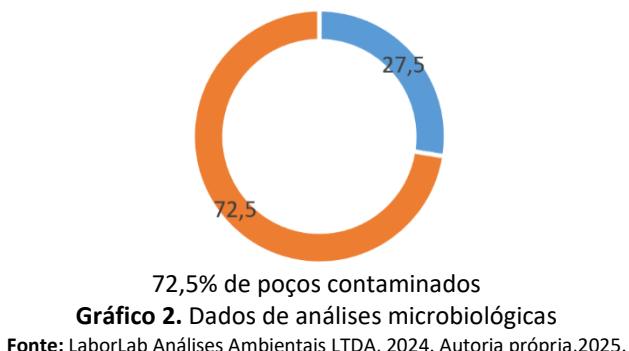


- 35% Poços com Bactérias heterotróficas acima do VMP de 500UFC/100mL
- 55% Poços com a presença de coliformes totais
- 10% Poços com a presença de coliformes termotolerantes

**Gráfico 2. Dados de análises microbiológicas**  
Fonte: LaborLab Análises Ambientais LTDA, 2024. Autoria própria, 2025.

À luz dos resultados, do total de poços objeto deste estudo, apenas 11 (27,5%) atenderam aos parâmetros estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, conforme demonstrado no Gráfico 3.

Constatou-se, ademais, que municípios com altas taxas de contaminação não apresentam, necessariamente, maior comprometimento das águas subterrâneas, uma vez que o número de amostras coletadas por município e por origem varia significativamente. Essa relação pode ser observada nas Tabelas 4 e 5.



**Gráfico 2. Dados de análises microbiológicas**  
Fonte: LaborLab Análises Ambientais LTDA, 2024. Autoria própria, 2025.

Constatou-se, ademais, que municípios com altas taxas de contaminação não apresentam, necessariamente, maior comprometimento das águas subterrâneas, uma vez que o número de amostras coletadas por município e por origem varia significativamente. Essa relação pode ser observada nas Tabelas 4 e 5.

#### 4. DISCUSSÃO

A contaminação microbiológica observada na maioria desses poços deve-se, em grande parte, à ausência de tratamento preventivo adequado, como cloração ou desinfecção periódica (Fioravanti *et al.*, 2020).

Além disso, a possibilidade de contaminação do solo por materiais orgânicos e inorgânicos diversos, visto que a maioria destes poços não são encamisados nem apresentam a proteção sanitária indicada, como lajes de proteção e cerca (Testa, 2017).

**Tabela 4 – Poços Contaminados**

Poco	Amostra	Município-Estado	Origem	Nitrato	Bac. Het.	Col. Totais	Col. Ter.
1	1	Limeira d'Oeste-MG	Urbana	<b>12,4</b>	>500	A	A
3	23	Votuporanga-SP	Urbana	<10	<b>600</b>	P	A
<b>5</b>	113	Monte Aprazível-SP	Rural	<10	<b>570</b>	P	A
7	248	Votuporanga-SP	Urbana	<b>10,7</b>	<b>700</b>	P	P
8	249	Votuporanga-SP	Urbana	<b>11,2</b>	>500	A	P
<b>11</b>	265	Ouroeste-SP	Rural	<10	>500	P	A
12	267	Votuporanga-SP	Urbana	<10	<b>900</b>	A	A
14	269	Votuporanga-SP	Urbana	<10	<b>770</b>	A	A
16	346	Votuporanga-SP	Urbana	<10	>500	P	A
<b>17</b>	411	Valentim Gentil-SP	Rural	<10	<b>800</b>	P	P
<b>18</b>	417	Jales-SP	Urbana	<10	<b>900</b>	P	P
<b>19</b>	420	Paranaíba-MS	Urbana	<10	>500	P	A
<b>20</b>	441	Cardoso-SP	Urbana	<10	<b>600</b>	A	A
<b>21</b>	444	Santa Albertina-SP	Urbana	<10	<500	P	A
<b>22</b>	491	Rubineia-SP	Urbana	<10	<500	P	A
<b>23</b>	492	Américo de Campos-SP	Rural	<10	<b>600</b>	P	A
24	550	Votuporanga-SP	Urbana	<10	<b>700</b>	P	A
26	560	Votuporanga-SP	Urbana	<10	>500	P	A
27	581	Valentim Gentil-SP	Rural	<10	>500	P	A
29	603	Ouroeste-SP	Urbana	<10	>500	P	A
30	604	Ouroeste-SP	Urbana	<10	>500	P	A
<b>31</b>	635	Turmalina-SP	Rural	<10	<b>900</b>	A	A
32	669	Fernandópolis-SP	Urbana	<10	>500	P	A
<b>35</b>	1015	Fernandópolis-SP	Urbana	<10	<b>700</b>	A	A
36	1057	Inocência-MS	Rural	<10	>500	P	A
37	1136	Valentim Gentil-SP	Rural	<10	<b>800</b>	A	A
38	1146	Meridiano	Rural	<10	>500	P	A
39	1189	Nhandeara-SP	Rural	<10	>500	P	A
40	1214	Ouroeste-SP	Rural	<10	<b>600</b>	P	A

**Fonte:** LaborLab Análises Ambientais LTDA, 2024. Autoria própria, 2025

**Tabela 5 – Distribuição das análises e contaminação por município**

Município	Total analisados	Parâmetros impróprios p/ consumo	% de contaminação
Américo de Campos-SP	1	1	100%
Cardoso-SP	3	1	33,30%
Dirce Reis-SP	1	0	0%
Fernandópolis-SP	2	2	100%
Inocência-MS	1	1	100%
Jales-SP	1	1	100%
Limeira d'Oeste-MG	1	1	100%
Meridiano-SP	1	1	100%
Monte Aprazível-SP	1	1	100%
Nhandeara-SP	2	1	50%
Ouroeste-SP	4	4	100%
Paranaíba-MS	1	1	100%
Rubineia-SP	1	1	100%
Santa Albertina-SP	1	1	100%
Santa Clara d'Oeste-SP	1	0	0%
Turmalina-SP	1	1	100%
Valentim Gentil-SP	3	3	100%
Votuporanga-SP	14	8	57,10%

**Fonte:** LaborLab Análises Ambientais LTDA, 2024. Autoria própria, 2025.

Autores que analisaram a qualidade das águas subterrâneas e verificaram a presença de coliformes citam, dentre os diversos fatores que influenciam a contaminação, as atividades antrópicas nos entornos (como atividades agrícolas e industriais) como responsáveis pela potencialização e incidência da contaminação microbiológica em poços (Quesado Junior, 2001; Eckhardt *et al.*, 2009; Silva; Araújo, 2003; Justen *et al.*, 2010).

Alguns autores alegam, ainda, a ocorrência de contaminação microbiológica em águas pela percolação e infiltração de chuvas em locais de pastagens, garantindo que processos naturais possam arrastar dejetos humanos e de

animais (Collins; Rutherford, 2004; Garcia-Armisen; Servais, 2007; Bertrand; Roig, 2007; Justen *et al.* 2010). Rutherford (2004), sugere um modelo para avaliar os efeitos do manejo da terra sobre a contaminação fecal, prevendo concentrações de *E. coli* em riachos que drenam áreas montanhosas de pastagem.

Em um estudo semelhante, publicado por Daneluz e Tessaro (2015), analisou-se 45 amostras de água subterrânea da região da cidade de Dois Vizinhos-PR e 28,8% apenas, do total, seguiam os parâmetros de potabilidade, pois o restante apresentou-se contaminado com coliformes totais e fecais. Os resultados se assemelham e os autores relacionam o pH com o crescimento bacteriano nas águas. Apesar da legislação atual sugerir a margem de 6,5-9,5 verificou-se que dos 40 poços avaliados, 15 (37,5%) estavam abaixo do valor chegando a 4,6. Desses, 13 apresentavam contaminação microbiológica, podendo então, confirmar a possível relação entre os parâmetros citados. No que tange à contaminação microbiológica por coliformes totais, Atherholt *et al.* (2015), ao analisarem 13.290 amostras de poços (muitas delas avaliadas mais de uma vez) demonstraram que uma única análise não é suficiente para detectar coliformes quando presentes na água subterrânea. Isso ocorre devido às variações naturais que podem influenciar o momento da coleta e da análise. O estudo concluiu que bactérias seriam detectadas em 90% dos poços caso cada um fosse analisado dez vezes, evidenciando que a taxa de detecção aumenta proporcionalmente ao número de análises realizadas por poço.

Em uma análise de dados sistemática feita por Birkheuer *et al.* (2017), notou-se que, em 8 dos artigos avaliados, a maioria das amostras encontravam-se fora dos parâmetros estipulados pelas resoluções vigentes e pontuou-se que existem poucas pesquisas sobre a qualidade das águas destinadas ao consumo humano e ao animal.

Em linha com o destaque feito por Zoby (2008), mesmo com águas subterrâneas de ótima qualidade natural, as atividades antrópicas, vêm comprometendo, significativamente, alguns aquíferos e destaca a outorga como direito de uso da água. A outorga é responsável pela proteção dos aquíferos, sustentabilidade e qualidade de obras de captação das águas subterrâneas, os critérios de emissão da outorga dependem da disponibilidade hídrica subterrânea e vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação.

Desse modo, conforme destacado por Serafim, Vieira e Lindemann (2015), compreender a qualidade da água é de suma importância, uma vez que esse recurso é fundamental para o funcionamento do organismo humano. Seu consumo diário varia entre os indivíduos e depende de diversos fatores, como clima, nível de atividade física, idade, dieta, entre outros.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante dos fatos evidenciados, a contaminação de poços é um desafio significativo para a saúde pública, causada principalmente pela falta de cuidados preventivos e a falta de proteção sanitária adequada. Além disso, a influência de atividades humanas, agrícolas e industriais intensifica os riscos, agravados pela ausência de estruturas que impeçam a infiltração de contaminantes.

Conclui-se, ainda, que 29 dos poços avaliados (72,5%) não apresentaram as condições de potabilidade disciplinadas na Portaria GM/MS nº 888/2021, a qual não admite a presença de coliformes totais ou termotolerantes na água destinada ao consumo humano, nem teor de nitrato superiores a  $10 \text{ mg/L}^{-1}$ .

Apenas em 11 poços (27,5%) a qualidade da água estava de acordo com as normas vigentes, isto é, própria para consumo humano. Nesse contexto, a falta de cloração, enquanto medida preventiva, é o principal agravante da presença de contaminação microbiológica, enquanto a presença de nitratos nas águas indica uso não controlado do solo.

O número de amostras revelou-se reduzido para identificar uma possível relação entre a localização dos municípios analisados e a presença de parâmetros de potabilidade em desconformidade. Assim, recomenda-se a realização de estudos adicionais sobre águas subterrâneas em diferentes regiões e com maior número de amostras, de modo a possibilitar a correlação entre as potenciais fontes de contaminação e os parâmetros alterados.

Nesse sentido, é evidente que o consumo de água de poços de uso independente, sem o devido monitoramento e tratamento correto, pode apresentar riscos graves à saúde de toda a população consumidora, de modo que,

para evitar possíveis disseminação de doenças de veiculação hídrica, é recomendável um controle rigoroso desses poços de acordo com a legislação vigente, para utilizá-los como fonte de água potável e garantir a integridade desses sistemas de abastecimento.

É, ainda, fundamental adotar medidas que vão além da técnica, como a educação da comunidade, sobretudo, dos proprietários dos poços sobre a importância de cuidar da água que consome. Com ações integradas, buscando métodos acessíveis, alternativos e um olhar atento, pode-se avançar na garantia de uma água livre de agentes contaminantes e segura a todos.

## REFERÊNCIAS

- ALMADA, Marcos S. V. **Análise de parâmetros microbiológicos do Rio Verde no Vale do São Patrício**, Goiás. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2021>. Acesso em: 16 maio 2024.
- ATHERHOLT, Thomas B.; KORN, Leo R.; JUDITH, Louis B.; PROCOPIO, Nicolau. A. Repeat Sampling and Coliform Bacteria Detection Rates in New Jersey Domestic Wells. **Groundwater Monit**, Westerville, v. 35, p. 70-80, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/gwmr.12094>. Disponível em: <https://ngwa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gwmr.12094>. Acesso em: 16 maio 2024.
- BAIRD, Rodger B.; EATON, Andrew D.; RICE, Eugene W. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23. ed. Washington: APHA American Public Health Association, 2017.
- BERTRAND, R.; ROIG, B. Evaluation of enrichment - free PCR - based detection on the rfbE gene of Escherichia coli O157 – Application to municipal wastewater. **Water Research**, [s. l.], v. 41, p. 1280-1286, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2006.11.027>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135406006695>. Acesso em: 11 set. 2024.
- BIRKHEUER, Cynthia F.; ARAÚJO, Juliana; REMPEL, Claudete; MACIEL, Mônica J. Qualidade físico-química e microbiológica da água de consumo humano e animal do brasil: análise sistemática. **Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 134-145, 2017. DOI: <https://doi.org/10.22410/issn.1983-0882.v14i1a2017.1423>. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1362>. Acesso em: 12 out. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 07 maio 2021. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 12 jun. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 07 maio 2021, BRASIL. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html). Acesso em: 12 jun, 2024.
- COLLINS, R.; RUTHERFORD, K. Modelling bacterial water quality in streams draining pastoral land. **Water Research**, [s. l.], v. 38, p. 700-712, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2003.10.045>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135403006249>. Acesso em: 11 set. 2024
- DANELUZ, Débora; TESSARO, Dinéia. Padrão físico-químico e microbiológico da água de nascentes e poços rasos de propriedades rurais da região sudoeste do Paraná. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 82, p. 1–5, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657000072013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/SmrRNS4dMx8VpgpcXWx85SP/?lang=pt>. Acesso em: 04 jun, 2024.
- ECKHARDT, Rafael R.; DIEDRICH, Viane L. F.; FERREIRA, Everaldo R.; STROHSCHOEN, Eduardo; DEMAMAN, Letícia C. Mapeamento e avaliação da potabilidade da água subterrânea do município de Lajeado - RS. **Ambiágua**, Taubaté, v.4, p. 58-80, 2009. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.74>. Disponível em: <https://ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/186>. Acesso em: 15 jun, 2024.
- FIORAVANTI, Maria I. A.; PEREIRA, Paulo H. L.; MARCIANO, Maria A. M.; SANCHES, Vitor L.; FERREIRA, Cecília O. F.; MAZON, Elaine M. A. Monitoramento e avaliação da qualidade da água de solução alternativa coletiva de abastecimento de escolas públicas do município de Itatiba, SP. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 122-133, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22239/2317-269x.01460>. Disponível em: <https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/1460>. Acesso em: 15 jun. 2024.

GARCIA-ARMISEN, T.; SERVAIS, P. Respectives contributions of point and nonpoint sources of *E. coli* and enterococci in a large urbanized watershed (the Seine riverFrance). **Journal of Environmental Management**, [s. l], v. 82, p. 512-518, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.01.011>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479706000624?via%3Dihub>. Acesso em: 15 jun, 2024.

IBGE. **Portal de Mapas, Brasil**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em: 10 out., 2025.

JUSTEN, Gisele C.; BERGAMASCO, Rosângela; VIEIRA, Aparecido N. M.; QUIÑONES, Fernando R. E. Avaliação da qualidade microbiológica da água de poços tubulares profundos de abastecimento público rural. **Águas Subterrâneas**, Belo Horizonte, supl. , 2010. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22920>. Acesso em: 16 jun. 2024.

LABORLAB Análises Ambientais LTDA, Laudos de análise de água. LaborLab, Votuporanga, 2024. Acesso restrito.

LEMOS, Simone. Dados da ONU mostram que 15 mil pessoas morrem por doenças ligadas à falta de saneamento. **Jornal da USP**, São Paulo, 21 jul. 2020. Atualidades. Disponível em: <https://jornal.usp.br/actualidades/dados-da-onu-mostram-que-15-mil-pessoas-morrem-anualmente-por-doencas-ligadas-a-falta-de-saneamento/>. Acesso em: 11 de out. 2024.

NUNES, Ana P.; LOPES, Laudicéia G.; PINTO, Fernanda R.; AMARAL, Luiz A. Qualidade da água subterrânea e percepção dos consumidores em propriedades rurais. **Nucleus**, Ituverava, v. 7, n. 2, p. 95-104, out. 2010. DOI: <https://doi.org/10.3738/nucleus.v7i2.356>. Disponível em: <https://mail.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/356>. Acesso em: 11 de out. 2024.

OLIVEIRA, Alisson S. et al. **Ações antrópicas sobre o meio ambiente**. Campina Grande: EPTEC, 2022. E-book. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/67520>. Acesso em: 17 mar. 2024.

OLIVEIRA, Michael M. et al. Análise físico-química e microbiológica de águas de poços artesianos de uso independente. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Palhoça, v. 7, v. 3, p. 624–639, 2018. DOI: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v7e32018624-639>. Disponível em: [https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/6971](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6971). Acesso em: 11 out. 2024.

PEREIRA, Diana, I. T. **Águas minerais naturais, propriedades e impacto na saúde**: Águas do Vimeiro. 2021. Dissertação (Mestrado em Qualidade Alimentar e Saúde) - Faculdade de Farmácia Universidade de Lisboa, Lisboa, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10451/54528>. Acesso em: 11 out, 2024.

QUESADO JUNIOR, Napoleão. **Contribuição da hidrogeologia à problemática de doenças de veiculação hídrica no município de Fortaleza - Ceará**. 2001. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

RAMPELOTTO, Pabulo H. A química da vida como nós não conhecemos. **Química Nova**, Campinas, v. 35, n. 8, p. 1619–1627, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000800023>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/YBMpZRFg6W5GKjSMc3GrgNf/?lang=pt> . Acesso em: 11 out. 2024.

RUTHERFORD, H. Platt. **Land use and society**: geography, law, and public policy, 2nd ed. Washington: Island Press, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10980-006-9030-1>. Acesso em: 11 out. 2024.

SERAFIM, Ana L.; VIEIRA, Eilamaria L.; LINDEMANN, Ivana L. Importância da Água no organismo humano. **VIDYA**, Santa Maria, v. 24, n. 41, p. 11, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/425>. Acesso em: 11 out. 2024.

SILVA, Rita C. A.; ARAUJO, Maria T. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.8, n.4, p.1019- 1028, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232003000400023>. Acesso em: 15 jun, 2024.

SILVA, José L. **Concentrações de nitrato em águas subterrâneas da cidade de Votuporanga-SP**: Estudo de caso. 2010. Monografia (Pós-graduação em Solos e meio Ambiente) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2010.

TESTA, Ericks Henrique. **Qualidade das águas subterrâneas de consumo humano nas comunidades rurais da bacia hidrográfica do Rio Jacutinga, Oeste de Santa Catarina**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/200406>. Acesso em: 15 jun. 2024.

VIEL, Emanuelle U.; NASCIMENTO, Fernanda S.; FENZL, Norbert. Qualidade da água do Aquífero Alter do chão: comunidade Jaca-mim, zona rural do Oeste do Pará, Amazônia, Brasil. **Revista Internacional de Gestão Científica e Turismo**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 543–562, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/ijsmtv10n1-025>. Acesso em: 11 out. 2024.

ZOBY, José. G. L. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. **Águas Subterrâneas**, Belo Horizonte, supl., 2008. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23802>. Acesso em: 11 out. 2024.