

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE NASCENTES DO RIBEIRÃO PARANAVAÍ - PARANÁ

Prof. Dr. José Antônio Demétrio

Docente - Geografia - Unespar/Paranavaí
demetrioprofdr59@gmail.com

Fernando Krueger da Cruz

Graduado em Geografia – Unespar/Paranavaí
Fernandokruegerdacruz623@gmail.com.br

Jonathan Barbosa Zdepski

Graduado em Geografia – Unespar/Paranavaí
Jonathan.zdepski2011@hotmail.com

RESUMO: O diagnóstico da qualidade da água das nascentes da microbacia hidrográfica do Ribeirão Paranavaí, baseia-se em observações de 39 parâmetros que demonstram o necessário conhecimento do sistema de potabilidade da água e a devida intervenção, através do monitoramento dos teores físico-químicos e microbiológicos que possam recuperar e manter protegidas as Áreas de Preservação Permanente em solos do Arenito Caiuá. O dimensionamento que envolve a realidade dos parâmetros inicia-se através dos resultados das análises estabelecidas. Para tanto, delimitou-se cinco nascentes como localidades registradas com as coordenadas geográficas da cabeceira de drenagem, contemplando teores de água do espaço rural e do espaço urbano que demonstram diferenças de padrão do valor máximo permitido pela normativa do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Evidenciam-se os parâmetros com teores acima do limite como os sólidos dissolvidos totais, e metais pesados em algumas amostras. As experiências de gestão das águas estão sendo compartilhadas no mundo para a sustentabilidade ambiental da água para consumo pela sociedade contemporânea. O enfoque metodológico estabelece as observações da classificação I classe especial e II Classe 1 e 2, águas destinadas ao abastecimento humano, conforme a Resolução 357 do CONAMA com as informações dos teores provenientes dos registros dos laboratórios, evidenciando, ao longo da trajetória explicativa da diagnose estabelecida, o conhecimento e aprendizagem para os futuros programas de monitoramento da qualidade da água tendo em vista, a preocupação sobre os distúrbios dos elementos químicos e microbiológicos na saúde pública.

Palavras chaves: Preservação, Microbacia, Parâmetros.

DIAGNOSIS OF WATER QUALITY IN SPRINGS OF THE PARANAVAÍ STREAM - PARANÁ

ABSTRACT: The diagnosis of water quality in the springs of the Ribeirão Paranavaí micro-watershed is based on observations of 39 parameters that demonstrate the necessary knowledge of the water potability system and the appropriate intervention, through the monitoring of physicochemical and microbiological levels that can recover and maintain the Permanent Preservation Areas in Caiuá Sandstone soils. The assessment involving the reality of the parameters begins with the results of the established analyses. To this end, five springs were delimited as registered locations with the geographical coordinates of the drainage headwaters, considering water levels from rural and urban areas that show differences from the maximum value allowed by the regulations of the National Council for the Environment. Parameters with levels above the limit, such as total dissolved solids and heavy metals in some samples, are evident. Experiences in water management are being shared worldwide for the environmental sustainability of water for consumption by contemporary society. The methodological approach establishes observations of the classification I special class and II Class 1 and 2, waters intended for human supply, according to CONAMA Resolution 357, with information on the levels obtained from laboratory records, highlighting, throughout the explanatory trajectory of the established diagnosis, the knowledge and learning for future water quality monitoring programs, considering the concern about disturbances of chemical and microbiological elements in public health.

Keywords: Preservation, Micro basin, Parameters.

1. INTRODUÇÃO

O intenso processo de retirada de matas ciliares, o desenvolvimento da agricultura com deficitárias práticas conservacionistas, a ampliação do espaço urbano, às vezes, sem um plano diretor para estabelecer uma estrutura planejada do abastecimento, da drenagem (fossas) e do tratamento de esgoto, bem como, o uso de águas de poços artesianos, alertam sobretudo, para a substancial alteração da qualidade da água para os diferentes ambientes de recursos hídricos pela sociedade contemporânea (HIRATA, et. al. 2019).

Os ambientes de nascentes, caracterizados como os locais onde aflora a água do lençol freático subterrâneo, pelo processo de infiltração no ambiente do entorno da cabeceira de drenagem, devem ter uma cobertura da vegetação ciliar que permita proteger e manter a vazão das águas, considerando eventuais processos erosivos em solos arenosos do Arenito Caiuá, e os consequentes assoreamentos, aterramento de minas, como impactos ambientais de nascentes no processo de urbanização (BECKAUSER; DESTEFANI, 2018).

Nesse contexto, evidencia-se a legislação que ordena o processo de proteção e recuperação das matas ciliares. A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, estabelece normas gerais para a proteção e uso sustentável das florestas e a Lei nº 12.727, de 17/10/2012, altera e atualiza a normatização das Áreas de Preservação Permanentes (Novo Código Florestal), considerando no inciso IV, como ambientes sustentáveis, as áreas do entorno de nascentes e de olhos d'água perenes, em um raio de 50 metros, em qualquer topografia, sejam em áreas urbanas ou em propriedades do espaço rural (BRASIL, 2012).

Assim, os ambientes de nascentes são considerados como Áreas de Preservação Permanentes (APPs) cuja manutenção da circulação da água e do curso hídrico precisam estar em pleno funcionamento, como a mata ciliar bem estruturada para contemplar a sustentabilidade ambiental.

As implicações do processo de alteração e contaminação da água de nascentes e as consequentes alterações de seus parâmetros estão intimamente condicionados à vulnerabilidade das APPs, considerando a falta de cobertura florestal, os diversos usos do solo e os processos erosivos, os esgotos domésticos no processo de urbanização, a fertilização agrícola e agrotóxicos nos cultivos de cana-de-açúcar (SILVA, 2015).

A política nacional de gestão das águas, estabelecida pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, com a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico pela Lei nº 14.026/2020, descentraliza as ações das Bacias Hidrográficas com a participação direta da comunidade para garantir a distribuição de águas com padrão de qualidade para as gerações futuras. Atualiza o referencial hidrográfico de mananciais, destacando o sistema de abastecimento do espaço urbano (BRASIL, 1997, 2020).

Os esforços em oportunizar o conhecimento de diferentes realidades de gestão dos recursos hídricos no Mundo, evidenciaram-se no 10.º Fórum Mundial da água, realizado em Bali na Indonésia em maio de 2024. Neste fórum, a experiência compartilhada entre os diversos setores de desenvolvimento, promoveu a criação de políticas públicas que estabelecem maior segurança hídrica, metas de sustentabilidade dos recursos, avanços tecnológicos para a gestão da água e saneamento básico. (BATISTA, M.; SANTANA, A., 2012).

As águas subterrâneas que podem abastecer amplamente o perímetro urbano é uma preocupação constante e atual de contaminação. Nesse sentido, HIRATA, et. al. 2019, destacam:

A lição aprendida, com base nos vários casos de contaminação de aquíferos urbanos pelo esgoto sanitário, é que qualquer urbanização deveria ser precedida pela instalação de uma rede de esgoto, construída com materiais modernos, como plásticos resistentes e com juntas adequadas e duráveis, e regularmente mantida. Nas áreas antigas da cidade, a troca da rede de esgoto deve ser prioritária, sob pena de se perder o aquífero urbano devido à sua contaminação. Embora essa seja uma solução de engenharia indispensável, cabe ressaltar que uma vez eliminada a fonte de contaminação, algumas décadas serão necessárias para que o aquífero faça sua autodepuração, se nenhuma intervenção humana for realizada.

Em ambientes de captação de água mineral, o monitoramento dos parâmetros é contínuo, para que se possa determinar o padrão de produção e qualidade de potabilidade da água em conformidade à normatização do CONAMA (ALMEIDA, et. al. 2026). As águas das nascentes que não possuem controle de monitoramento dos parâmetros e são utilizadas para o consumo humano, podem pôr em risco a saúde do usuário e da população e geralmente não há informações sobre seus teores físico-químicos e microbiológicos.

Os problemas se agravam com o aumento da demanda de água potável para a população urbana e rural. Nesse sentido, evidencia-se a participação das instituições no processo de abastecimento e de controle da qualidade da água, através de serviços específicos de monitoramento. Atualmente, na cabeceira de drenagem da bacia hidrográfica do Ribeirão Paranavaí, permanecem ainda, áreas de nascentes não totalmente preservadas, considerando as de menor impacto ambiental.

Assim, realizou-se o diagnóstico da qualidade da água de cinco nascentes do Ribeirão Paranavaí/PR, afim de registrar os teores do quadro atual da qualidade da água das nascentes. A elaboração do diagnóstico contemplou o registro de amplos parâmetros de análises físico-químicas e microbiológicas, em conformidade à normatização do CONAMA.

2. MATERIAIS E METODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

A hidrográfica do ribeirão Paranavaí (figura 1), compreende uma área aproximada de 513 km² (BERNARDINO, 2025) e um percurso aproximado de 43 km da cidade de Paranavaí até a foz do Ribeirão Paranavaí. Em destaque a Microbacia do Ribeirão Paranavaí, Água de Nascentes em estudo.

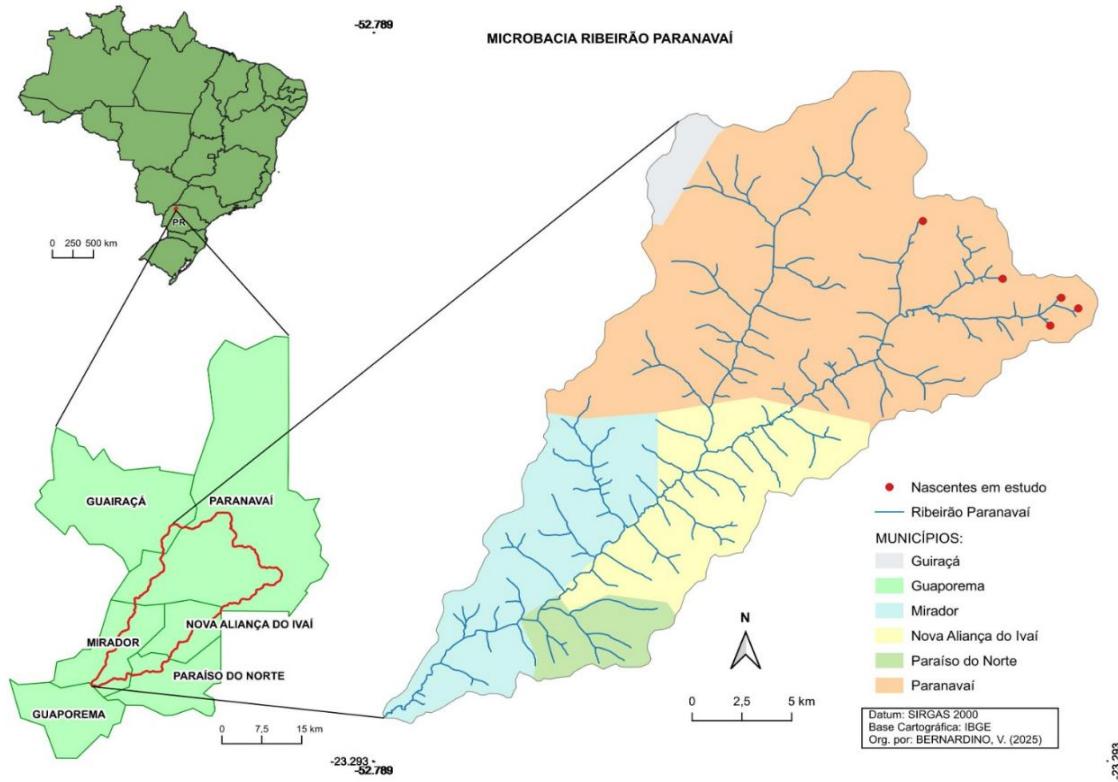


Figura 1: Microrregião do Ribeirão Paranavaí – Paraná – Brasil.
Fonte: autores 2025.

O Município de Paranavaí, localizado no Noroeste do Estado do Paraná, possui uma população de 96.209 habitantes em 2025, conforme estimativa do IBGE, (IBGE, 2025). O processo de ocupação e o desenvolvimento da agricultura regional, condicionou a manutenção da Floresta Estacional Semidecidual em reservas florestais, regionais, (Parque Estadual de Amaporã e Estação Ecológica do Caiuá) (PARANÁ, IAT, 2009) e uma reduzida manutenção da Mata Ciliar em pontos descontínuos e aos consequentes processos erosivos, que moldam os canais fluviais e, nas APPs, em vulnerabilidade.

A realização do diagnóstico da qualidade da água de Nascentes da Microrregião Hidrográfica do Ribeirão Paranavaí, contemplou a coleta em cinco ambientes de afloramento natural das águas das cabeceiras de drenagem (ponto 1, Fazenda Arara, Córrego Floresta: 23°01'08.3"S, 52°31'08.7"W, ponto 2, próximo à Universidade Estadual do Paraná (Unespar): 23°02'54.1"S, 52°28'47.1"W, ponto 3, águas do Jardim Oásis: 23°03'28.6"S, 52°27' 03.4"W; ponto 4, próximo aos Condomínios: 23°03'47.8"S, 52°26'33.5"W; ponto 5, Na nascente (córrego Xaxim,) jardim Ouro Branco: 23°04'18.9"S 52°27'22.9"W), considerando a configuração geomorfológica das Áreas de Preservação Permanente e remanescentes da Floresta Estacional Semideciduosa, evidencia-se as nascentes na microrregião do ribeirão Paranavaí (Fig. 2). As duas primeiras localizadas no espaço rural e as demais no espaço urbano da cidade de Paranavaí.



Figura 2: Locais das Nascentes do Ribeirão Paranavaí – Paraná
Google Earth, 18/12/2024, 9:40'
Fonte: autores 2025.

2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.

O Diagnóstico da qualidade da água de cinco nascentes do Ribeirão Paranavaí, foi realizado com a coleta de cinco amostras de 1,5 litros de água, considerando 36 parâmetros analisados no Laboratório de análises físico-químicas da Universidade Estadual de Maringá (UEM): alcalinidade total (CACO_3), bicarbonatos (HCO_3), carbonatos (CO_3), cloretos (Cl), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), cor aparente, Unidade de Hazen (uH) é estabelecida pela escala de Hazen (faixa de medição 10 a 500 mg/L de Platina-cobalto (Pt-Co), dureza total (CACO_3), dureza relativa ao cálcio, dureza relativa ao magnésio, ferro total (Fe), fluoretos (F), hidróxidos (OH), manganês (Mn), alumínio (Al), cobre (Cu), amônia (NH_3), nitratos (NO_3) nitritos (NO_2), aspecto, odor, sabor, pH, sódio (Na), sólidos dissolvidos totais, sólidos totais a 103º C, fosfatos (PO_4), turbidez (UNT), potássio (K), sílica solúvel, demanda química de oxigênio (DQO), sulfatos (SO_4), dióxido de carbono livre, balanço iônico, desvio do balanço iônico, cálcio e magnésio.

Além desses parâmetros, foram averiguados três parâmetros no local: oxigênio dissolvido em mg/L, percentual de saturação do oxigênio dissolvido e Temperatura da água no local com leitura no Oxímetro HI9146 – HANNA – *Instruments, EUA*. As amostras destinadas ao Laboratório de Microbiologia da UEM, foram feitas em três recipientes de 100 ml de água em cada nascente, somando um total de 15 amostras para a análise de quatro parâmetros microbiológicos (Coliformes totais, *Escherichia Coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e Bactérias heterotróficas). A coleta foi estabelecida das 8h00 às 10h00 (conservada em baixa temperatura).

Para verificar os teores de Odor e Sabor, utilizou-se da escala de intensidade de Ferreira Filho e Alves (2006) que estabelece a sequência de valores: isento (0), limiar (2), fraco (4), fraco a moderado (6), moderado (8), moderado a forte (10) e forte (12).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DE NASCENTES.

A maioria dos valores físico-químicos analisados encontram-se abaixo ou próximos ao permitido pelo CONAMA. Porém, alguns elementos de grande importância, ultrapassam os valores permitidos, tais como os sólidos dissolvidos totais, e metais pesados em algumas

amostras (Tabela 1) e, pontualmente, ocorrem pHs ácidos e teores, em mg/L, de elementos que ultrapassam os valores permitidos pela normatização CONAMA para a potabilidade.

Nascente	pH	Aspecto	Odor	Sabor	Turbidez	Condutividade	Cor Aparente	Dureza total	Dureza	Dureza	DQO	Cloreto	Hidróxidos
Faz. Arara													
PONTO 1	4,98	Limpido	2	4	0,10	18,47	1,5	2,56	1,79	0,77	<5,00	0,36	0
Unespar	5,34	Ñ Limpido	6	6	1,01	21,79	8,2	6,49	4,54	1,95	11,88	0,68	0
Jard. Oásis													
PONTO 3	4,87	Límpido	2	4	0,10	37,90	1,00	10,62	7,43	3,19	<5,00	1,08	0
Condomínio													
PONTO 4	6,25	Limpido	2	4	0,10	43,56	2,2	18,28	12,8	5,48	<5,00	1,34	0
Ouro branco													
PONTO 5	5,39	Ñ Limpido	6	6	7,73	146,98	3,1	52,89	37,02	15,87	<5,00	14,18	0

Fonte: Adaptado pelos autores, 2025

Quanto à intensidade de odor e sabor, as nascentes, ponto 2 e ponto 4 apresentaram os valores: limiar e fraco, respectivamente, e nos pontos 3 e 5, esses parâmetros revelam-se com intensidade de fraco a moderado, conforme sensibilidade (FERREIRA FILHO, S. S.; ALVES, R., 2006). Na figura 3, destacam-se os diferentes teores de durezas nas amostras de água em estudo. O Ministério da Saúde, estabelece na Portaria 518/2004, um valor máximo permitido de 500 mg/L.

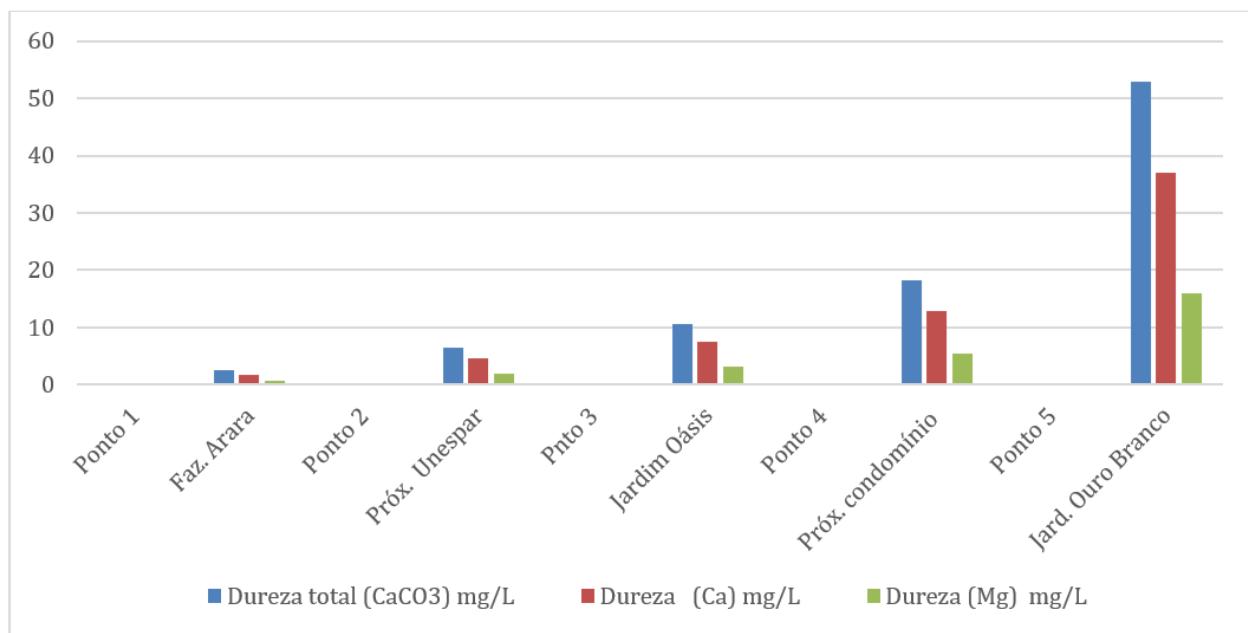


Figura 3: Dureza da Água de cinco Nascentes da Microbacia do Ribeirão Paranavaí.
Fonte: autores, 2025.

Os valores de dureza da Tabela 1 estão apresentados por diferenças escalonadas e distinguem as nascentes de áreas urbanas e do espaço rural. Destacaram-se maiores teores de dureza na água da nascente do córrego Xaxim – jardim Ouro Branco.

Os teores de Unidade Nefelométrica de Turbidez, apresentam-se bem abaixo dos limites da normativa e a condutividade elétrica está condicionada à temperatura e à presença de minerais ou sais dissolvidos na água. O processo de dissolução da rocha aumenta a concentração de sais na água ampliando a condutividade.

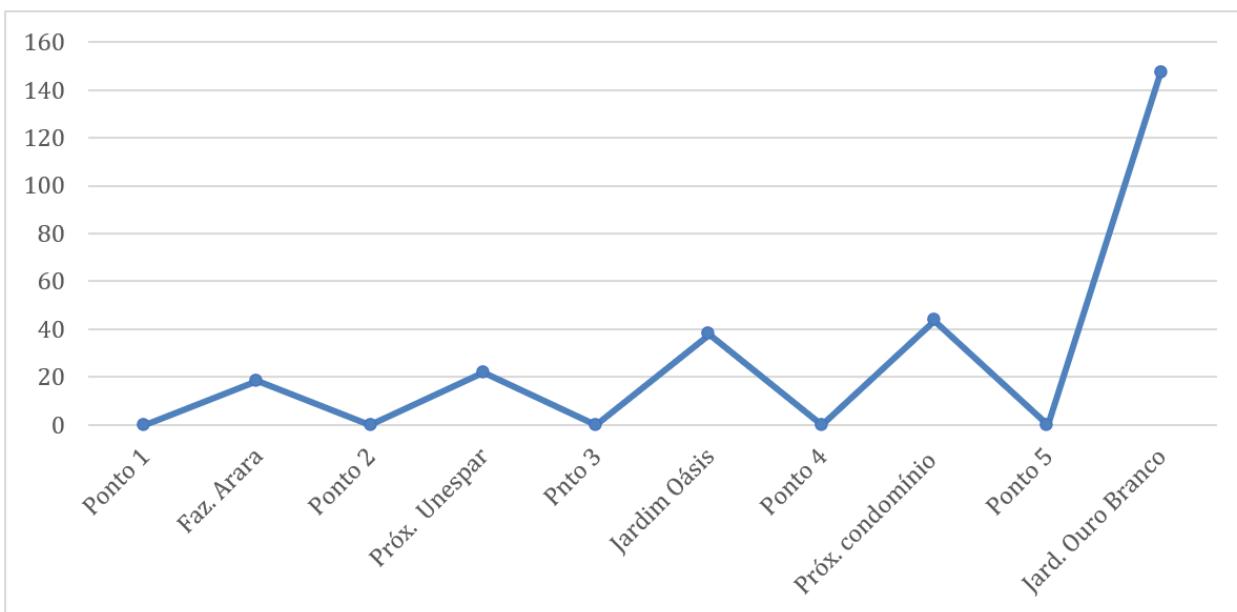


Figura 4: – Condutividade Elétrica da Água de cinco Nascentes – Us/cm.
Fonte: autores, 2025.

Os valores de condutividade elétrica foram sendo ampliados a partir das nascentes do espaço rural da microbacia hidrográfica do ribeirão Paranavaí para as nascentes do perímetro urbano, com maior concentração, respectivamente, no córrego Xaxim e jardim Ouro Branco (Fig. 4). Evidências da maior condutividade na amostra, estão associadas ao aumento de sais em águas subterrâneas.

A condutividade elétrica da água representa um parâmetro físico utilizado para obtenção das características de determinado meio líquido, em termos de águas subterrâneas, trata-se de um processo relativamente fácil e rápido para se caracterizar o meio. De um modo geral, reflete a capacidade da água conduzir corrente elétrica. Esta propriedade pode ser um parâmetro relativo para compará-la a quantidade de sais presentes. Águas subterrâneas com condutividade elétrica elevada possuem também maiores quantidades de sais (cátions e ânions) (CAJAZEIRAS, C. C. A.; SOUZA, R. R. de; VASCONCELOS, M. B., 2019).

Os teores da Demanda Química de Oxigênio mantêm-se num padrão inferior a 5,00 mg/L nas nascentes ponto 1, ponto 3, ponto 4 e ponto 5, diferindo-se com 11,88 mg/L na nascente do ponto 2, próxima à Unespar de Paranavaí. Águas com teores até 5 mg/L são águas mais limpas, indicativas de potabilidade (PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M.; VALENTE, J. P. S., 1997).

Quanto aos Cloretos, destaca-se o ponto 5 com maior teor em mg/L, dentre as cinco nascentes em observação. Já a cor aparente da água compreende sua composição sem filtragem, podendo evidenciar outros componentes na água. O Ministério da Saúde, estabelece na Portaria MS nº 2.914/2011 um teor máximo de 15 Unidades de Hazen (uH) como padrão para o consumo humano (BRASIL, 2013). A Unidade de Hazen (uH) é estabelecida pela escala de Hazen (faixa de medição 10 a 500 mg/L de Platina-cobalto (Pt-Co). Os valores das amostras das cinco nascentes ficaram abaixo do limite estabelecido pelo Ministério da Saúde.

Os teores de sólidos dissolvidos totais que ultrapassaram o limite, estabelecido pelo CONAMA, chega a 706 mg/L nas águas da nascente do Jardim Oásis (Tabela 2).

Os resultados obtidos evidenciaram teores maiores que 10 mg/L de CO₂ livre, para a nascente do Jardim Oásis (fig. 5). Os teores do balanço iônico, compreendem a composição em mg/L de íons positivos (cátions) e íons negativos (ânions) em teores aproximados. Já o desvio do balanço iônico se estabelece como desvio percentual da igualdade dos valores, determinando o coeficiente de erro dos teores (SIQUEIRA, F. L. C. de, 2021).

Tabela 2 – Parâmetros da Qualidade da Água de Nascentes do Ribeirão Paranavaí

Nascente	Balanço iônico meq/L	Desvio Balanço % meq/L	CO ₂ livre mg/L	Sólidos Totais (STD) mg/L	Sólidos totais (103°C) mg/L	Fluoretos mg/L	Oxig. Dissolvido mg/L	Oxig. Dissolvido % Saturação	Temperatura °C	Silica Solúvel mg/L	Alcalinidade mg/L	Bicarbonato [HCO ₃] mg/L	Carbonatos [CO ₃] mg/L
Faz. Arara													
PONTO 1	0,31	0,27	181,98	118	118,00	< 0,10	8,20	98,00	25,2	8,20	8,69	8,69	0
Unespar													
PONTO 2	0,56	0,2	118,19	130	130	< 0,10	6,35	89,70	26,6	10,80	12,93	12,93	0
Jard. Oásis													
PONTO 3	0,76	0,16	234,44	706	706,00	< 0,10	12,00	110,00	25,2	10,40	8,69	8,69	0
Condomínio													
PONTO 4	0,98	0,29	26,22	54	54	< 0,10	9,21	85,70	27,4	14,20	23,32	23,32	0
Ouro branco													
PONTO 5	2,8	0,50	129,54	170	170,00	< 0,10	15,3	98,00	27,1	18,10	15,19	15,19	0

Fonte: Adaptado pelos autores, 2025

Quanto aos teores de CO₂ Livre, normalmente, a concentração em águas de superfície foi menor que 10 mg/L. Em águas subterrâneas a concentração pode ser maior, sendo corrosivo nas estruturas de drenagem de poços artesianos.

O gás carbônico contido na água pode contribuir significativamente para a corrosão das estruturas metálicas e de materiais à base de cimento (tubos de fibro-cimento) de um sistema de abastecimento de água e por essa razão o seu teor deve ser conhecido e controlado. (BRASIL, 2013).

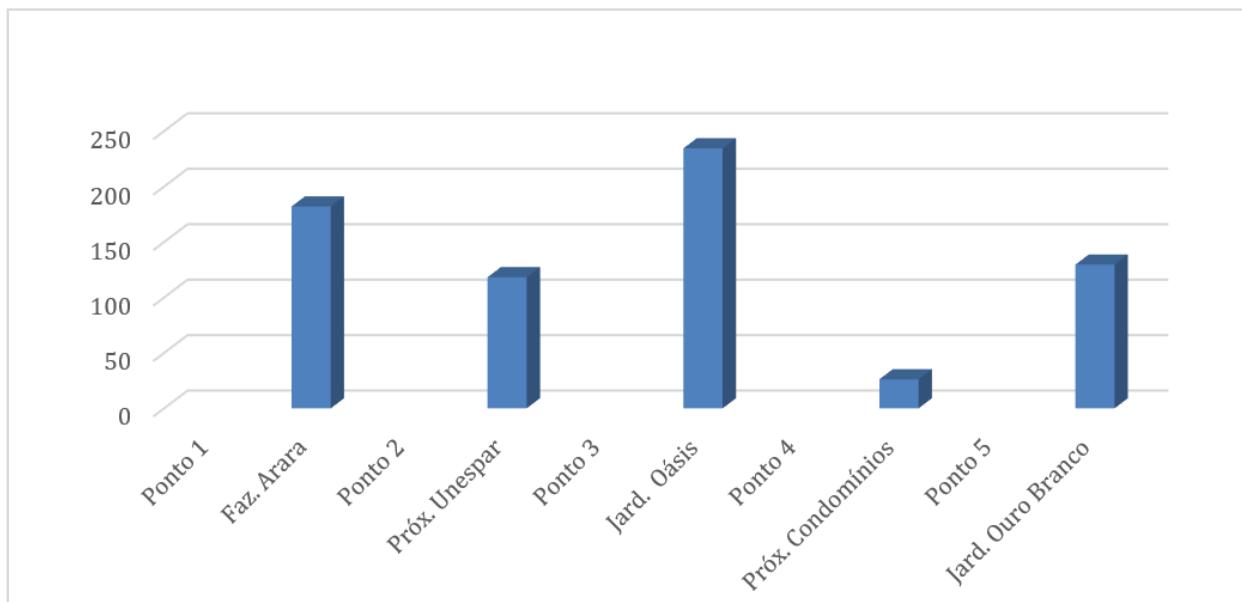


Figura 5: CO₂ Livre - Água de cinco Nascentes - mg/L
Fonte: autores, 2025

O Fluoreto é bem distribuído na natureza, seja na composição geológica, nos solos, na vegetação, nos alimentos, no corpo humano e na água de superfície e subterrânea. Os valores de Fluoretos (F) das análises, expressam um teor padrão em todos as amostras de águas das nascentes das cinco localidades, na proporção de < 0,10 mg/L. Para a CETESB o Valor Máximo Permitido (VMP é de 1,5 mg/L de Fluoreto).

Os teores registrados de oxigênio dissolvido em mg/L, em ambiente, *in loco*, entre 6,35 e 15,3 mg/L e em saturação, são teores de parâmetro de qualidade da água normal para peixes. A hipóxia pode levar à morte organismos aeróbios aquáticos.

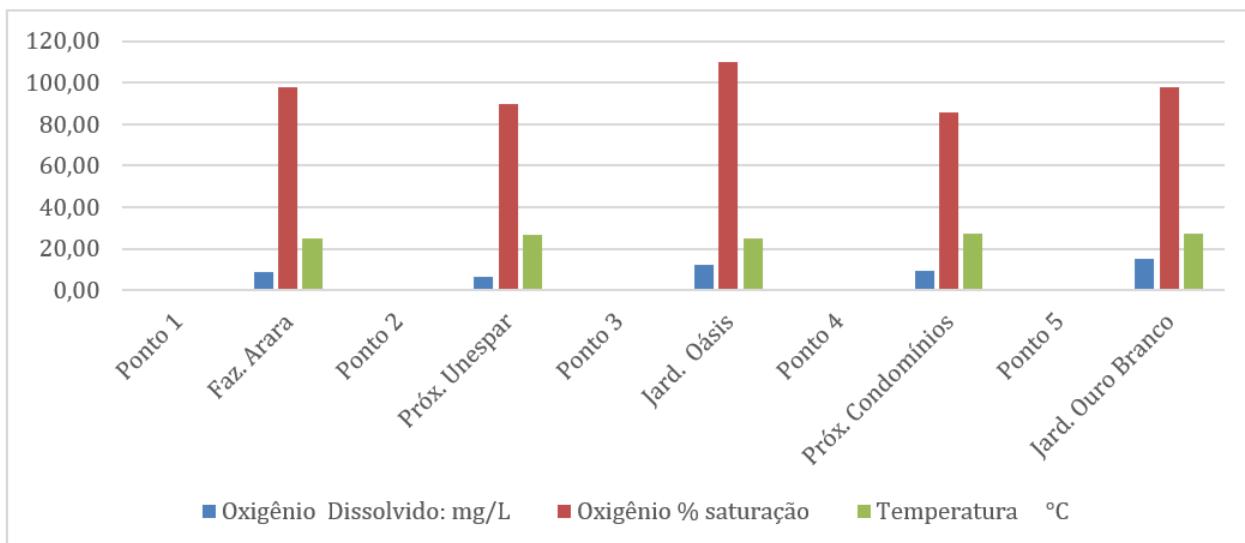


Figura 6: Oxigênio dissolvido, Oxigênio % de saturação e Temperatura da Água de Nascentes do Ribeirão Paranavaí.
Fonte: autores, 2025.

A sílica solúvel é presente na maioria das águas naturais. A composição geológica regional, estruturada no Arenito Caiuá, é formada, dentre outros componentes, pelo Dióxido de Silício. Evidenciando a presença da Sílica, LAZZERINI F. T.; BONOTTO, D. M. (2014) destacam:

A sílica (SiO_2) é a substância mais abundante do planeta Terra, constituindo 59,12% da crosta (que representa 0,4% da massa global), 45% do manto (representando 67% da massa global), sendo também encontrada em menores proporções no núcleo (32,4% da massa global).

Os teores de Sílica solúvel registrados ficaram entre 8,2 mg/L a 18,10 mg/L nas cinco localidades de coleta. O maior teor de sílica das águas em análise, refere-se à amostra do córrego Xaxim, Jardim Ouro Branco. Os teores de Sílica têm sido referenciados nos benefícios da saúde humana.

Para observação dos benefícios à saúde, devido o consumo cotidiano de águas contendo Si, estudos epidemiológicos, em diversas regiões dos EUA, indicaram a existência de correlação entre a potabilidade de águas com teores de 8-15 mg/L de Si e uma menor taxa de mortalidade devido a doenças coronárias e problemas de coração na população (LAZZERINI F. T.; BONOTTO, D. M., 2014).

Quanto aos dados de alcalinidade e dos teores de bicarbonatos das amostras analisadas, os valores de carbonato de cálcio e de bicarbonatos de cálcio estão relativamente baixos, chegando ao máximo de 23,32 mg/L de (CaCO₃ e HCO₃).

A alcalinidade mais elevada é a capacidade de manter a resistência para não reduzir o pH, provocando um condicionamento tampão, ligado à composição de cálcio, magnésio e substâncias alcalinas que permitem manter o pH elevado, próximo do neutro, pH 7. Alcalinidade é a capacidade que um corpo d'água tem de neutralizar ácidos sem perturbar as atividades biológicas que nele ocorrem. O processo é conhecido como efeito tampão natural da água. Normalmente usada para descrever a qualidade da água, a alcalinidade é um fator de capacidade e não de intensidade (como ocorre com o pH). Então é possível que uma solução com pH neutro possa conter muita alcalinidade (BRASIL, 2011).

O registro das análises físico-químicas contempla na Tabela 3, os dados de Alumínio, evidenciando teores baixos nas cinco nascentes em estudo na Micobacia do Ribeirão Paranavaí, considerando as classes de águas 1 e 2, (< 0,10 mg/L), em conformidade às normas do CONAMA.

Tabela 3 – Parâmetros da Qualidade da Água de Nascentes do Ribeirão Paranavaí

Nascente	Alumínio (Al) mg/L	Manganês (Mn) mg/L	Cobre (Cu) mg/L	Ferro Total mg/L	Amônia (NH3)	Nitrito (NO2) mg/L	Nitrito (NO3) mg/L	Sódio (Na) mg/L	Fosfatos (PO4) mg/L	Potássio (K) mg/L	Cálcio (Ca) mg/L
Faz. Arara											
PONTO 1	< 0,10	< 0,10	0,12	< 0,10	< 0,10	< 0,05	< 0,90	2,15	< 1,00	< 2,00	1,20
Unespar											
PONTO 2	< 0,10	0,30	0,21	0,60	< 0,10	< 0,05	< 0,90	2,71	< 1,00	< 2,00	1,12
Jard Oásis											
PONTO 3	< 0,10	< 0,10	0,05	< 0,10	< 0,10	< 0,05	2,79	3,90	< 1,00	< 2,00	2,24
Condomínio											
PONTO 4	< 0,10	0,20	0,17	< 0,10	< 0,10	< 0,05	0,94	2,86	< 1,00	< 2,00	3,37
Ouro branco											
PONTO 5	< 0,10	< 0,10	0,17	0,43	< 0,10	< 0,05	9,93	7,52	< 1,00	< 2,00	9,38

Fonte: Adaptado pelos autores, 2025

A figura 7, expressa os metais pesados em observação. Quanto ao Manganês, os registros foram iguais em três nascentes, padronizando os teores com menos de 0,10 mg/L de Mn, conforme normativa 357 do CONAMA. Nas águas das nascentes ponto 2 e ponto 4 os valores de Manganês foram além do limite estabelecido na Classe de água 1 e 2.

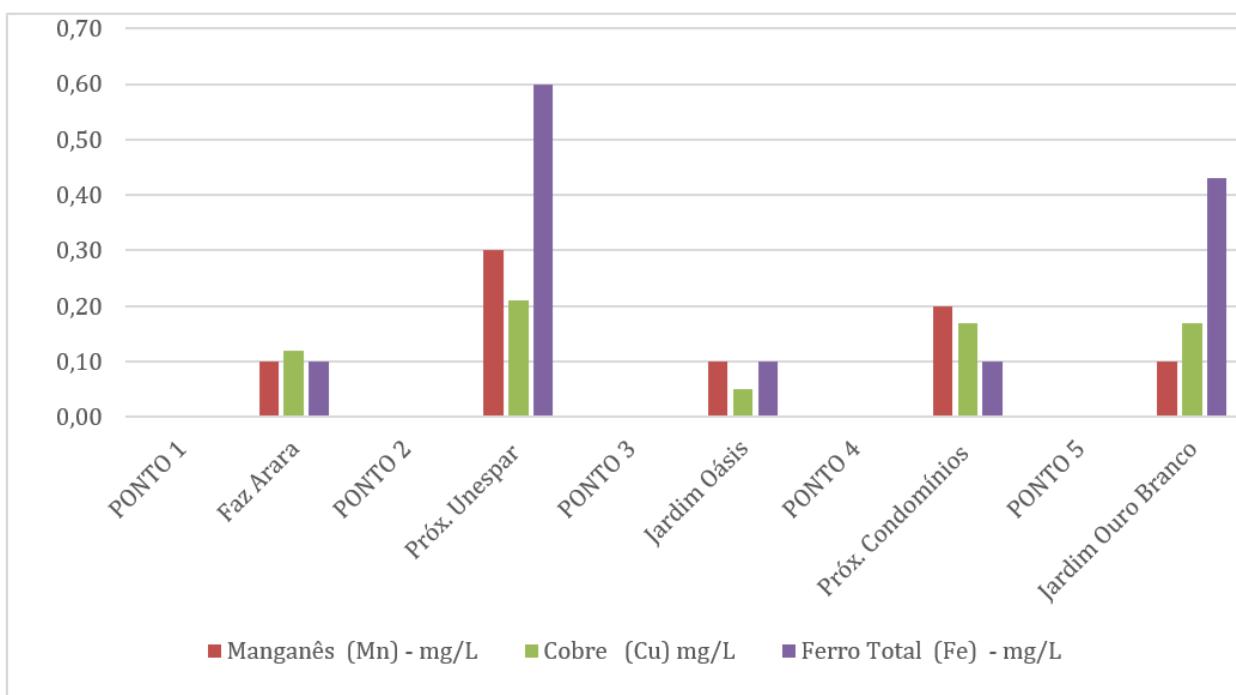


Figura 7: Metais Pesados em Água de cinco Nascentes – mg/L
Fonte: autores, 2025

Os teores de Cobre (Cu), foram superiores ao estabelecido na normativa 357 do CONAMA, considerando o padrão, limite para as duas classes de águas 1 e 2 com valor máximo permitido de 0,009 mg/L de (Cu).

Os valores de Ferro total estão abaixo de 0,10 mg/L em 3 localidades (conforme CONAMA), diferindo à maior no ponto 2 e 5, além do limite do CONAMA. O Ministério da Saúde estabelece portaria MS n.º 888, de 4 de maio de 2021 que permite valores de Ferro total, até no máximo 0,3 mg/L de (Fe), na classe 1 e 2.

Na sequência, apresenta-se os registros dos parâmetros da qualidade de água de nascentes, destacando a correlação dos dados de amônia, nitrito e nitrato, de maneira que se possa verificar os padrões diferenciados dentre os limites máximos, permitidos pela resolução 357 do CONAMA, relativo às classes de águas 1 e 2.

Os resultados de análise laboratorial, registram teores de amônia, nitrito e nitrato abaixo dos teores máximos permitidos para as classes de águas 1 e 2 da normativa 357 do CONAMA, considerando, os dados até 0,10 mg/L de amônia (o limite máximo permitido é de 3,7 mg/L) e dados de 0,05 mg/L para o nitrito (limite máximo de 1,0 mg/L de Nitrogênio). Quanto aos dados de nitrato, das nascentes ponto 1 e ponto 2, foram abaixo de 0,90 mg/L de Nitrogênio, e para a nascente ponto 4, os dados de 0,94 mg/L e na sequência os teores das águas do jardim Oásis com 2,79 mg/L de Nitrogênio, e a nascente de maior teor de Nitrato, chegando ao valor de 9,93 mg/L de Nitrogênio (limite máximo permitido 10,0 mg/L de Nitrogênio).

As implicações do nitrato na água de consumo e de alimentos ricos em nitrato, acima do limite padrão de 10 mg/L de Nitrogênio, tem provocado distúrbios de saúde pública como a metehemoglobinemia (São Paulo, 2019). Outras enfermidades pela ingestão acima do limite da normativa do CONAMA.

Do ponto de vista prático, as medidas preventivas dirigem-se ao controle das doses de NO_3^- , principalmente na água de beber. A elevação dos teores de nitratos nas águas subterrâneas indica, fundamentalmente, a influência de fatores externos como: esgotos domésticos (fossas, etc.), lixo, fertilizantes agrícolas ou despejos industriais (FERNÍCOLA; AZEVEDO, 1981).

A preocupação e o alerta quanto à gravidade do problema da concentração do Nitrato acima do limite padrão, estabelecido pelo CONAMA, acrescentam-se as informações da Câmara Técnica de Águas Subterrâneas do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

A ingestão de água com concentrações de nitrato superiores ao padrão de potabilidade pode causar doenças como a metehemoglobinemia (ou síndrome do bebê azul), alguns tipos de câncer (p.e. linfático, gástrico) ou mesmo problemas no sistema reprodutivo, em seres humanos e animais. Vários estudos foram realizados para avaliar a relação entre nitrato e câncer, aspecto (São Paulo, 2019).

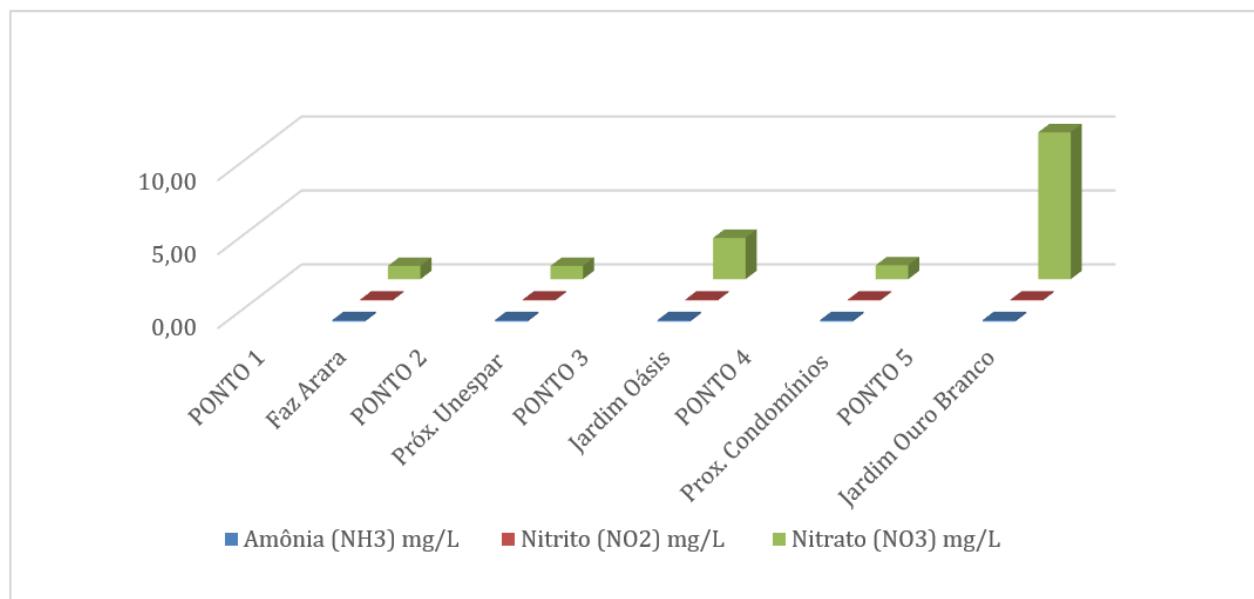


Figura 8: Amônia, Nitrito e Nitrato da Água de cinco Nascentes – mg/L
Fonte: autores, 2025

Mesmo não tendo ultrapassado o limite máximo de Nitrato (NO₃), permitido pelo CONAMA, os dados das nascentes, evidenciaram um crescimento sequencial dos teores de Nitrato das amostras do espaço rural para as localidades do espaço urbano.

Os sais minerais que enriquecem a água do lençol freático como parte essencial da natureza do consumo humano, expressam a diversidade de elementos químicos, inorgânicos que circulam na água de afloramento natural dos lençóis freáticos.

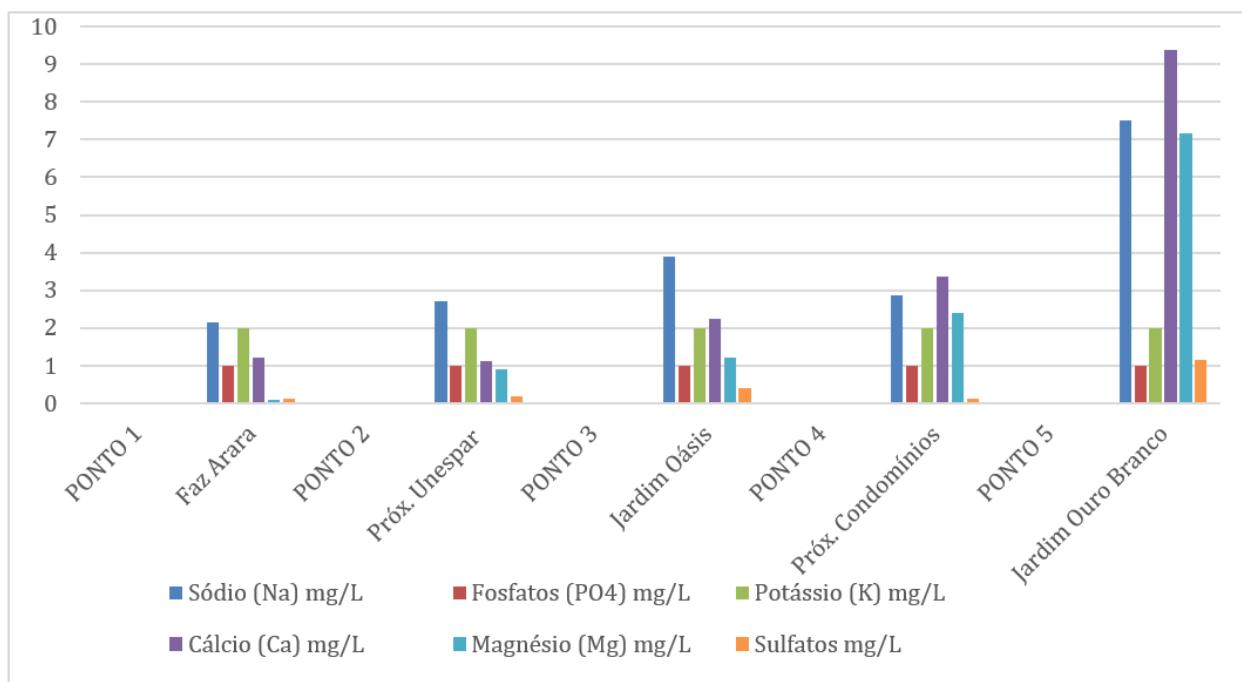


Figura 9: Fosfatos, Potássio, Sulfatos, Magnésio, Sódio e Cálcio de Nascentes – mg/L
Fonte: autores, 2025

Em relação aos Sulfatos, duas nascentes (ponto 1 e ponto 4) apresentaram valores menores que 0,12 mg/L e as águas de três nascentes (ponto 2, ponto 3 e ponto 5), ficaram acima de 0,17 mg/L, cujo valor máximo permitido é de 250 mg/L de sulfatos.

Outro teor de sais minerais é o Magnésio que apresentou valores abaixo de 0,10 mg/L nas águas da nascente da Fazenda Arara. Nas demais localidades em observação (ponto 2, ponto 3, ponto 4 e ponto 5), ficam com teores acima de 0,90 mg/L, evidenciando-se maior concentração no ponto 5, jardim Ouro Branco com 7,17 mg/L.

Quanto ao sódio, os valores estiveram acima de 2,15 mg/L, com maior teor nas águas da nascente do jardim Ouro Branco, com 7,52 mg/L.

Em relação ao cálcio, as águas das nascentes ponto 1 e ponto 2 apresentaram valores de 1,20 e 1,12 mg/L, respectivamente, com os menores teores na localidade ponto 5. As nascentes ponto 3, ponto 4, e ponto 5 apresentaram valores de 2,24, 3,37 e 9,38 mg/L, respectivamente.

A normatização do CONAMA estabelece os diferentes valores máximos permitidos, que possam ser controlados pelo padrão estabelecido. Os teores de fosfatos ficaram abaixo de

1,00 mg/L, considerando o limite máximo permitido na água de consumo de classe 1 e 2, corresponde a 0,1 mg/L.

Os sais de potássio, foram registrados com valores abaixo de 2,00 mg/L em todas as localidades em observação.

Os resultados obtidos demonstram a necessidade do monitoramento dos parâmetros da qualidade da água de nascentes com o conhecimento da composição físico-química padrão de água em análise.

3.2. ANÁLISES DOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DAS NASCENTES

Os resultados da análise dos parâmetros microbiológicos demonstram que houve variação na presença ou ausência de microrganismos nas nascentes estudadas (Quadro 1).

Esse resultados permitem ações imediatas de controle e proteção de estruturas das APPs, no cumprimento da legislação dos recursos hídricos, especialmente atendendo a Lei n.º 12.727, de 17/10/2012.

Os parâmetros microbiológicos da nascente da Fazenda Arara, evidencia a presença muito baixa de bactérias heterotróficas. Já os demais parâmetros, mostram-se presentes nas outras localidades em análise

NASCENTE	COLIFORMES TOTAIS	ESCHERICHIA COLI	PSEUDOMONAS AERUGINOSA	BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS
Ponto N1 Fazenda Arara	Ausente	Ausente	Ausente	2 UFC/mL
Ponto N2 Próximo <u>Unespar</u>	Presente	Presente	Presente	> 500 UFC/mL
Ponto N3 Jardim Oásis	Presente	Ausente	Presente	> 500 UFC/mL
Ponto N4 Próximo Condomínios	Presente	Presente	Presente	> 500 UFC/mL
Ponto N5 Jardim Ouro Branco	Presente	Presente	Presente	> 500 UFC/mL

UFC/ml: Unidade Formadora de Colônias por mililitros

Quadro 1 – Parâmetros Microbiológicos de Água de Nascentes do Ribeirão Paranavaí

Fonte: autores, 2025

Além dos tratamentos para eliminar a contaminação, o gestor deve possibilitar o monitoramento, associado ao aumento necessário de vazão do ambiente de nascente, considerando a proteção com cercamento apropriado para evitar a entrada de animais e pessoas estranhas à Área de Preservação Permanente.

O diagnóstico de parâmetros microbiológicos de águas de nascentes, permite estabelecer estratégias de proteção, tratamento e controle da qualidade da água para manter ou melhorar a potabilidade, condicionando a uma vazão ampliada, a recuperação das matas ciliares e os cuidados com a Área de Preservação Permanente de cada cabeceira de drenagem da Bacia Hidrográfica (BRITO, L. M. de., at. al., 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os teores dos parâmetros analisados demonstram de forma geral, uma composição padrão dentro do valor máximo permitido pela Resolução 357 do CONAMA, porém, diversos elementos tiveram seus valores acima dos estabelecidos por essa normativa.

É imprescindível o conhecimento dos parâmetros de qualidade das águas de nascentes como condicionante essencial para subsidiar as estratégias de gestão para a proteção da Área de Preservação Permanente, como o monitoramento das áreas que envolvem a paisagem, considerando a mata ciliar e seu entorno e a proteção das minas. Permite compreender, portanto, a informação da dinâmica do sistema de afloramento natural das águas e a composição dos teores físico-químicos e microbiológicos, elementares para o abastecimento humano, no consumo da sociedade contemporânea, evidenciados como resultados do diagnóstico.

A diagnose, alerta para o uso de água de poços artesianos que apresentam valores que podem estar acima da recomendação normativa. Ao mesmo tempo, permite o registro dos valores atuais de análise para um monitoramento comparativo da qualidade da água e da conservação ambiental das unidades de nascentes.

O desenvolvimento da pesquisa evidencia o compromisso socio ambiental de estar propondo a aplicação de ações de recuperação de mananciais e a conservação dos ambientes de nascentes na perspectiva do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA R. A.; BARISON, M. R.; BORGES, G. C.; BORTONI, E. da C. **Uso de Tecnologias para o Monitoramento Qualitativo de Águas Minerais: Águas Subterrâneas**, 2006. <https://aquassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23148>

BATISTA, M.; SANTANA, A. (Org.) **Manual do Saneamento Básico**. Instituto trata Brasil. site www.tratabrasil.org.br, 2012.

BECKAUSER, M. C.; DESTEFANI, E. V. **Impactos Ambientais e grau de preservação em nascentes urbanas de Paranavaí – Pr.** I Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial e XXXIV Semana de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, UEL, 2018.

BERNARDINO, V. M. P. **Mapa da Microrregião do Ribeirão Paranavaí**. Base Cartográfica: IBGE, Datum SIRGAS 2000, 2025.

BRASIL, EMBRAPA. **Mapeamento e análise ambiental de nascentes e cursos d'água da sub-bacia hidrográfica do Tua, Cruz das Almas**. Bahia: um estudo de caso / Bruno Guimarães Ubiali.... [et. al.]. – Cruz das Almas, BAHIA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos**.1997.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Cadernos temáticos saneamento básico

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria 518 de 2004**. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Brasília, D.F, 2005.

BRASIL. **Manual Prático de Análise de Água**. 2 ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 146 p.

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Manual de Procedimentos de Amostragem e Análise Físico-química da Água**. EMBRAPA, Colombo, Paraná, 2011.

BRASIL, EMBRAPA. **Manual para Formação e Capacitação de Grupos Comunitários em Metodologias Participativas de Monitoramento da Qualidade da Água Módulo III: Avaliação Físico-Química**. Fortaleza, Ceará, 2011.

BRASIL **Lei nº 12.727, de 17/10/2012 Proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal a exploração florestal**, 2012. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm

BRASIL, FUNASA. **Manual Prático de Análise de Água**. 4ª edição. Ministério da saúde, Brasília, 2013, 150 p.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Marco Legal do Saneamento e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – (CONAMA). Resolução nº 357, 17 de março de 2005. Alterada pelas resoluções Conama nº 393/2007, N° 397/2008, N° 410/2009 e N° 430/2011, acessado no site: 03/01/2025.

BRITO, L. Morais de., at. al. Qualidade físico-química e Microbiológica da água de Nascentes da bacia hidrográfica do Rio Coruripe. Interfaces científicas: Saúde e Ambiente. V.9 • N.3 Alagoas, 2024.

CAJAZEIRAS, C. C. A.; SOUZA, R. R. de; VASCONCELOS, M. B. Aplicação da Condutividade Elétrica da Água nos estudos Hidrogeológicos da Região Nordeste do Brasil. XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Foz do Iguaçu, Estado do Paraná, 2019. <https://eventos.abrh.org.br/xxiiisbrh/>

CONSORCIO, PCJ. Água Viva – 10º Fórum Mundial da Água. Bali, Indonésia, 2024.

COSTA ALEMÃO, Alfredo Braz da. Proteção de Nascentes à Base de Solo Cimento. Curitiba: Instituto Emater, 2015. 20 p.: il. col. (Série Produtor nº 149).

FERNÍCOLA, N.G.G. de & AZEVEDO, F. A. de. Metemoglobinemia e Nitrato nas águas. Rev. Saúde pública., São Paulo, 15: 242-8, 1981.

FERREIRA FILHO, S. S.; ALVES, R. Técnicas de avaliação de Gosto e Odor em águas de Abastecimento: método analítico, análise sensorial e percepção dos consumidores. Vol.11 - Nº 4, Escola Politécnica da USP: Revista de Engenharia Ambiental, São Paulo, 2006.

FERREIRA FILHO, S. S. F.; MARQUETO, M. Otimização multi-objetivo de estações de tratamento de águas de abastecimento: remoção de turbidez, Carbono orgânico total e gosto e odor. Engenharia Sanitária Ambiental. 7 Vol.11 - Nº 1 - jan/mar 2006, 7-15

GOMES, L. S.; FURTADO, A. C. R.; SOUZA, M. C. A Sílica e suas Particularidades. Departamento de Química orgânica. Rev. Virtual Quim. Vol. 10, No. 4, p. 1018-1038. Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2018.

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A.; MARCELLINI, S. S.; VILLAR, P. C.; MARCELLINI, L. As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geociências, 2019

IBGE. Estimativa de População. 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/paranavai/panorama>. Acesso em: 30 out. 2025.

LAZZERINI F. T.; BONOTTO, D.M. O silício em águas subterrâneas do Brasil. Ciência e Natura, v. 36, UNESP, Rio Claro, São Paulo, 2014, p. 159–168.

PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M.; VALENTE, J. P. S. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros

de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu – SP. Universidade Estadual Paulista, Departamento de Química, Botucatu, São Paulo, 1997.

PARANÁ, IAT. **Plano de Manejo da Estação Ecológica do Caiuá/** Instituto Ambiental do Paraná, Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas. - Curitiba: IAP/DIBAP, 2009.

RODRIGUES M. V. F. Avaliação da presença de Dióxido de Carbono em Águas Subterrâneas e sua influência no processo de Corrosão. **Trabalho de Conclusão de Curso.** Curso de Química Industrial. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2020.

SÃO PAULO. **Nitrato nas águas subterrâneas: desafios frente ao panorama atual.** Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Câmara Técnica de Águas Subterrâneas. São Paulo: SIMA / IG, 2019. 128p. (versão online).

SÃO PAULO. CETESB. **Qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo 2019-2021.** São Paulo: CETESB, 2022. 242 p.
<<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>

SIQUEIRA, F. L. C. de. Avaliação da Ferramenta Qualigraf para a Obtenção de Balanço Iônico em Águas para consumo humano. **Trabalho de Conclusão de Curso.** Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

SILVA, Cleiton de S. Avaliação dos impactos ambientais causados na nascente do Rio da Prata/PB pelas plantações de cana-de-açúcar. **Trabalho de Conclusão de Curso,** UFPB, 2015.

SILVA, T. T. de M. C. da. Análise da qualidade de água nas nascentes na cidade de Catende - PE. **Trabalho de Conclusão de Curso.** Núcleo de tecnologia – Eng. Civil. Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2019.