



Qualidade da Água Subterrânea no Litoral do Rio Grande do Sul

Suzy Darley de Lima¹, Pedro Antonio Roehe Reginato¹, Alfonso Risso¹, Guilherme Casarotto Troian²

¹ Instituto de Pesquisas Hidráulicas / Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental / Universidade Federal do Rio Grande do Sul (suzyd.lima@gmail.com; pedro.reginato@ufrgs.br; risso@iph.ufrgs.br)

² Serviço Geológico do Brasil-SGB/CPRM (guilherme.troian@cprm.gov.br)

Resumo

Este trabalho apresenta uma avaliação da qualidade da água no litoral médio e norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, através da análise dos resultados de 15 parâmetros físico-químicos que comprometem as características da água subterrânea. A interpretação dos resultados foi feita através das informações armazenadas em banco de dados contendo informações sobre os poços e a qualidade da água na área de estudo. Por fim, foi realizado a comparação desses parâmetros com valores acima do limite determinado nas portarias de potabilidade. Foi identificado que o ferro e manganês são os componentes que mais aparecem com teores elevados e estão presentes em 56% e 55% dos poços, respectivamente. Os demais compostos como: Na, Cl⁻, F⁻, STD, NO₃, Cor, Turbidez, Al, também apresentam uma concentração média acima dos seus respectivos valores máximos permitidos, porém estão presentes em quantidades menores de poços, com destaque para as regiões de Palmares do Sul e Osório que juntos somam mais de 100 poços instalados com algum parâmetro acima do limite.

Palavras-chave: Parâmetros físico-químicos. Qualidade da água. Aquífero Costeiro.

Área Temática: Recursos Hídricos.

Groundwater Quality on the Coast of Rio Grande do Sul

Abstract

This work presents an evaluation of the water quality in the middle and north coast of the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, through the analysis of the results of 15 physical-chemical parameters that compromise the groundwater characteristics. The interpretation of the results was done through the information stored in a database that containing information about the wells and water quality in the study area. Finally, these parameters are compared with values above the limit determined in potability ordinances. It was identified that iron and manganese are the components that most appear with high levels and are present in 56% and 55% of the wells, respectively. The other compounds such as: Na, Cl⁻, F⁻, STD, NO₃, Color, Turbidity, Al, also have an average concentration above their respective maximum allowed values, but are present in smaller quantities of wells, with emphasis on regions from Palmares do Sul and Osório, which together add up to more than 100 wells installed with some parameter above the limit.

Key words: *Physical-chemical parameters. Water quality. Coastal Aquifer.*

Theme Area: *Water Resources*



1 Introdução

O litoral do Rio Grande do Sul tem um importante potencial ambiental. A região é composta por duas grandes unidades de paisagem: a Planície Costeira e a Encosta da Serra, que recebem influência marítima e interferem na planície através da drenagem, são feições importantes ainda as dunas, as lagoas e a vegetação de restinga e mata atlântica (VILLWOCK e TOMAZELLI, 1995).

A planície costeira se estende do município de Chuí ao sul até o município de Torres ao norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul – PCRS e contempla o Sistema Aquífero Costeiro (SAC) que é caracterizado pela presença de aquíferos porosos, com comportamento livre, semi-confinado e confinado, localizados em diferentes camadas arenosas intercaladas por sedimentos siltosos, argilosos e orgânicos (TROIAN, 2021; MACHADO & FREITAS, 2005).

Na região a água subterrânea é utilizada principalmente para abastecimento público e doméstico e para irrigação, totalizando mais da metade das captações que ocorrem através da construção de poços do tipo ponteira e do tipo tubular. A construção de poços fora das especificações técnicas e sanitárias e instalados próximos as fossas, bem como o uso e ocupação do solo de forma desordenada, podem alterar a composição da água subterrânea, agravando a sua contaminação (REGINATO *et al.*, 2017).

Diferentes composições são encontradas nas águas da região, como por exemplo a que foi identificada na pesquisa realizada no município de Osório, localizado na porção norte da PCRS. O estudo demonstrou que as águas são classificadas como bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, bicarbonatadas sódicas, sulfatadas ou cloretadas sódicas e águas sulfatadas ou cloretadas cálcicas ou magnesianas. Também foi identificada a presença de elevados teores de ferro e manganês (PAIM, 2018).

Koller e Reginato (2017) verificaram a ocorrência de águas subterrâneas bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas e bicarbonatadas sódicas, apresentando pH médio de 7,9 e condutividade elétrica entre 70,9 e 654 $\mu\text{S cm}^{-1}$, no município de Palmares do Sul, localizado no litoral médio da planície costeira. As águas subterrâneas que circulam nos aquíferos da região costeira do Rio Grande do Sul apresentam uma qualidade variável, onde muitos poços acabam captando águas de unidades aquíferas com alta salinização ou presença de concentrações elevadas de ferro e manganês (REGINATO *et al.*, 2009).

Autores relatam comprometimento da qualidade da água subterrânea em diversos pontos da planície costeira, podendo estar associados ao tipo de captação e ao fato de que os poços mais rasos tenderem a ser mais suscetíveis a captação de águas com presença de contaminantes de origem antrópica. Outro fator que interfere na qualidade da água é a presença de fossas próximas as captações ou outro sistema de coleta de disposição dos efluentes.

Troian (2020) cita a ocorrência de poços abandonados devido a problemas na qualidade da água, oriundos tanto de fontes naturais com excessiva concentração de ferro e manganês e elevada salinidade, como também contribuição de origem antrópica.

Em geral, os poços domésticos estão localizados perto de fontes contaminantes, como um sistema séptico, bolsões de lixo, próximos às áreas de criação de animais, postos de gasolina, lavanderias, aterros sanitários e atividades de fertilização de culturas (DRAGE, 2022).

Nesse estudo foi feita uma avaliação da qualidade da água subterrânea no litoral médio e norte da PCRS. O presente estudo foi estruturado em cinco seções, incluindo esta introdução e as referências. Na segunda seção é apresentado um fluxograma com o desenvolvimento da pesquisa, bem como a descrição do método utilizado para montagem e organização do banco de dados de modo a gerar informações referente a qualidade do recurso hídrico subterrâneo. Na sequência, aborda-se uma discussão dos resultados gerados, de modo a destacar entre os 15 parâmetros, quais



os principais que comprometem a qualidade da água subterrânea na área de estudo. Por fim, apontase as considerações finais, enfatizando os parâmetros acima dos valores máximos permitidos (VMPs) das portarias de potabilidade e da resolução CONAMA 396/2008 para constatação do padrão de qualidade e suas possíveis causas.

2 Materiais e Métodos

A área de estudo está localizada no litoral médio a norte da planície costeira do Rio Grande do Sul, região na qual tem apresentado um aumento significativo na taxa de crescimento populacional e consequentemente aumento na instalação de poços para abastecimento doméstico, bem como uso e ocupação inadequada do solo.

A organização e metodologia adotada na pesquisa, envolveu a coleta de dados existentes para montagem do banco de dados, análise e interpretação dos dados gerando informações consistentes e identificação dos possíveis problemas de qualidade através da comparação dos Valores Máximos Permitidos da Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde e CONAMA 396/2008, apresentada no fluxograma (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa.



A montagem do banco de dados referente à captação de água subterrânea, contou com a colaboração da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN); Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS); Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA); empresas de perfuração; banco de dados de projetos desenvolvidos pelo grupo do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) na região. As informações coletadas foram armazenadas em banco de dados que contendo informações sobre os poços e a qualidade da água na área de estudo.

A consistência dos dados envolveu a seleção de poços com coordenadas de localização e parâmetros físico-químicos com mais de 20 resultados.

Para análise e interpretação dos resultados, os dados foram tabulados com o auxílio do programa Microsoft Excel, bem como a elaboração de gráficos, tabelas e análises estatísticas descritivas (média, mediana, desvio padrão, valor mínimo e máximo) para fins de caracterização da qualidade da água subterrânea na área de estudo.

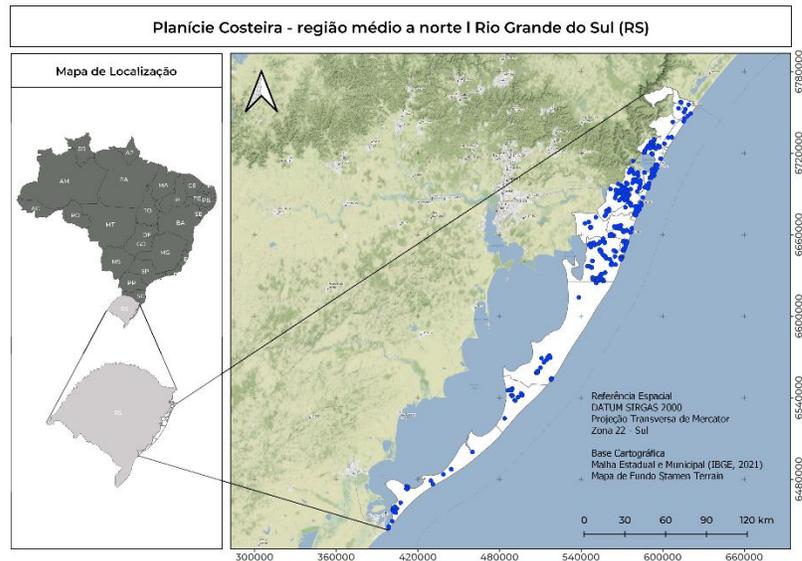
Para espacialização dos dados foi utilizado o software gratuito Qgis (versão 3.22). A camada vetorial do limite da área de interesse foi obtida através do recorte dos dados vetoriais do estado do Rio Grande do Sul baixados do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

3 Discussão dos Resultados

A figura 2 apresenta a localização e distribuição em mapa dos poços selecionados que compõem o banco de dados. Os poços analisados estão instalados no litoral médio e norte, abrangendo os municípios da planície costeira entre São José do Norte até Torres, com uma concentração significativa em torno dos núcleos urbanos.

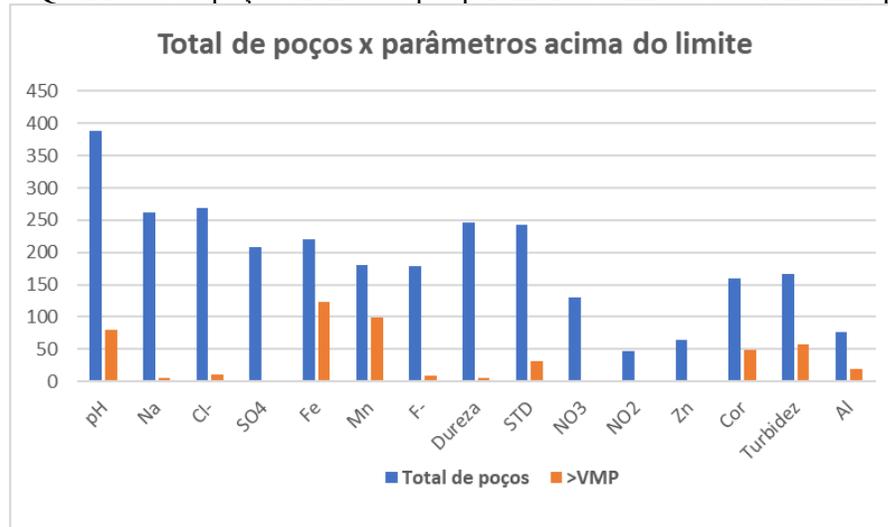


Figura 2 – Mapa de localização dos poços analisados.



A figura 3 mostra a comparação dos 15 parâmetros analisados com os valores máximos permitidos (VMP's) para consumo humano segundo a portaria de potabilidade (Brasil, 2021). O ferro e o manganês são os componentes que mais aparecem com teores elevados e estão presentes em 124 e 99 poços, respectivamente. A distribuição dos demais parâmetros se apresentam com uma quantidade menor por poços, sendo: Turbidez (58 poços); Cor (48 poços); STD (31 poços); Al (20 poços); Cl⁻ (10 poços); F⁻ (9 poços); Na e Dureza (6 poços) e NO₃ (2 poços); NO₂ e Zn (1 poço).

Figura 3 – Quantidade de poços analisados por parâmetros acima do valor máximo permitido.



Desses parâmetros as concentrações de Fe e Mn são as que mais aparecem acima do limite permitido (0,3mg/L e 0,1mg/L) totalizando 56% e 55% dos poços analisados, respectivamente. Parâmetro como Sulfato (SO₄) se encontra dentro do valor máximo permitido com resultado menor que 250mg/L.



Tabela 1 – Parâmetros estatísticos da qualidade da água subterrânea no litoral do RS.

| | Média | Mediana | Desvio padrão | Mínimo | Máximo | VMP* |
|---------------------------------|--------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|-------------|
| pH | 5,4 | 5,5 | 0,6 | 2,7 | 6 | |
| Sódio (Na) | 692,9 | 681,5 | 464,2 | 209,5 | 1250 | 200 mg/L |
| Cloreto (Cl) | 652,4 | 406 | 426,3 | 272 | 1310,1 | 250 mg/L |
| Ferro (Fe) | 3 | 1,2 | 4,7 | 0,3 | 23 | 0,3 mg/L |
| Manganês (Mn) | 0,6 | 0,4 | 0,7 | 0,1 | 5,5 | 0,1 mg/L |
| Fluoreto (F⁻) | 254,1 | 2,8 | 470,6 | 1,6 | 1119 | 1,5 mg/L |
| Dureza | 386,8 | 376,3 | 46,1 | 324 | 440 | 300 mg/L |
| Sólidos totais (STD) | 769,8 | 604 | 456,1 | 507,7 | 2801 | 500 mg/L |
| Nitrato (NO₃) | 1474,1 | 1474,1 | 2061,9 | 16,1 | 2932 | 10 mg/L |
| Nitrito (NO₂) | 1,2 | 1,2 | 0 | 1,2 | 1,2 | 1 mg/L |
| Zinco (Zn) | 5,8 | 5,8 | 0 | 5,8 | 5,8 | 5 mg/L |
| Cor | 58,4 | 35 | 80,7 | 15 | 550 | 15 uH |
| Turbidez | 15,2 | 9,6 | 13,5 | 5 | 71,8 | 5 uT |
| Alumínio (Al) | 1 | 0,5 | 0,9 | 0,2 | 3,1 | 0,2 mg/L |

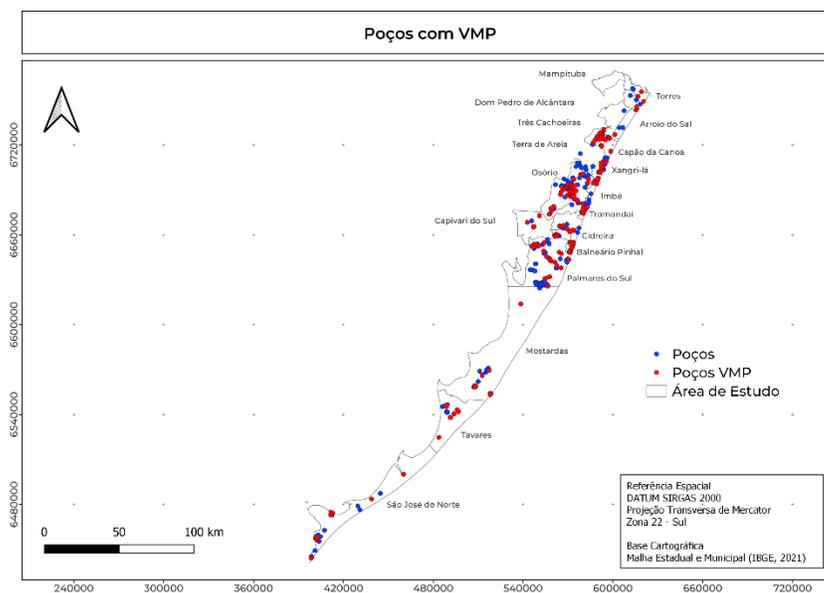
*VMP – valor máximo permitido na Portaria do MS 888/2021.

Os parâmetros de Manganês, Dureza, Nitrito, Zinco apresentam resultados médios de concentração mais próximos ao limite de 0,1; 300; 1,0 e 5,0 mg/L, respectivamente – estabelecido pelas Portarias de potabilidade. Os STD apresentam uma concentração média acima do VMP citado na Portaria MS 888/2021, porém está dentro da Resolução CONAMA 396/2008.

Todos os demais parâmetros analisados Na, Cl⁻, Fe, F⁻, STD, NO₃, Cor, Turbidez, Al, apresentam uma média acima dos VMP.

Conforme apresentado no mapa da figura 4, a maioria dos poços estão instalados nas regiões mais ao norte da planície.

Figura 4 – Mapa de localização dos parâmetros acima do limite por região.

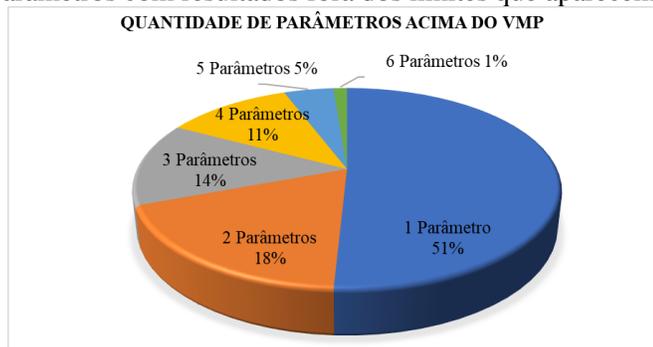




Os municípios de Palmares do Sul e Osório totalizam juntos mais de 100 poços instalados com algum parâmetro acima do limite. Já Arroio do Sal, Dom Pedro de Alcantara, Imbé, Maquiné e Três Cachoeiras possuem menos de 10 poços com parâmetros acima do limite.

Metade dos poços analisados possuem apenas 1 parâmetro com resultados acima do VMP, conforme a figura 5.

Figura 5 – Total de parâmetros com resultados fora dos limites que aparecem nos poços analisados.



Com 2 parâmetros acima do limite são encontrados em 45 poços, 3 parâmetros acima do limite estão presentes em 33 poços. Em 28 poços foram encontrados 4 parâmetros acima do limite e em 11 poços com 5 parâmetros, 3 poços representando a minoria ficou com 6 parâmetros.

Os dados apresentados neste trabalho corroboram com outros estudos. A forte presença do Fe e Mn tem sido encontrada em toda a extensão da área de estudo e pode ser de origem natural, como apontado nos estudos de Reginato & Michalski (2013). Os autores também relacionaram os problemas de qualidade de água com a ocorrência de concentrações de ferro, fluoreto e alterações na cor e turbidez.

Troian (2021) constata a presença de teores elevados de ferro e manganês nas águas subterrâneas do litoral do RS, o autor ressalta que os resultados podem ser provenientes da mistura das águas pois vários poços são construídos com seções filtrantes que interceptam várias unidades hidroestratigráficas, tendo como consequência o abandono de muitos poços com a qualidade da água comprometida.

4 Conclusões

O banco de dados analisado neste trabalho, apresenta resultados de compostos químicos presentes na água subterrânea com concentrações acima do limite, quando comparados aos valores orientadores para potabilidade. O ferro e manganês foram encontrados com concentrações elevadas em mais da metade dos poços analisados totalizando 56% e 55%, respectivamente. Os demais compostos como: Na, Cl⁻, F⁻, STD, NO₃, Cor, Turbidez, Al, também apresentam uma concentração média acima dos seus respectivos VMP's, porém estão presentes em quantidades menores de poços.

Os municípios de Palmares do Sul e Osório resultaram em uma maior quantidade de poços com algum parâmetro acima do limite e quando é realizada uma comparação entre esses parâmetros, o ferro e manganês estão presentes na maioria dos poços dessa região, tendo o mesmo comportamento quando analisamos toda a área de estudo. A origem destes dois compostos pode ser natural estando associados a dissolução de minerais, porém o ferro em grande quantidade pode gerar incrustações nas tubulações e essa deposição excessiva do composto pode ser responsável por contaminação biológica através da proliferação das ferro-bactérias.



Importante ressaltar que a região estudada tem muitos poços que captam água para abastecimento público e doméstico e para irrigação, evidenciando uma atenção ao risco de sustentabilidade dos recursos hídricos subterrâneos.

5 Referências

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria do Ministério da Saúde MS nº 888/2021**. Brasília.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

DRAGE, J. **Domestic Wells - Introduction and Overview**. The Groundwater Project, Guelph, Ontário, Canadá, 2022.

KOLLER, K. D.; REGINATO, P. A. R. **Avaliação do risco à saúde humana por meio do consumo e água subterrânea contendo metais, na zona rural do município de Palmares do Sul (RS)**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2017.

MACHADO, J. L. F.; FREITAS, M. A. de. **Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul**. [s. l.], p. 1, 2005.

PAIM, R. A. (2018) **Avaliação da qualidade da água subterrânea de poços ponteira no município de Osório, RS**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

REGINATO, P. A. R.; BRANCHER L.; SCHAFER, A. E.; LANZER, R. M. **Água Subterrânea utilizada para irrigação na Planície Costeira o Rio Grande do Sul e seu risco a salinização**. I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo., [s. l.], p. 1–9, 2009.

REGINATO, P. A. R.; MICHALSKI, E. Z. **Água Subterrânea: Conceito, Formação e Características da Água Subterrânea**. In: Schäfer, Alois; Lanzer, Rosane; Scur, Luciana. (Org.). Atlas Socioambiental dos Municípios de Cidreira, Balneário Pinhal e Palmares do Sul. 1ª ed. Caxias do Sul: EDUCS, 2013, v. 1, p. 107-118.

TROIAN, G. C. (2021) **Compartimentação hidroestratigráfica do sistema aquífero costeiro no estado do Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. 1995. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas**. CECO/IG/UFRGS. Porto Alegre, RS. nº 8: 1-45 p.