

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇO EM ÁREA COM PASSIVO AMBIENTAL

Vinicius Nunes Cardoso de Pinho Tavares¹, Hingrid Gomes Reetz², Lahuren Pires Castelo Soares², Jennifer Viegas Pereira², Ludmilla Batista², Maria Alejandra Liendo²

*¹ Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul - RS, Brasil,
cacapava@unipampa.edu.br*

² Universidade Federal do Pampa, Bagé - RS, Brasil, marialiendo@unipampa.edu.br

Resumo: Os poços profundos representam a principal fonte de abastecimento de água em áreas rurais, sendo valorizados pela filtração natural promovida pelas camadas do solo, que contribui para a remoção de partículas e microrganismos. No entanto, o avanço de atividades antrópicas tem intensificado a contaminação dessas fontes. Diante desse cenário, o monitoramento constante da qualidade da água torna-se essencial para a segurança hídrica e a sustentabilidade ambiental. Este estudo avaliou três amostras de água: uma proveniente de um poço profundo localizado próximo a área onde operava um antigo lixão, outra procedente de uma torneira residencial e a restante foi de água destilada. As análises físico-químicas foram comparadas aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente. A amostra do poço apresentou bons resultados, com pH de 6,31, condutividade elétrica de 5,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos totais dissolvidos de 5,0 mg/L, turbidez de 1,03 NTU e oxigênio dissolvido de 8,64 mg/L. A posição geográfica elevada do poço (em relação a área do antigo lixão) cria um gradiente natural de fluxo subterrâneo, reduzindo o risco de contaminação direta. Além disso, o aquífero composto por rochas de baixa porosidade oferece certa barreira à infiltração de poluentes. Apesar dos resultados positivos, reforça-se a necessidade de monitoramento contínuo, com enfoque multidisciplinar, para garantir a qualidade da água em regiões com histórico de passivos ambientais, contribuindo para a sustentabilidade dos recursos hídricos e a saúde pública.

Palavras-chave: Água de poço, Qualidade da água, Passivo ambiental, Potabilidade

ASSESSMENT OF GROUNDWATER QUALITY IN AN AREA WITH LEGACY ENVIRONMENTAL CONTAMINATION

**Vinicius Nunes Cardoso de Pinho Tavares¹, Hingrid Gomes Reetz², Lahuren Pires
Castelo Soares², Jennifer Viegas Pereira², Ludmilla Batista², Maria Alejandra Liendo²**

¹ *Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul - RS, Brasil,*

cacapava@unipampa.edu.br

² *Universidade Federal do Pampa, Bagé - RS, Brasil, marialiendo@unipampa.edu.br*

Summary: Deep wells are a primary source of water supply in rural areas, valued for their natural filtration through soil layers, which helps remove particles and microorganisms. However, increasing human activities—such as agriculture, deforestation, and improper waste disposal—have heightened the risk of groundwater contamination. In this context, continuous water quality monitoring is essential to ensure water security and promote environmental sustainability. This study analysed three water samples: one from a deep well located near a former landfill site, one from a residential tap, and one of distilled water. The physicochemical parameters of each sample were evaluated against potability standards established by current regulations. The deep well sample yielded satisfactory results, with a pH of 6.31, electrical conductivity of 5.33 $\mu\text{S}/\text{cm}$, total dissolved solids (TDS) of 5.0 mg/L, turbidity of 1.03 NTU, and dissolved oxygen concentration of 8.64 mg/L. The well's elevated topographic position relative to the nearby-decommissioned landfill creates a natural hydraulic gradient that directs groundwater flow away from the contamination source, thereby reducing the potential for direct impact. Furthermore, the aquifer's composition—primarily low-porosity crystalline rocks—serves as a partial barrier to pollutant infiltration. Despite the favourable results, this study underscores the importance of ongoing, multidisciplinary monitoring efforts. Such initiatives are vital in areas affected by legacy environmental impacts, supporting the long-term sustainability of water resources and safeguarding public health.

Key words: Groundwater, Water quality, Environmental contamination, Drinking water standards

INTRODUÇÃO

Cerca de 70% da superfície da terra é coberta por água e se encontra em estado líquido. As características desejáveis irão variar de acordo com a sua utilização. Para consumo humano, por exemplo, a água deve ser pura e saudável, livre de partículas suspensas, gosto, odor, cor e microrganismos patogênicos. (BLANK e VIEIRA, 2014)

A Lei nº 11.445/2007 assegura à população o direito ao acesso à água potável e aos serviços de saneamento básico. No entanto, dados da Organização das Nações Unidas-ONU, indicam que grande parte dos rios ao redor do mundo encontra-se poluída, e estudos realizados em áreas rurais também apontam que a maioria dos poços apresenta problemas de contaminação. Os poços representam a principal fonte de abastecimento de água nas zonas rurais, sendo que sua água é naturalmente filtrada pelas camadas do solo, o que contribui para a remoção de partículas e microrganismos (ZERWES ET AL., 2015). Para garantir a qualidade da água, o local de perfuração do poço deve estar a, no mínimo, 30 metros de distância de possíveis fontes de contaminação (BLANK E VIEIRA, 2014). A contaminação da água de rios e poços tem sido intensificada por atividades agrícolas, pelo desmatamento e pela poluição dos lençóis freáticos, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos disponíveis. Esses fatores podem comprometer significativamente a qualidade da água, contribuindo para sua escassez e configurando uma grave problemática ambiental. Diante disso, o monitoramento contínuo das fontes de abastecimento torna-se essencial para a preservação dos recursos hídricos (LOBO e CALLEGARO, 2000, *apud* ZERWES *et al.*, 2015).

O consumo de água contaminada por agentes biológicos afeta diretamente a população, os principais agentes biológicos descobertos nas águas contaminadas são as bactérias patogênicas, os vírus e os parasitas. As bactérias patogênicas representam uma das principais causas de morbidade, sendo responsáveis por numerosos casos de enterites, diarreias infantis e doenças epidêmicas, como a febre tifóide, frequentemente com desfechos letais. Entre os vírus mais comumente detectados em águas contaminadas destacam-se os causadores da poliomielite e da hepatite infecciosa. No que se refere aos parasitas, ressalta-se a *Entamoeba histolytica*, agente etiológico da amebíase, que é frequentemente encontrada em regiões de clima quente e em áreas com condições sanitárias inadequadas. (SILVA e ARAÚJO, 2003 *apud* ZERWES *et al.*, 2015).

A Portaria nº 888 de 4 de maio de 2021 do Ministério da saúde, atualiza e fortalece as diretrizes sobre qualidade da água potável no Brasil, com o objetivo de proteger a saúde pública e garantir o acesso à água segura. Conforme essa portaria, a água potável deve estar em conformidade com padrões microbiológicos, além disso, para a garantia da qualidade microbiológica da água, deve ser atendido o padrão de turbidez. A mesma portaria também regulamenta parâmetros como ferro, manganês, radioatividade e pH. Por outro lado, altos níveis de condutividade elétrica podem indicar ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais (BRASIL, 2014).

É importante ressaltar que, embora alguns parâmetros, como condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, não tenham limites máximos definidos na legislação de potabilidade, eles são considerados relevantes para a caracterização da qualidade da água, auxiliando na detecção de possíveis contaminações ou alterações hidroquímicas. Além disso, os padrões legais variam de acordo com o uso destinado da água — como consumo humano, recreação ou irrigação. Neste estudo, foram considerados os limites estabelecidos para a água potável.

A avaliação da qualidade da água com base em parâmetros físico-químicos é fundamental no contexto de abastecimento público e monitoramento de aquíferos em áreas potencialmente impactadas. No presente estudo, foram analisadas três amostras de água: uma proveniente de um poço profundo, uma de uma torneira residencial e outra de água destilada. Os resultados obtidos foram comparados aos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira vigente, especialmente a Portaria GM/MS nº 888/2021, com o objetivo de avaliar a qualidade da água e verificar a possível ocorrência de contaminação na amostra subterrânea, tendo em vista a proximidade do poço com uma área utilizada anteriormente como lixão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho iniciou-se com o reconhecimento geológico de campo nas áreas de interesse, envolvendo a identificação e descrição dos principais afloramentos rochosos, com ênfase nos metagranitoides foliados, seguido por anotações detalhadas sobre estruturas geológicas,

litologia, textura e grau de alteração das rochas. Foi realizado mapeamento geológico, delimitação das unidades litológicas e estruturas principais, integrando informações de campo com dados secundários. Foi utilizado softwares de geoprocessamento (QGIS) para digitalização e integração dos dados espaciais.

A amostra de água subterrânea analisada foi coletada de um poço localizado na região da Estrada das Três Meninas, no município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. O poço possui 40 metros de profundidade e encontra-se em uma área topograficamente elevada, com aproximadamente 105 metros de altitude, está inserido em um contexto geológico marcado pelo predomínio de rochas metagranitoides foliadas, conforme mapeamento oficial da Agência Nacional de Mineração (ANM). A região apresenta um histórico de disposição inadequada de resíduos sólidos. Em contrapartida, o antigo lixão da área está situado em um ponto significativamente mais baixo, a cerca de 45 metros de altitude, configurando um passivo ambiental relevante. Este local foi utilizado por décadas para a disposição de resíduos domésticos e industriais, sem a devida adoção de medidas de controle ambiental. Além da amostra de água do poço, foram analisadas amostras de água destilada e de água proveniente da torneira, com o objetivo de estabelecer uma comparação entre diferentes tipos de água quanto aos parâmetros de potabilidade.

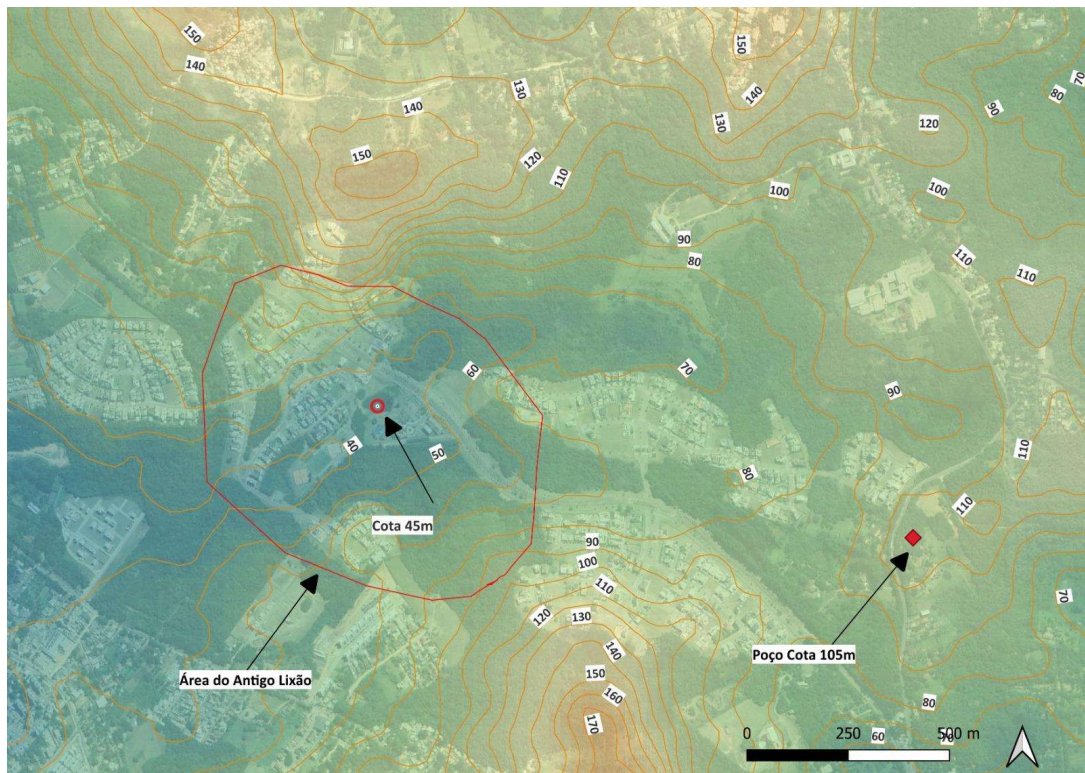
Os equipamentos utilizados nas análises laboratoriais foram: pHmetro da marca Metrohm modelo 827, medidor de turbidez da marca Del Lab modelo DLT-WV, medidor de condutividade elétrica da marca Hanna Instruments modelo HI 9835, medidor de sólidos dissolvidos totais da marca Hanna Instruments modelo HI 9835, medidor de oxigênio dissolvido da marca Hanna Instruments modelo HI 9146.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O local de amostragem está inserido em um contexto geológico marcado pelo predomínio de rochas metagranitoides foliadas, conforme mapeamento oficial da Agência Nacional de Mineração (ANM). Esse tipo de litologia, típico do embasamento cristalino da

região, caracteriza-se por baixa porosidade e permeabilidade restrita, sendo a circulação de água subterrânea condicionada principalmente pela presença de fraturas e zonas de cisalhamento. Tais características conferem ao aquífero uma relativa proteção frente à infiltração direta de contaminantes superficiais, embora não eliminem totalmente os riscos em áreas sujeitas a pressões antrópicas intensas. Na Figura 1, encontra-se o mapa do contexto geológico do local de retirada da amostra de água do poço e nele pode-se observar a cota de altitude de cada região. O poço se encontra a 105 metros de altitude e a região na qual estava localizado o antigo lixão encontra-se em uma área significativamente mais baixa, com cerca de 45 metros de altitude, tendo uma diferença de 60 metros.

Figura 1. Mapa de curva de nível do local onde se encontra o poço e o antigo lixão.



Fonte: Google adaptado de softwares de geoprocessamento (QGIS)

A Tabela 1 a seguir, apresenta os resultados das amostras analisadas, nos quais são destacados os valores médios de pH, turbidez, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos.

Tabela 1. Resultados das análises laboratoriais

Parâmetro analisado	Água do poço	Água da torneira	Água destilada
pH	6,31	7,30	5,40
Turbidez (NTU)	1,03	0,06	0,17
Oxigênio dissolvido (ppm)	8,64	8,68	8,94
Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	5,33	5,35	4,84
Sólidos totais dissolvidos (ppm)	5,0	4,7	4,65

Observa-se na Tabela 1 que o valor de pH mais elevado foi registrado na amostra de água da torneira, seguido pela água do poço e, por último, pela água destilada. Em relação à turbidez, a amostra de água do poço apresentou o nível mais alto, seguida pela água destilada e pela água da torneira. Para o parâmetro de oxigênio dissolvido, a água destilada obteve os maiores valores, seguida pela água da torneira e pela do poço. Quanto à condutividade elétrica, os maiores níveis foram observados na água da torneira, seguidos pela água do poço e, por fim, pela água destilada. Por outro lado, no que se refere aos sólidos totais dissolvidos, a água destilada apresentou os maiores índices, seguida pela água da torneira e pela água do poço.

Conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021, os níveis de turbidez não podem exceder 5 NTU. Contudo, para a água na saída do sistema de tratamento, ao menos 95% das amostras devem apresentar turbidez menor ou igual a 0,5 NTU. As três amostras analisadas apresentaram baixa turbidez, indicando reduzida presença de partículas em suspensão e ausência de processos erosivos ou de transporte de partículas finas, que poderiam ser observados em situações de contaminação recente ou intensa.

O pH deve apresentar-se na faixa de 6,0 a 9,5 segundo a mesma portaria. As amostras analisadas, da torneira e do poço, estão em conformidade com esse parâmetro, já a amostra de água destilada apresentou um valor para pH abaixo da faixa sugerida. Os resultados da água do poço e da torneira para pH sugerem ausência de processos de acidificação ou alcalinização

anormais, frequentemente associados à presença de contaminantes orgânicos ou inorgânicos oriundos de resíduos sólidos.

Conforme a Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, os níveis de sólidos totais dissolvidos devem ser inferiores a 1000 mg/L e as amostras analisadas apresentam valores bem abaixo do limite máximo permitido, reforçando a baixa mineralização e sugerindo que não há contribuição relevante de contaminantes dissolvidos.

Conforme Brasil (2014), os índices de condutividade elétrica devem estar na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e as três amostras analisadas apresentaram valores inferiores. Esse resultado é compatível com águas de aquíferos cristalinos pouco mineralizados e indica baixa concentração de íons dissolvidos, o que corrobora a ausência significativa de sais, metais pesados ou compostos orgânicos que poderiam ser transportados pelo lixiviado do lixão.

O oxigênio dissolvido para águas naturais, segundo a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, estabelece limites mínimos de 6 mg/L para águas doces especiais. As amostras analisadas apresentaram valores superiores, demonstrando boa oxigenação da água, o que é incompatível com ambientes impactados por matéria orgânica em decomposição, onde se observa consumo acelerado de oxigênio e, conseqüentemente, valores reduzidos desse parâmetro.

As três amostras analisadas apresentaram parâmetros dentro dos limites estabelecidos para água potável, conforme a legislação brasileira vigente. Os principais destaques observados foram: a água da torneira apresentou os maiores valores de sólidos totais dissolvidos (STD) e condutividade elétrica entre as amostras, o que é compatível com a presença de sais e compostos químicos resultantes dos processos de tratamento e desinfecção comumente utilizados em sistemas de abastecimento público. A água destilada, como esperado, apresentou valores extremamente baixos de condutividade e STD, confirmando seu alto grau de pureza e ausência de minerais dissolvidos. A água do poço, proveniente de um aquífero cristalino profundo, demonstrou valores intermediários, característicos de águas subterrâneas com baixa mineralização e reduzida influência antrópica.

Em relação à oxigenação, todas as amostras apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido superiores a 8,5 mg/L, o que indica boas condições aeróbias e ausência de processos significativos de degradação orgânica. Quanto à turbidez, os valores observados foram significativamente inferiores ao limite máximo permitido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, inclusive na amostra do poço, sugerindo ausência de partículas em suspensão ou de contaminação recente nas fontes analisadas.

É importante destacar que, em situações semelhantes descritas na literatura, poços localizados em áreas mais baixas ou próximas a fontes de contaminação, especialmente em regiões a jusante (em relação ao fluxo de água), costumam apresentar maiores concentrações de sais, metais pesados, nitratos e amônia, além de redução do oxigênio dissolvido — o que não foi observado neste caso.

CONCLUSÃO

A amostra foi coletada em um poço com 40 metros de profundidade que está situado em uma área elevada, aproximadamente 105 metros de altitude. Por outro lado, a região do antigo lixão encontra-se em uma área significativamente mais baixa, cerca de 45 metros de altitude. Essa diferença altimétrica cria um gradiente natural que favorece o fluxo de água subterrânea das áreas mais altas (como onde está o poço) para as mais baixas. Isso significa que, do ponto de vista do escoamento da água, o poço está em uma posição menos vulnerável à contaminação direta por eventuais resíduos provenientes do antigo lixão.

Do ponto de vista geológico, o poço está inserido em um aquífero formado por rochas cristalinas que apresentam baixa porosidade e permeabilidade. Nesses tipos de rochas a água subterrânea circula principalmente por fraturas, limitando a recarga, mas oferecendo certa proteção contra a infiltração rápida de poluentes oriundos da superfície, como o chorume por exemplo.

Os resultados laboratoriais da amostra de água do poço indicam boa qualidade e ausência de contaminação significativa. O pH foi de 6,31, valor que se encontra dentro da faixa recomendada para consumo humano, conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021 (6,0 a 9,5). A condutividade elétrica registrada foi de 5,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$, característica de águas subterrâneas com

baixa mineralização, comum em aquíferos cristalinos. O teor de sólidos totais dissolvidos (STD) foi de 8,64 mg/L, valor significativamente abaixo dos limites máximos sugeridos, o que reforça a baixa presença de sais e compostos dissolvidos. A turbidez medida foi de 1,03 NTU, indicando reduzida presença de partículas em suspensão, compatível com águas protegidas de interferências superficiais. Por fim, o oxigênio dissolvido apresentou valor de 8,64 mg/L, sugerindo um ambiente bem oxigenado e ausência de matéria orgânica em decomposição significativa. Esses resultados são compatíveis com águas de aquíferos cristalinos não contaminados e não indicam influência significativa de efluentes ou contaminantes do antigo lixão.

Dessa forma, os dados sugerem que o poço da Estrada das Três Meninas, por sua localização geográfica em terreno elevado e sua profundidade, associado às características do aquífero, ainda não foi afetado pela contaminação histórica do antigo lixão. No entanto, vale lembrar que a migração de contaminantes em aquíferos fraturados pode ser lenta e imprevisível. Fatores como chuvas intensas, alterações no uso do solo ou aumento na extração de água subterrânea podem mudar esse cenário com o tempo. Por isso, recomenda-se a continuidade do monitoramento da qualidade da água, com atenção especial a parâmetros que indicam contaminação por metais pesados, compostos orgânicos voláteis e outros poluentes característicos de áreas impactadas por resíduos sólidos.

Com base nos parâmetros avaliados, todas as amostras analisadas seriam consideradas adequadas ao consumo humano segundo os critérios legais vigentes. No entanto, é importante destacar que uma avaliação completa da potabilidade requer também a análise de outros indicadores não contemplados nesta amostragem, como coliformes fecais, metais pesados, compostos orgânicos voláteis e parâmetros radioativos, conforme especificado pela regulamentação.

A presente avaliação integrada, com a colaboração das áreas de geologia e engenharia química, destaca a importância do monitoramento contínuo e multidisciplinar da qualidade da água, especialmente em contextos urbanos com passivos ambientais, como a presença de antigos aterros sanitários ou lixões.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) pela disponibilidade de seus equipamentos e materiais a fim de tornar possível a realização do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- Aguila, P. S. d'; Roque, O. C. d. C.; Miranda, C. A. S.; Ferreira, A. P.; *Cad. Saúde Pública* **2000**, 16, 791–798. [<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2000000300027>]
- Blank, D. E.; Vieira, J. G.; *Vetor-Revista de Ciências Exatas e Engenharias*, **2014**, 24, 2–17. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/vetor/article/view/1291>. Acesso em: 11 jul. 2025
- Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Funasa; Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS, Ministério da Saúde: Brasília, **2014**, 88 p. Disponível em: https://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf. Acesso em: 11 jul. 2025.
- Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011; *Diário Oficial da União, seção 1*, Brasília, DF, p. 39–46, 14 dez. **2011**. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em 11 jul. 2025.
- Parron, L. M.; Muniz, D. H. F.; Pereira, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Colombo, PR: *Embrapa Florestas*. **2011**. ISSN 1980-3958.
- Zerwes, C. M.; Secchi, M. I.; Calderan, T. B.; Bortoli, J. D.; Tonetto, J. F.; Toldi, M.; Oliveira, E. C.; Santana, E. R. R.; *Ciênc. Natura* **2015**, 37, 651–663. ISSN impressa: 0100-8307; ISSN on-line: 2179-460X.