



Estudo hidrogeológico do município de Viamão (RS)

Luísa Collischonn¹, Maria Luiza Correa da Camara Rosa², Pedro Antonio Roehe Reginato³

¹ Programa de Pós-Graduação em Geociências/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(luisa.collischonn@ufrgs.br)

² Instituto de Geociências/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(luiza.camara@ufrgs.br)

² Instituto de Pesquisas Hidráulicas/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(pedro.reginato@ufrgs.br)

Resumo

As águas subterrâneas são fonte estratégica de recurso hídrico. Em Viamão, há sistemas aquíferos que fornecem água para consumo humano, indústrias, comércio, entre outros. Neste estudo, as unidades dos principais sistemas aquíferos existentes no município foram identificadas e avaliadas quanto as suas características hidrodinâmicas e hidroquímicas. Para isso, foram consultados relatórios de poços, ensaios de bombeamento, análises físico-químicas, e amostras de perfuração. Dois sistemas principais foram identificados: o Sistema Aquífero Costeiro, que compreendeu as unidades (i) Barreira Marinha, (ii) Depósitos Litorâneos e (iii) Depósitos Fluvioaluvionares; e o Sistema Aquífero Embasamento Cristalino, que compreendeu as unidades (i) Fraturado e (ii) Poroso. A unidade de Barreira Marinha apresentou as maiores vazões e pH levemente ácido. As unidades do Sistema Aquífero Embasamento Cristalino apresentaram pH próximo da neutralidade e valores mais altos de sólidos totais dissolvidos e de condutividade elétrica. As águas foram classificadas como cloradas sódicas (Barreira Marinha) e bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas (Fraturado).

Palavras-chave: Barreira Marinha. Coxilha das Lombas. Sistema Aquífero Embasamento Cristalino.

Área Temática: Recursos Hídricos.

Abstract

Groundwater is a strategic source of water resources. In Viamão, there are aquifer systems that supply water for human consumption, industrial and commercial use, among others. The aim of this work was to identify the units that form the main existing aquifer systems in Viamão and to evaluate them in hydrogeological terms. For this, well reports, pumping tests, physico-chemical analyzes and drilling samples were consulted. As a result, two main systems were identified: the Coastal Aquifer System, which comprised the units 'Marine Barrier', 'Litoral Deposits' and 'Alluvial Deposits'; and the Crystalline Basement Aquifer System, which comprised the 'Fractured' and 'Porous' units. The Marine Barrier unit presented the highest flow rates and slightly acidic pH. The units of the Crystalline Basement Aquifer System had a pH close to neutrality and higher values of total dissolved solids and electrical conductivity. The groundwater were classified as sodium chloride type (Marine Barrier) and calcium or magnesium bicarbonate type (Fractured).

Key words: Coastal Aquifer System. Coastal Barrier. Crystalline Basement Aquifer System.

Theme Area: Water Resources.



1 Introdução

Viamão apresenta a maior extensão territorial dentre os 36 municípios que fazem parte da Região Metropolitana de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul. O seu abastecimento se dá a partir de mananciais superficiais e subterrâneos. Com um forte potencial agroecológico, há crescente demanda por águas subterrâneas nas áreas rurais do município, onde a captação é feita principalmente através de poços de pequeno diâmetro ou de ponteiras, muitas vezes não regularizados.

No final da década de 1990, a empresa cervejeira AMBEV S.A. instalou uma indústria no município (distrito de Águas Claras), abastecendo-se exclusivamente por poços tubulares no aquífero Coxilha das Lombas. Também conhecido como Águas Claras ou Barreira Marinha, este aquífero é associado a depósitos eólicos pleistocênicos e apresenta grande importância local. No município, principalmente em sua porção mais urbana, também há poços que captam água de aquíferos relacionados às rochas do Escudo Uruguaio-Sul-Riograndense.

O presente estudo teve como objetivo estudar os sistemas aquíferos existentes em Viamão e as unidades que os compõem, buscando caracterizá-las em termos hidrodinâmicos e hidroquímicos.

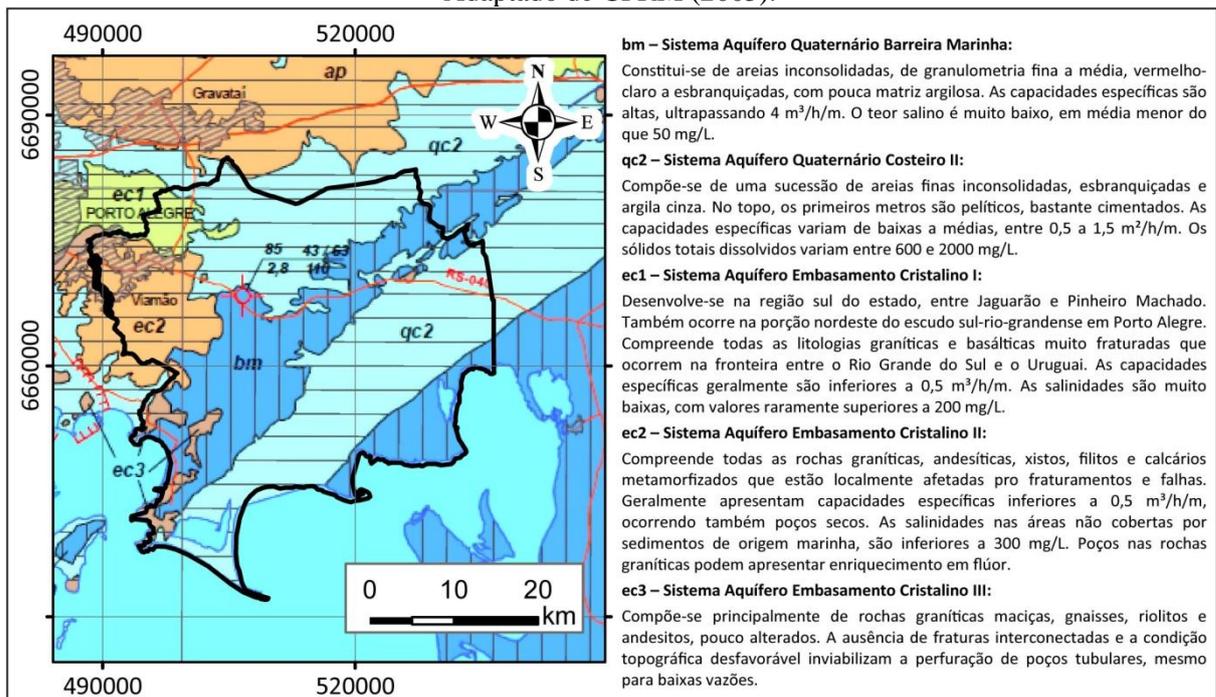
2 Contexto Hidrogeológico e Geológico

De acordo com CPRM (2005), regionalmente, Viamão faz parte do Sistema Aquífero Embasamento Cristalino e do Sistema Aquífero Quaternário Costeiro.

Dentro dos limites do município, o Sistema Aquífero Embasamento Cristalino compreende as subunidades I (ec1), II (ec2) e III (ec3), enquanto o Sistema Aquífero Quaternário compreende as subunidades Costeiro II (qc2) e Barreira Marinha (bm). Suas descrições podem ser visualizadas na Figura 1.

Figura 1 – Recorte do Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul, de escala 1:750.000, com as descrições das unidades hidrogeológicas que ocorrem no município de Viamão-RS (em destaque).

Adaptado de CPRM (2005).





O Sistema Aquífero Embasamento Cristalino apresenta porosidade secundária (relacionada ao fraturamento das rochas) e está vinculado às rochas do Escudo Sul-Riograndense. Já o Sistema Aquífero Quaternário apresenta porosidade primária (intergranular) e tem sua gênese relacionada aos depósitos sedimentares da Bacia de Pelotas.

Dentre os sistemas existentes no município, o Sistema Aquífero Quaternário Barreira Marinha é o que mais se destaca, por apresentar águas de excelente qualidade e boas características hidrodinâmicas, e uma reserva permanente estimada em seis bilhões de metros cúbicos (COLLISCHONN; KIRCHHEIM, 2006). Segundo Freitas *et al.* (2002), ele possui uma recarga muito rápida e apresenta grande potencialidade hídrica, podendo contribuir sem perdas significativas com o desenvolvimento da região. Geologicamente, o Sistema Aquífero Quaternário Barreira Marinha corresponde à Barreira I (VILLWOCK *et al.*, 1986), que compõe o Sistema Laguna-Barreira mais antigo da porção emersa da Bacia de Pelotas.

3 Metodologia

Inicialmente, foi realizado o inventário de poços a partir de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas do Serviço Geológico do Brasil (SIAGAS-SGB/CPRM), Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) e do Sistema de Outorga de Água Subterrânea do Rio Grande do Sul (SIOUT RS). Os dados obtidos foram organizados em tabelas e incluíram: relatórios dos poços (incluindo perfis construtivos e litológicos), ensaios de bombeamento e análises físico-químicas e bacteriológicas.

Após uma filtragem, foram selecionados 205 poços que continham informações de perfil litológico para a identificação dos principais sistemas aquíferos captados no município e a separação das unidades existentes em cada sistema. A litoteca da CORSAN também foi consultada nesta etapa, onde as amostras de calha de perfurações dos poços puderam ser conferidas.

Foram elaborados perfis representativos das unidades pertencentes aos principais sistemas aquíferos, além de uma seção hidrogeológica esquemática.

A partir de alguns dos dados hidrodinâmicos (nível estático e vazão) e hidroquímicos (pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos), foi feita a caracterização das unidades identificadas nos poços, levando em consideração a posição dos filtros. Somente foram selecionados os poços cuja captação se dava em uma única unidade, o que reduziu substancialmente o número de amostras (N), pois a maioria dos poços de Viamão capta água de mais de uma unidade.

Por fim, foi feita a classificação (Diagrama de Piper) das águas captadas pelas unidades dos principais sistemas aquíferos. Nesta etapa, somente foram consideradas as unidades com $N > 4$, a fim de assegurar sua representatividade.

4 Resultados e Discussões

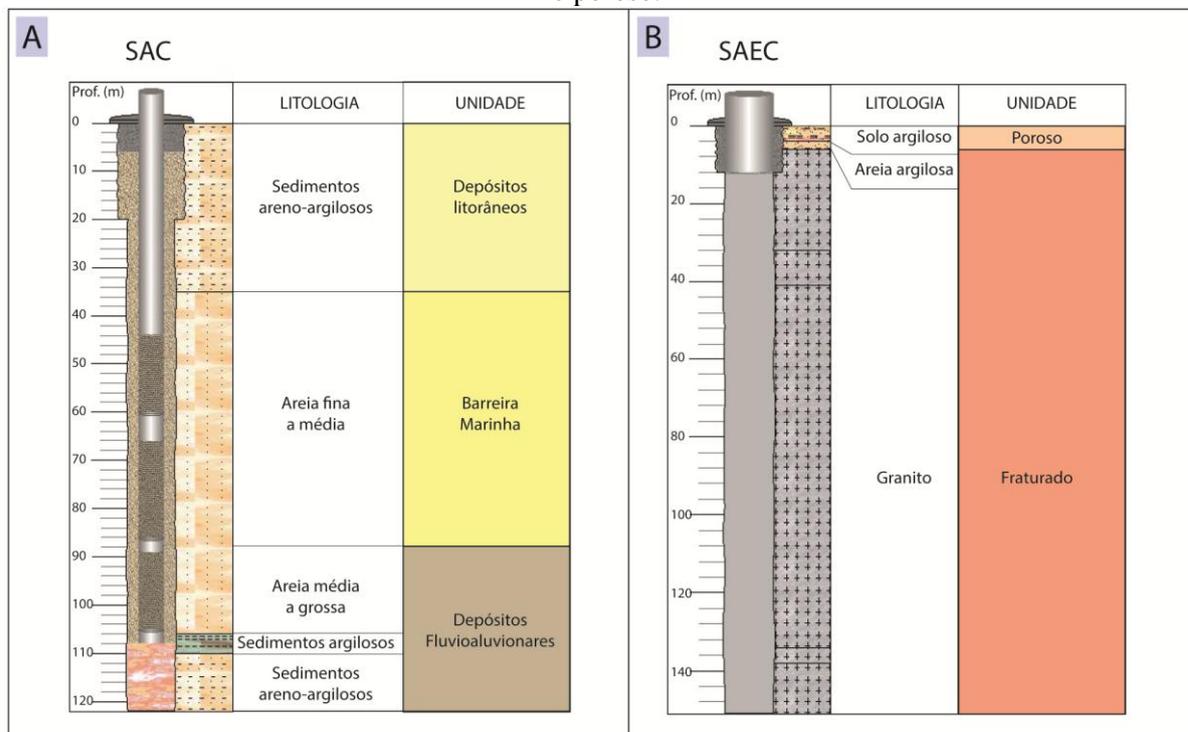
A captação de água subterrânea em Viamão é feita por meio de poços do tipo ponteira, tubular, escavado, de pequeno diâmetro e a partir de algumas fontes naturais.

Foram identificados dois sistemas aquíferos principais no município: o Sistema Aquífero Costeiro (SAC) e o Sistema Aquífero Embasamento Cristalino (SAEC). Na figura 2, podem ser observados poços tubulares representativos dos dois sistemas, suas litologias características e as unidades interpretadas.

Além dos sistemas aquíferos principais, também foram identificados outros (mais antigos), associados às Formações Rio do Rastro e Rio Bonito. Entretanto, tais sistemas aquíferos não são captados ou são praticamente insignificantes para o abastecimento do município.



Figura 2 – Perfis geológicos representativos dos principais sistemas aquíferos de Viamão: (A) Sistema Aquífero Costeiro (SAC), com unidades de depósitos fluvioaluvionares, litorâneos e de barreira marinha; e (B) Sistema Aquífero Embasamento Cristalino (SAEC), subdividido nas unidades fraturado e poroso.



O SAC compreende aquíferos granulares correspondentes a três diferentes unidades, interpretadas como:

- **Depósitos Litorâneos:** Associados a depósitos praias, marinho raso e lagunares. São constituídos por areias finas a muito finas (comumente quartzo) e por sedimentos finos (silte, argila). Constituem aquíferos ou aquíferos.
- **Barreira Marinha:** Associada aos depósitos arenosos e predominantemente eólicos da Barreira I. Em geral, são sedimentos quartzo-feldspáticos, inconsolidados, de bom arredondamento e boa esfericidade, cuja granulometria varia entre areia fina a média. Não deixa de também ser um depósito litorâneo, mas, por se destacar em termos hidrogeológicos, e por apresentar características sedimentológicas, hidrodinâmicas e hidroquímicas muito próprias, foi individualizada como uma unidade única.
- **Depósitos Fluvioaluvionares:** Compreende depósitos quartzo-feldspáticos de alta variabilidade faciológica. A granulometria varia desde sedimentos finos (silte, argilas) a arenosos grossos a cascalhos. Possui ocorrência mais restrita, associada à presença de antigos canais e planícies de inundação. Esta unidade ainda é pouco conhecida, necessitando de estudos que melhorem o entendimento da sua distribuição espacial e de suas características hidrogeológicas.

O SAEC compreende as unidades:

- **Fraturado:** Associada às rochas predominantemente graníticas do Escudo Sul-Riograndense que ocorrem no município. São aquíferos que apresentam porosidade secundária, relacionada ao fraturamento das rochas.
- **Poroso:** Corresponde ao manto de alteração das rochas graníticas. São aquíferos que apresentam porosidade primária, sendo captados através de seções filtrantes. Ocorre no topo da unidade fraturada. Nos poços em que a captação se dá exclusivamente na unidade, as

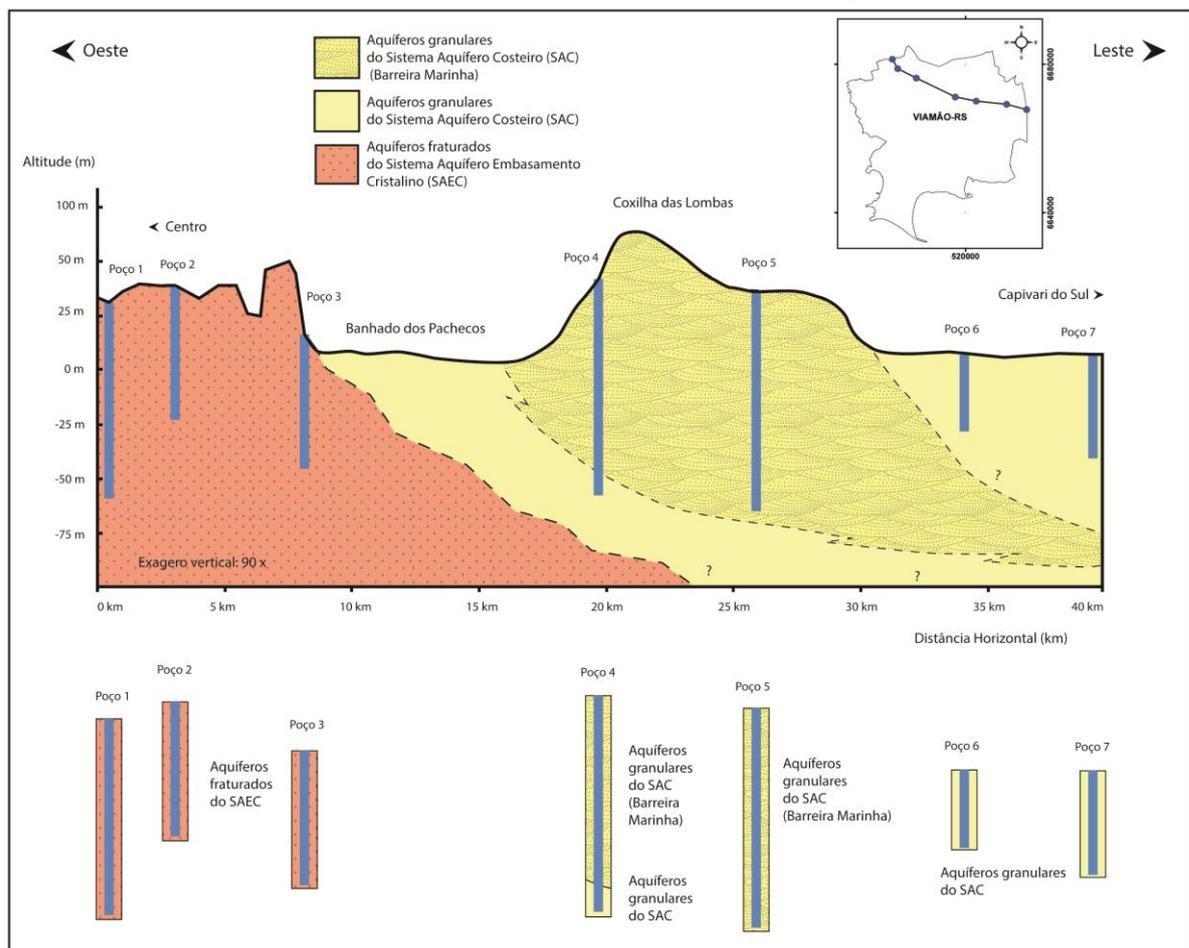


espessuras do manto de alteração tem em torno de 20 metros, podendo variar entre 2 a 45 metros.

Os dois sistemas aquíferos principais de Viamão foram representados em uma seção transversal de orientação oeste-leste (Figura 3). Nela, a unidade de Barreira Marinha foi destacada, por ser a mais promissora do SAC e a mais relevante em termos qualitativos. Não foram individualizados na seção os depósitos fluvioaluvionares do SAC (de ocorrência mais restrita e ainda pouco investigada), nem a unidade porosa do SAEC (cuja ocorrência se dá no topo da unidade fraturada).

Observa-se que os aquíferos fraturados do Sistema Aquífero Embasamento Cristalino afloram na porção noroeste do município. A partir dali, há um mergulho geral destas rochas para leste, onde formam o embasamento da Bacia de Pelotas na porção estudada.

Figura 3 – Seção geológica esquemática, mostrando os principais sistemas aquíferos de Viamão, representados a partir de poços representativos. A unidade de Barreira Marinha faz parte do Sistema Aquífero Costeiro (SAC) e aparece em destaque.



As análises estatísticas consideraram apenas as unidades com $N > 4$ e somente foram selecionados os poços cuja captação se dava exclusivamente em uma única unidade. Não foram apresentados valores em termos de média, mas, sim, de mediana, pois esta fornece um valor típico do conjunto de dados, não sendo afetada por valores extremos. As características hidrodinâmicas das unidades podem ser conferidas na Tabela 1.



Tabela 1 – Resumo estatístico das características hidrodinâmicas das unidades pertencentes aos principais sistemas aquíferos de Viamão, onde N=número de amostras, Mín=valor mínimo, Máx=valor máximo e Med=mediana.

	Barreira Marinha (SAC)		Depósitos Litorâneos (SAC)		Fraturado (SAEC)		Poroso (SAEC)	
	NE (m)	Vazão (m ³ /h)	NE (m)	Vazão (m ³ /h)	NE (m)	Vazão (m ³ /h)	NE (m)	Vazão (m ³ /h)
N	27	26	4	4	42	42	24	23
Mín	2,1	0,5	1,4	1,2	0	0,271	0	0,5
Máx	55,85	138,46	13,33	60,22	47,26	23,94	29	10,2
Med	17,17	19,71	3	1,6	8,12	2,9	4	3,5

Fonte: autoria própria.

A unidade Barreira Marinha apresentou vazões em torno de 20 m³/h – consideravelmente mais altas em relação às demais unidades, que mostraram vazões entre 1,6 m³/h (Depósitos Litorâneos) e 3,5 m³/h (Poroso). Na literatura, Freitas *et al.* (2002) mencionam que poços na unidade Barreira Marinha poderiam extrair até 300 m³/h, dependendo da sua construção e do equipamento de bombeamento.

A maior variação no nível estático ocorreu na unidade Barreira Marinha, onde o NE variou entre 2,1 e 56 metros. As unidades do SAEC apresentaram níveis estáticos mínimos iguais a zero (0) metros, apontando a existência de poços do tipo surgente/jorrante. No entanto, os valores de NE dessas unidades apresentaram medianas em torno de 8 metros (Fraturado) e de 4 metros (Poroso).

São poucos os poços que captam água unicamente da unidade de Depósitos Litorâneos, cuja caracterização contou apenas com o número mínimo de amostras (N=4). Esta unidade apresentou níveis estáticos em torno de 3 metros e as menores vazões dentre as unidades dos sistemas aquíferos principais (1,6 m³/h).

As características hidroquímicas das unidades são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo estatístico das características hidroquímicas das unidades pertencentes aos principais sistemas aquíferos de Viamão, onde N=número de amostras, Mín=valor mínimo, Máx=valor máximo e Med=mediana.

	Barreira Marinha (SAC)			Fraturado (SAEC)			Poroso (SAEC)		
	pH	CE (µs/cm)	STD (mg/L)	pH	CE (µs/cm)	STD (mg/L)	pH	CE (µs/cm)	STD (mg/L)
N	14	16	16	17	15	6	7	4	7
Mín	4,8	36,7	19	5,46	34,66	17,33	6,5	171,3	57
Máx	6,4	110	129	7,8	452	263	8,05	950	1128
Med	5,47	43,1	44,2	6,86	187,9	198,85	7,2	277	115,8
	SO4 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	Cl (mg/L)	SO4 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	Cl (mg/L)	SO4 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	Cl (mg/L)
N	14	17	20	12	7	14	7	7	8
Mín	0	2,4	4,81	4,9	39	4,9	0	18,3	5,2
Máx	16	62,2	12,52	23,94	254,7	31,39	23,3	244,76	262,7
Med	2,22	6	7	9,29	146,4	14,42	3	58	12,58
	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Na (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Na (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Na (mg/L)
N	18	19	17	13	12	11	7	7	3
Mín	0	0	3	1	5,39	16,5	0,4	4,8	11
Máx	4	16,83	18	17,4	40	41,4	16,1	37,7	28
Med	1	1	5	6,4	16,66	27,5	5,7	11	14

Fonte: autoria própria.



Observa-se que a unidade Barreira Marinha é marcada por valores baixos de CE e STD, o que lhe confere uma excelente qualidade. O pH indicou águas de caráter levemente ácido, com mediana dos valores igual a 5,47.

As unidades do SAEC apresentaram valores de pH próximos da neutralidade, com medianas iguais a 6,86 (Fraturado) e 7,2 (Poroso). Quanto aos valores de STD, eles são mais altos que os da unidade de Barreira Marinha, mas destaca-se que estão todos dentro dos valores máximos permitidos pela recente Portaria MS nº 888/2021, que estabeleceu uma redução de 1000 mg/L para 500 mg/L para o parâmetro. Os valores de CE também são mais altos nas unidades do SAEC, demonstrando a maior quantidade de sais dissolvidos e ionizados em suas águas em relação às da unidade de Barreira Marinha.

Na classificação das águas subterrâneas, apenas as unidades Barreira Marinha (SAC) e Fraturado (SAEC) puderam ser consideradas, pois foram as únicas a apresentarem os parâmetros necessários e em número mínimo de amostras (N>4). Os resultados podem ser visualizados no Quadro 1 e na Figura 4.

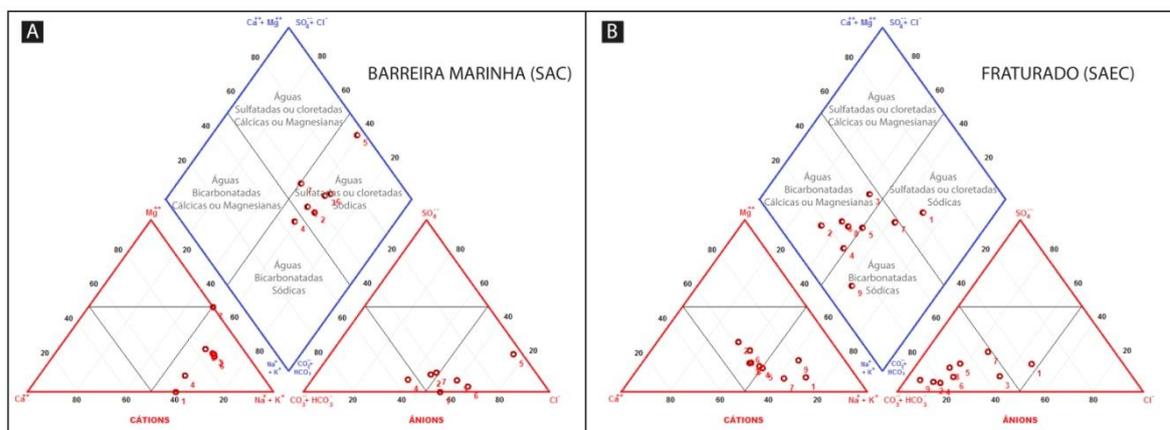
Quadro 1 – Classificação das águas com base no Diagrama de Piper (N=número de amostras).

Unidade	N	Sistema Aquífero	Classificação das águas
Barreira Marinha	7	Sistema Aquífero Costeiro	Cloretada sódica
Fraturado	9	Sistema Aquífero Embasamento Cristalino	Bicarbonatada cálcica ou magnésiana

Fonte: autoria própria.

O Diagrama de Piper classifica as águas de acordo com os íons dominantes predominantes nas amostras. Com a plotagem das concentrações dos cátions e ânions no diagrama, as águas das unidades foram classificadas majoritariamente nos grupos de: cloretadas sódicas (Barreira Marinha) e bicarbonatadas cálcicas ou magnésianas (Fraturado). Pela análise dos principais cátions, nas águas bicarbonatadas cálcicas ou magnésianas da unidade Fraturado (SAEC) há uma relação $Na^+ > Ca^{+2} > Mg^{+2}$.

Figura 4 – De acordo com o Diagrama de Piper, as unidades foram classificadas nos grupos de águas: (A) cloretadas sódicas (Barreira Marinha) e (B) bicarbonatadas cálcicas ou magnésianas (Fraturado).



5 Considerações Finais

Os principais Sistemas Aquíferos do município de Viamão foram identificados no presente estudo, sendo eles: o Sistema Aquífero Costeiro e o Sistema Aquífero Embasamento



Cristalino. Também foram identificadas e caracterizadas as unidades que compõem os dois sistemas principais. Tais sistemas foram representados em uma seção transversal esquemática, que destacou a unidade denominada de Barreira Marinha, a mais promissora em termos hidrogeológicos.

O Sistema Aquífero Costeiro compreendeu três unidades: (i) Barreira Marinha, (ii) Depósitos Litorâneos e (iii) Depósitos Fluvioaluvionares. Já o Sistema Aquífero Embasamento Cristalino compreendeu duas unidades: (i) Fraturado e (ii) Poroso. Ressalta-se a necessidade de estudos que investiguem a distribuição espacial e as características hidrogeológicas da unidade formada por depósitos fluvioaluvionares, ainda pouco conhecida.

Apesar do inventário de poços dispor de um bom número de dados, poucos foram os poços do município que captavam água subterrânea exclusivamente de uma unidade, o que reduziu substancialmente o número de poços que puderam ser utilizados nas análises hidrodinâmicas e hidroquímicas.

Na caracterização hidrodinâmica, a unidade Barreira Marinha apresentou vazões em torno de 20 m³/h, consideravelmente mais altas que as demais unidades avaliadas. Também foi a unidade com maior variação nas profundidades dos níveis estáticos.

Quanto às características hidroquímicas, a unidade Barreira Marinha apresentou medianas com valores baixos para os parâmetros condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos, e pH levemente ácido. Já as unidades do Sistema Aquífero Embasamento Cristalino apresentaram pH próximo da neutralidade.

As águas captadas pelas unidades dos sistemas aquíferos de Viamão foram classificadas, conforme o Diagrama de Piper, em cloretadas sódicas (Barreira Marinha) e bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas (Fraturado).

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas (#132261/2019-7 para Luísa Collischonn, #PQ 307467/2019-8 para Maria Luiza Correa da Camara Rosa). Também à CORSAN pela disponibilização dos dados.

Referências

COLLISCHONN, B.; KIRCHHEIM, R. Quantificação da recarga e das reservas do Aquífero Coxilha das Lombas (RS) através de balanço hídrico. **Águas Subterrâneas**, [s. l.], 2006. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23112>

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. 2005. **Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul**. Escala 1:750.000. Convênio SOPS-SEMA-DRH/RS-CPRM N° 029/98.

FREITAS, M. A. de et al.. Estudo do comportamento e potencialidade do aquífero relacionado à Barreira Marinha em Viamão-RS utilizando modelagem computacional. **Águas Subterrâneas**, [s. l.], 2002. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22321>

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; LOSS, E.L.; DEHNHARDT, E.A.; HORN Fº, N.O.; BACHI, F.A.; DENHARDT, B.A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. In: RABASSA J. (Ed.). **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**. Rotterdam, A.A. Balkema. v.4, p.79-97.