

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

IDENTIFICAÇÃO DO CONTROLE ESTRATIGRÁFICO DOS SISTEMAS AQUÍFEROS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO SANTA BÁRBARA (RS)

*Arthur Costa Cerqueira¹; Juliana Pertille da Silva²; Túlio Machado Humberto Guimarães³;
Rafael Manica⁴*

Resumo – Assim como as águas superficiais, as águas subterrâneas são estratégicas no suprimento de demandas no abastecimento rural e urbano. A falta de informações geológicas e estratigráficas interfere na quantificação da disponibilidade hídrica de regiões que utilizam os recursos desses reservatórios subterrâneos. O presente estudo tem como objetivo identificar as zonas aquíferas do Sistema Aquífero Litorâneo na Bacia Hidrográfica do Arroio Santa Bárbara (BHASB) e obter uma análise do contexto hidrogeológico da área estudada a partir de informações geológicas e hidrogeológicas da região. A partir dos dados de poços já perfurados e cadastrados no sistema Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil (CPRM) foi possível extrair informações descritivas das diferentes camadas aquíferas na área de estudos. A partir de elaboração de perfis hidrogeológicos foi possível obter um panorama do reservatório subterrâneo de água e visualizar as condições hidráulicas das zonas aquíferas.

Palavras-Chave – aquíferos, hidrogeologia, geologia

IDENTIFICATION OF THE STRATIGRAPHIC CONTROL OF AQUIFER SYSTEMS IN THE SANTA BÁRBARA RIVER BASIN (RS)

Abstract – Groundwater, just like surface waters, is strategic in supplying demands in rural and urban localizations. The lack of geological and stratigraphic information interferes in the quantification of the water availability of regions that use the resources from subterranean reservoirs. The present study aims to identify the aquifer zones of the Coastal Aquifer System in the Santa Bárbara Arroyo Hydrographic Basin (BHASB) and to obtain an hydrogeological analysis context of the studied area from the geological and hydrogeological information of the region. From the well data already drilled and registered in the System of Information of Groundwater (SIAGAS) of the Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil (CPRM) it was possible to extract descriptive information of the different aquifer layers in the area of studies. From the elaboration of hydrogeological profiles it was possible to obtain an overview of the underground water reservoir and to visualize the hydraulic conditions of the aquifer zones.

Keywords – groundwater, aquifers, hydrogeology

¹ Discente do PPG em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – UFRGS (PPGRHSA/IPH/UFRGS); E-mail: a_costac@yahoo.com.br

² Docente do curso de Engenharia Hídrica – UFPel. E-mail: juliana.pertill@gmail.com

³ Discente do PPG em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – UFRGS (PPGRHSA/IPH/UFRGS); E-mail: machado_tulio@hotmail.com

⁴ Docente do PPG em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – UFRGS (PPGRHSA/IPH/UFRGS); E-mail: rafaelmanica@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas são amplamente utilizadas para suprir demandas de abastecimento urbano e rural, particularmente importantes em situação de escassez de fonte hídrica superficial. A ausência de infraestruturas hidrossanitárias e condições climáticas desfavoráveis são alguns dos fatores determinantes para exploração deste recurso a partir de poços tubulares profundos. Portanto, o mapeamento hidrogeológico é imprescindível para caracterização das reservas hídricas oriundas da interação entre as águas superficiais e subterrâneas (FEITOSA e FILHO, 2000).

No estado brasileiro do Rio Grande do Sul (RS), a Bacia Hidrográfica do Arroio Santa Bárbara (BHAS), apresentada na figura 1, desempenha um importante papel no abastecimento hídrico do município de Pelotas. Sua rede hidrográfica está localizada a sudoeste do município, drena uma área de aproximadamente 110 km² e a médio curso possui uma barragem com reservatório cuja área é estimada em 2,7 km².

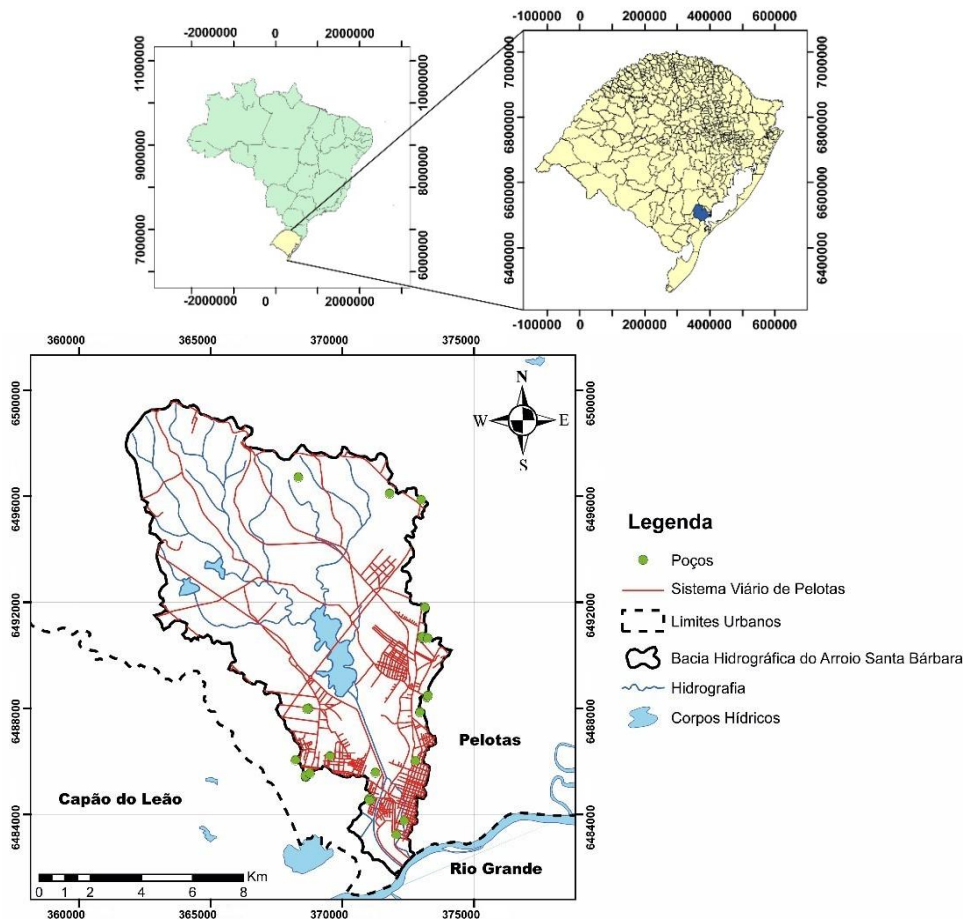


Figura 1 Localização da BHASB no contexto do Rio Grande do Sul (Fonte: CPRM, 2005; HASENACK E WEBER, 2010; IBGE, 2015).

A área de drenagem do Arroio Santa Bárbara abrange dois domínios geomorfológicos distintos, do Escudo Sul-Riograndense e da Planície Costeira. À montante da BHASB, o relevo ondulado reflete as feições do Escudo Sul-Riograndense, marcado por morrotes e limitado por uma ruptura de declive com transição para áreas baixas da Planície Costeira (SIMON e CUNHA, 2006;

FEITOSA, 2010). Essas feições são definidas pela geologia da área, compartimentada entre rochas graníticas do Batólito Pelotas, precisamente da Suíte Intrusiva Pinheiro Machado (SIPM), e rochas sedimentares e sedimentos inconsolidados dos Depósitos Litorâneos.

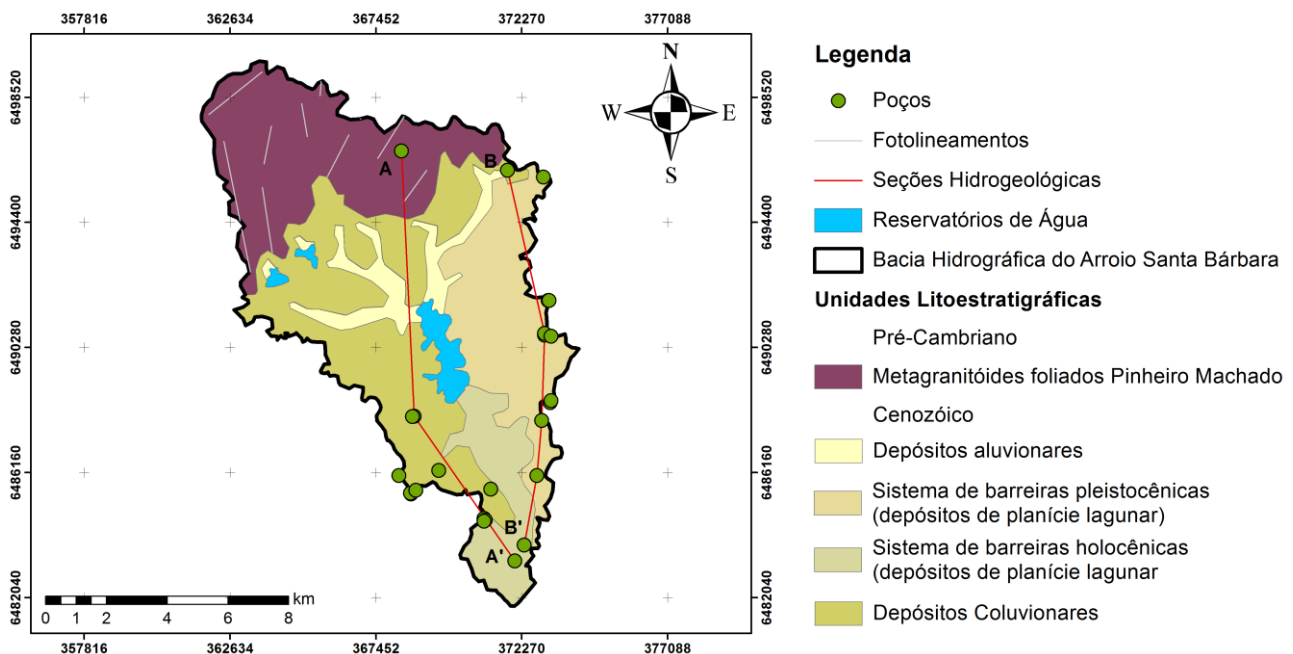


Figura 2 - Geologia da BHASB e seções hidrogeológicas, sendo o perfil A-A' compreendido pelos poços 4300010343; 4300010315; 4300010330; 4300010318. Perfil B-B' composto pelos poços 4300010349; 4300010331; 4300010057; 4300010354 (Fonte: CPRM, 2005; HASENACK E WEBER, 2010).

A SIPM é formada por rochas graníticas e metagraníticas foliados (Figura 2). Segundo Phillip e Machado (2001), a mineralogia dessa unidade é predominantemente composta por quartzo, k-feldspato, plagioclásios, biotita e minerais acessórios. A geologia estrutural se caracteriza por zonas de cisalhamento do tipo dúcteis com baixo e alto ângulo. As estruturas da zona de cisalhamento são responsáveis não apenas pela recarga do aquífero, mas pela circulação da água subterrânea nessa unidade.

A geologia de médio curso a jusante da BHASB é formada por uma faixa de transição de litologias e pelos sedimentos inconsolidados da Planície Costeira. A presença do reservatório Santa Bárbara acentua processos erosivos nos cursos fluviais neste setor da BHASB, ocasionando, por exemplo, eventos morfodinâmicos de assoreamento mais recorrentes nestes trechos, considerando que há a retenção de água e sedimentos pelo barramento (SIMON e CUNHA, 2006).

As unidades litoestratigráficas na região topográfica mais baixa da bacia compreende o Sistema Laguna-Barreira 2, Sistema Laguna-Barreira 4 e Sistema Depositional de Leques Aluviais. Os sedimentos pleistocênicos e holocênicos são típicos de depósitos de laguna-barreira, enquanto os sedimentos coluvionares e aluvionares são típicos de depósitos em leques aluviais (TOMAZELLI e VILLWOCK, 2000; TOMAZELLI *et al.*, 2008).

Os depósitos pleistocênicos do Sistema Depositional Laguna-Barreira 2 são predominantes na BHASB, e resultam de um evento transgressivo-regressivo do nível médio do mar. As areias deste sistema deposicional são quartzo-feldspáticas, bem retrabalhadas e podem ser envoltas por material siltico-argiloso (TOMAZELLI e VILLWOCK, 2000).

O material inconsolidado holocênico presente na área de drenagem se refere ao Sistema Depositional Laguna-Barreira 4, sendo resultado de evento transgressivo-regressivo do nível do mar mais recentes – aproximadamente cinco mil anos. A mineralogia desses sedimentos é dominada por minerais de quartzo e possui granulometria fina ou muito fina (TOMAZELLI e VILLWOCK, 2000).

O Sistema Depositional de Leques Aluviais compreende as fácies sedimentares coluvionares e aluvionares formadas como resultado de processos gravitacionais de transporte de massa, queda livre de blocos, rastejo e fluxo de detritos. Os leques da bacia hidrográfica são continuamente alimentados por sedimentos originados do Escudo Sul-Riograndense. Este sedimento é geralmente imaturo e corresponde a conglomerados de grânulos muito friáveis (TOMAZELLI e VILLWOCK, 2000; TOMAZELLI *et al.*, 2008).

Nesse contexto geológico o armazenamento, bem como o movimento das águas subterrâneas na bacia, é controlado por um aquífero fraturado hospedado nas rochas graníticas e por camadas aquíferas dispostas em um sistema aquífero poroso. Este trabalho tem como objetivo realizar a identificação dos distintos aquíferos com base em informações geológicas e hidrogeológicas da BHASB.

2. METODOLOGIA

A plataforma de dados vinculada ao Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) foi a principal fonte de informações das características hidrogeológicas da bacia. Os poços tubulares de captação cadastrados com informações geológicas, hidrogeológicas e com características construtivas foram selecionados para compor a base de dados.

Por meio de uma planilha eletrônica foi possível selecionar as informações necessárias para a identificação de zonas aquíferas. Estas informações incluem os perfis estratigráficos, dados do teste de bombeamento, cotas altimétricas e coordenadas geográficas dos poços. A tiragem dos dados se deu pela exclusão de pontos com falta de pelo menos duas das informações citadas, sendo possível avaliar se existe alguma correlação de produtividade de poço com seu contexto hidrogeológico na BHASB.

Estas informações tabuladas foram representadas em ambiente de sistema de informações geográficas (SIG) e relacionadas com a geologia, curvas de nível e hidrografia. Desse modo, foi

possível delimitar seções de corte na área para obter perfis hidrogeológicos que abrangessem uma maior variedade de litologias dentro da BHASB.

Por meio da correlação das informações foram representados graficamente dois perfis longitudinais hidrogeológicos. Os critérios utilizados para a elaboração dos mesmos foram aspectos topográficos, morfométricos da bacia e geológicos. As informações litoestratigráficas representadas nos perfis hidrogeológicos possibilitaram determinar as camadas aquíferas da área de estudo.

3. RESULTADOS

3.1. Identificação do controle estratigráfico do sistema aquífero da BHASB

As seções hidrogeológicas da BHASB possuem direção predominantemente norte a sudeste, acompanhando a direção de drenagem dos cursos fluviais no sentido de montante a jusante. As informações dos pontos de captação de água subterrânea presentes nessa seção estão dispostas na tabela 1.

Tabela 1 - Informações hidrodinâmicas extraídas dos relatórios de poços tubulares da BHASB, sendo a seção de corte A-A' compreendida pelos poços 4300010343; 4300010315; 4300010330; 4300010318; e seção B-B' pelos poços 4300010349; 4300010331; 4300010057; 4300010354.

Poço	Cota (m)	UTM(E) (m)	UTM(N) (m)	Nível Dinâmico (m)	Nível Estático (m)	Vazão Especifica (m³/h/m)	Carga Hidráulica (m)
4300009750	15	369535	6486212	N/A	25,5	0	-10,5
4300010019	13	368620	6485455	20	10	0,3	3
4300010020	12	368613	6485431	38	7	0,071	5
4300010031	12	371253	6485587	40	2	0,347	10
4300010042	21	371024	6484602	11,9	9,2	0,119	11,8
4300010043	21	371014	6484595	13,13	9,65	0,517	11,35
4300010053	41	372988	6495876	58	11	0,021	30
4300010055	21	373214	6488440	47	4	0,271	17
4300010056	18	373252	6488502	10	8	1,25	10
4300010057	12	372782	6486032	19	4	0,267	8
4300010314	10	368222	6486060	55,04	9,92	0,113	0,08
4300010315	19	368716	6488010	35	17	0,167	2
4300010316	19	368659	6487993	32	12	0,165	7
4300010318	8	372049	6483236	13,49	4,08	2,55	3,92
4300010327	14	368771	6485562	16	12	0,7	2
4300010328	15	373137	6491823	46,6	16,2	0,033	-1,2
4300010330	23	371070	6484575	49	7	0,419	16
4300010331	27	373024	6490672	60	10	0,024	17
4300010332	27	373032	6490717	14	13	4,8	14
4300010333	28	373240	6490651	18	14	1,25	14
4300010343	63	368331	6496729	15	6	0,111	57
4300010349	30	371797	6496116	23	15	0,15	15
4300010353	30	372946	6487874	40	14	0,538	16
4300010354	20	372345	6483770	48,28	2,11	0,197	17,89
4300012499	7	371031	6484549	13,13	9,65	0,517	-2,65

(Fonte: adaptado de CPRM, 2019)

O poço identificado com código 4300010343 está localizado na SIPM do Escudo Sul-Riograndense, configurando uma camada aquífera de rocha granítica localizada a montante da BHASB. Portanto, nesse caso o aquífero é condicionado pelo sentido de mergulho das discontinuidades presentes nas rochas graníticas.

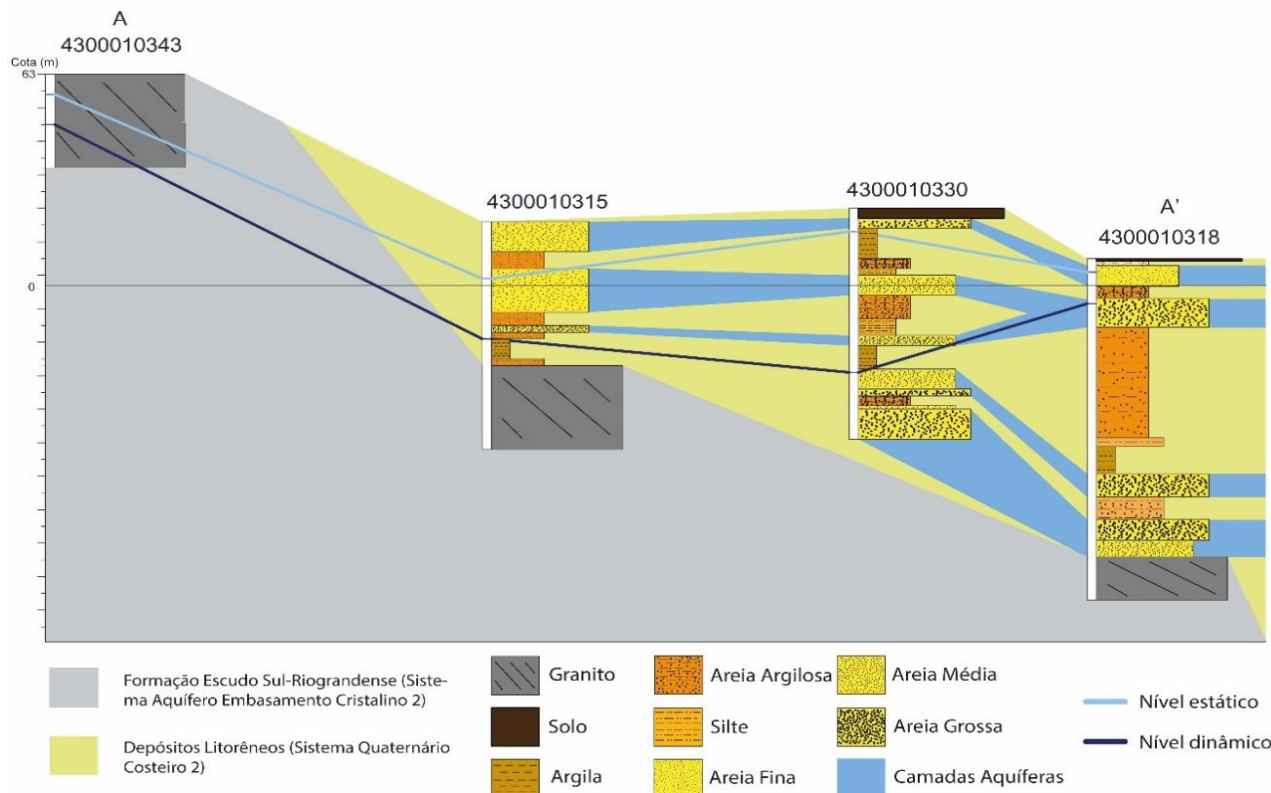


Figura 3 - Seção hidrogeológica A-A' da BHASB (Fonte: o Autor, 2018).

A estratigrafia do poço 430010315, disponibilizada pela CPRM (2005), relacionada com a sua localização em depósitos coluvionares mostra que há três camadas aquíferas formadas por sedimentos inconsolidados de granulometria do tipo areia média e grossa. Com base na descrição litológica feita por Tomazelli e Villwock (2000), pode-se considerar que o grau de maturidade dos sedimentos caracterizado por grãos bem retrabalhados facilita na formação de camadas aquíferas produtivas.

Os pontos de captação 4300010330 e 4300010318 estão localizados em depósitos de planície lagunar de idade holocênica (CPRM, 2005). A figura 3 esquematiza a disposição das camadas aquíferas, ambos os pontos de captação possuem sequências de areias que resultam em aquíferos intercalados com camadas de silte, argila e areias argilosas. Segundo Tomazelli e Villwock (2000), os depósitos holocênicos caracterizam-se por apresentarem camadas de granulometria muito fina.

A seção hidrogeológica B-B' (Figura 4) possui orientação de norte-sul na bacia, no entanto, abrange área apenas de Planície Costeira. Sendo o poço da extremidade norte localizado em zona de transição entre o Escudo Sul-Riograndense e os depósitos sedimentares.

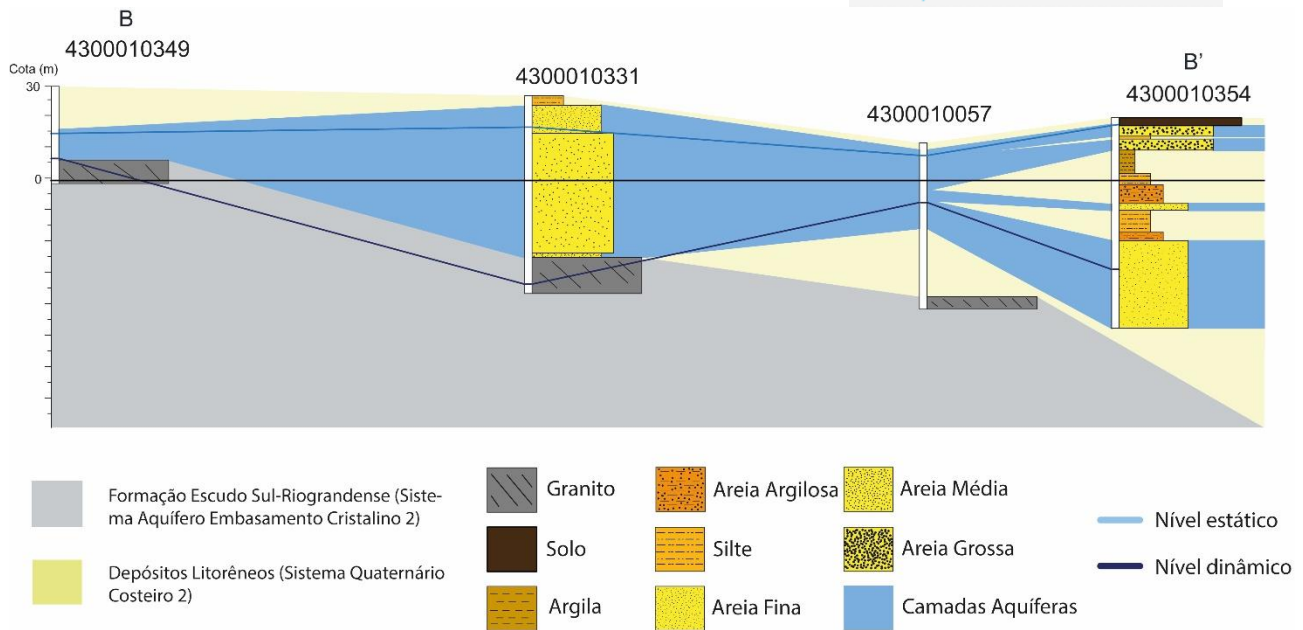


Figura 4 -Seção hidrogeológica B-B' da BHASB (Fonte: o Autor, 2018).

O poço tubular 4300010349 possui duas porções aquíferas, uma no contexto dos depósitos sedimentares e outra nas rochas graníticas. Uma vez que não há informação de perfil litológico, pode-se inferir a localização do aquífero baseado nas características hidráulicas e construtivas presentes em relatório técnico disponibilizado pela CPRM (2005). Este poço está localizado em área de depósito coluvionar e aluvial, com isso o pacote sedimentar é menos profundo e apresenta menor grau de retrabalhamento (TOMAZELLI e VILLWOCK, 2000).

Os poços 4300010331 e 4300010057 perfuram depósitos sedimentares pleistocênicos dos sistemas Barreira Lagunar 2 e as rochas graníticas de base, dos quais o primeiro compreende espesso pacote de sedimentos inconsolidados de granulometria fina e média. O poço 4300010354 compreende quatro camadas com potencial aquífero com granulometria grossa e fina, as quais são intercaladas por sucessivas camadas de argila, silte e areia argilosa. Estes aspectos são característicos de depósitos sedimentares de idade holocênica relativos ao Sistema Laguna-Barreira 4 (TOMAZELLI e VILLWOCK, 2000).

3.2. Avaliação das condições hidráulicas dos poços da BHASB

A partir dos perfis hidrogeológicos e da quantidade amostral de poços com informações na BHASB foi possível estabelecer um comparativo dos parâmetros hidráulicos entre os poços que bombeiam água das litologias predominantes da bacia. Este entendimento compartimentado é proposto por Matos *et al.* (2018) e se sustenta a partir da relação entre cargas hidráulicas (diferença entre a carga de posição no terreno e o nível estático) dos poços com respectivas cotas altimétricas e vazões específicas.

A figura 5 relaciona a cota altimétrica com carga hidráulica entre os poços que compreendem prioritariamente cada uma das litologias da BHASB.

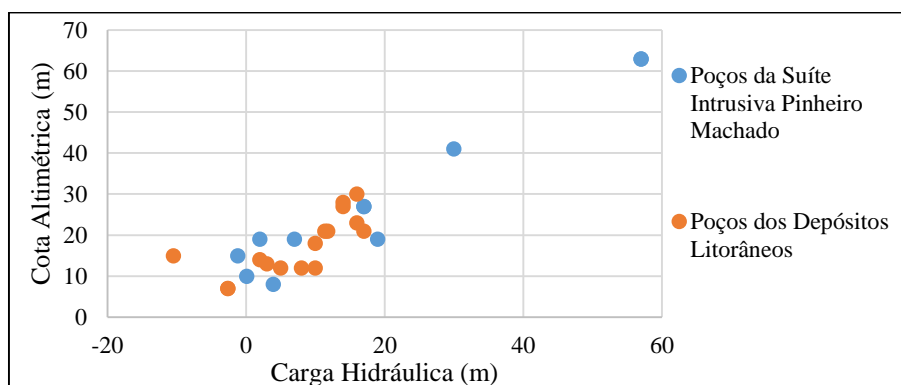


Figura 5- Relação cota altimétrica do terreno e carga hidráulica.

Os poços localizados em áreas de captação de água prioritariamente dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Litorâneos possuem uma relação cota por carga hidráulica guiada por uma tendência de dispersão quase linear, uma vez que para maiores cargas hidráulicas, tem-se maiores cotas altimétricas associadas. A amplitude de variação dos pontos é maior entre os poços da SIPM se comparado com os poços localizados nas áreas de domínio dos Depósitos Litorâneos.

A figura 6 relaciona carga hidráulica com vazão específica dos poços contidos na BHASB.

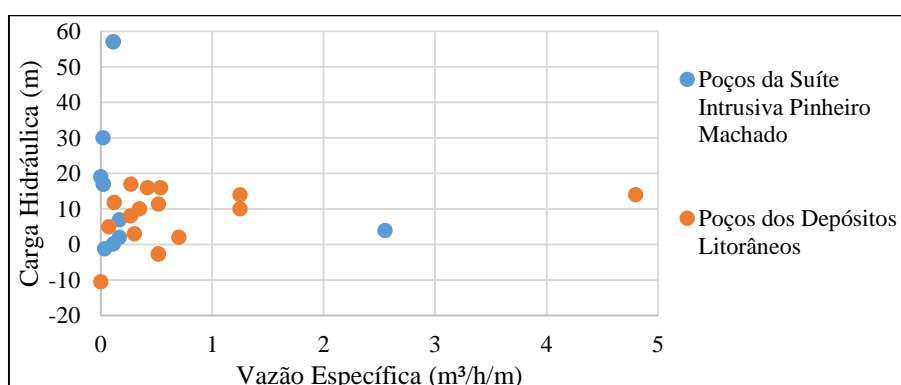


Figura 6 - Relação carga hidráulica e vazão específica.

A correlação entre os dados de vazão específica por carga hidráulica indica que os maiores valores de vazão específica se estabelecem entre registros de carga hidráulica de -10 m e 20 m, contemplando majoritariamente poços localizados em áreas de interface dos Depósitos Litorâneos. Em contrapartida, os poços que bombeiam água principalmente das rochas graníticas e metagraníticas concentram suas vazões específicas em torno do valor zero, e possuem grande amplitude de variação de carga hidráulica, a qual é condicionada a contribuição topográfica destes poços.

A tabela 2 evidencia diferenças nos parâmetros hidráulicos entre poços que compreendem litologias da SIPM e aqueles que captam água dos sedimentos inconsolidados dos Depósitos Litorâneos.

Tabela 2 - Estatística associada a diferentes domínios geológicos dos poços da BHASB.

Depósitos Litorâneos				
Estatística/Hidráulica do poço	Máximo	Mínimo	Média	Mediana
Nível Dinâmico (m)	49	10	24,94	18,5
Nível Estático (m)	25,5	2	9,93	9,65
Vazão Específica (m ³ /h/m)	4,8	0	0,76	0,42
Carga Hidráulica (m)	17	-10,5	8,33	10
Suíte Intrusiva Pinheiro Machado				
Nível Dinâmico (m)	60	0	35,47	35
Nível Estático (m)	17	0	9,29	10
Vazão Específica (m ³ /h/m)	2,55	0	0,30	0,11
Carga Hidráulica (m)	57	-1,2	18,98	17

A vazão específica média varia de 0,3 m³/h/m em rochas da SIPM a 0,76 em poços que perfuram seqüências sedimentares. A carga hidráulica média variou de 18,98 m em poços que compreendem rochas graníticas e metagraníticas a 8,33 m em poços cuja captação provém de seqüências sedimentares, sugerindo que os poços que captam água prioritariamente dos Depósitos Litorâneos possuem, em média, menores cargas hidráulicas devido a menor contribuição topográfica.

4. CONCLUSÃO

Os recursos hídricos subterrâneos são relevantes para o suprimento de demanda de uso da água nas atividades industrial, doméstica e rural. Para que as estruturas de captação deste recurso subterrâneo proporcionem um aproveitamento eficiente do mesmo, é imprescindível o conhecimento da geologia e da hidrogeologia da região de interesse. Esse conjunto de informações é importante para auxiliar o processo de perfuração e operação de poços tubulares já existentes (GIAMPÁ e GONÇALVES, 2013).

Com base na seqüência de pontos de captação de água subterrânea que compõem as seções de corte no terreno, obteve-se um panorama das características hidrogeológicas da área. Dessa forma, pode-se identificar e caracterizar as camadas aquíferas em um perfil quase linear na área da bacia hidrográfica observando critérios hidrogeológicos, construtivos e hidráulicos dos poços tubulares cadastrados na plataforma SIAGAS da CPRM.

Considerando que camadas aquíferas constituídas por sedimentos inconsolidados podem encontrar-se em situação de saturação hídrica (FEITOSA E FILHOS, 200), localmente, de acordo com o gradiente hidráulico do terreno, os perfis hidrogeológicos permitem a observação da possível trajetória do fluxo subterrâneo ao longo da área de domínio da Planície Costeira na BHASB.

O comportamento hidráulico dos poços tubulares da BHASB pode ser observado conforme o domínio geológico do qual ele capta água subterrânea, possibilitando um entendimento

compartimentado dos mesmos. Nota-se que poços localizados em litologias sedimentares possuem, em média, maior vazão específica em relação aqueles localizados em feições rochosas da SIPM.

Por fim, os resultados obtidos ajudarão a compreender os diferentes meios aquíferos pelos quais a água circula. Além de ser um importante banco de dados que subsidiará futuros estudos relativos ao padrão de fluxo de escoamento subterrâneo.

REFERÊNCIAS

- CPRM, Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais. (2005). *Mapa Geológico do Rio Grande do Sul - Escala 1:750.000*. Serviço Geológico do Brasil – Superintendência Regional de Porto Alegre – RS.
- GIAMPÁ, C. E. Q.; GONÇALVES, V. G. (2013). *Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos*. Oficina de Texto, São Paulo – SP. 498 p.
- HASENACK, H.; WEBER, E. (org.) (2010). *Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000*. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). *Base Vetorial Brasileira – Limites Estaduais*. Brasília – DF.
- FEITOSA, F. A. C.; FILHO, J. M. (2000). *Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações*. CPRM/REFO, LABHID-UFPE, Fortaleza – CE. 392 p.
- FREITAS, M. A. (2010). *Recursos Hídricos Subterrâneos*. In Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul. Org. por Viero, A.C.; Silva, D.R.A. CPRM, ed. Porto Alegre - RS. pp. 71 - 86.
- MATOS, A. B.; REGINATO, P. A. R.; ATHAYDE, G. B. (2018). *Compartimentação hidrogeológica do Sistema Aquífero Guarani na escarpa da serra geral no nordeste do RS*. Revista Águas Subterrâneas. 32 (1), pp. 130 - 139
- PHILIPP, R. P.; MACHADO, R. (2001). *Suítes Graníticas do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul: Petrografia, Tectônica e Aspectos Petrogenéticos*. Revista Brasileira de Geociências. 31 (3), pp. 257 - 266.
- SIMON, A. L. H.; CUNHA, C. M. L. (2006). *As Obras De Engenharia E As Alterações Morfo-Hidrográficas Na Bacia Do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS)*. In Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia, Set. 2006.
- TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. (2000). *O Cenozóico no Rio Grande do Sul: Geologia da Planície Costeira*. In: HOLZ, M. & DE ROS, L. F. (Ed.). Geologia do Rio Grande do Sul. CIGO/UFRGS, Porto Alegre, pp. 375-406.
- TOMAZELLI, L. J.; DILLENBURG, S. R.; BARBOZA, E. G.; ROSA, M. L. C. C. (2008). *Geomorfologia e Potencial de Preservação dos Campos de Dunas Transgressivos de Cidreira e Itapeva, Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil*. Revista Pesquisa em Geociências 35 (2), pp. 47-55