

## IDENTIFICAÇÃO DE DEPLEÇÕES NO NÍVEL DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MARIA

RUI SÉRGIO SARAIVA DUARTE JUNIOR<sup>1</sup>; PAULA JOSYANE DOS SANTOS FRANCISCO<sup>2</sup>; HENRIQUE SANCHEZ FRANZ<sup>3</sup>; TAYLOR CAVALHEIRO PALACIOS<sup>4</sup>; JULIANA PERTILLE DA SILVA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [ruiduarte.eq@gmail.com](mailto:ruiduarte.eq@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [paula.josyane.eng@gmail.com](mailto:paula.josyane.eng@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [franzhenrique@yahoo.com.br](mailto:franzhenrique@yahoo.com.br)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [taylorcavalheiropalacios@gmail.com](mailto:taylorcavalheiropalacios@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [juliana.pertill@gmail.com](mailto:juliana.pertill@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Ferramentas de geoprocessamento tem se tornado indispensáveis em estudos ambientais (SANTOS; SILVA, 2013), pois, espacialmente, situam atributos (e.g. geológicos, hidrológicos e hidrogeológicos) do terreno, permitindo a álgebra de dados para a obtenção de informações, por exemplo, sobre o nível potenciométrico de águas subterrâneas ou sobre propriedades e usos do meio. Neste contexto, a observação da ocorrência e do armazenamento de águas em solos e rochas faz parte da caracterização hidrogeológica (FEITOSA; MANOEL-FILHO, 2008), tratando-se de uma importante ferramenta na gestão de recursos hídricos contra exploração excessiva (HIRATA, 1993).

Na bacia hidrográfica do rio Santa Maria, região sudoeste do Rio Grande do Sul, o constante manejo hídrico rural, voltado ao cultivo de arroz, suscita conflitos ao promover competição ao abastecimento urbano (FORGIARINI *et al.*, 2007), devido à suspeita de esgotamento (depleções de nível) da água subterrânea. Desta forma, o objetivo deste trabalho é o diagnóstico das variações potenciométricas e do sentido de fluxo subterrâneo de águas, sendo, em ambiente GIS, compiladas informações para as caracterizações morfométrica e hidrogeológica da bacia hidrográfica do rio Santa Maria.

### 2. METODOLOGIA

Neste trabalho, desenvolvido em 3 etapas, foi realizada a caracterização do impacto da exploração de águas sobre o nível potenciométrico da bacia hidrográfica do rio Santa Maria. Na etapa 1, em conformidade com Luo (1998), dados de elevação do terreno (SRTM) com resolução espacial de 87,5 metros foram geoprocessados (no *software* ArcGIS 10.8) segundo o Datum SIRGAS2000, fuso 22S, coordenadas métricas. Após a eliminação depressões espúrias, representações gráficas de hipsometria, declividade (%), direção e acúmulo de fluxo superficial foram geradas a partir do modelo digital de elevação (DEM). Na etapa 2, a partir das feições de contorno da bacia, dados de poços tubulares profundos existentes nos municípios abrangidos pela área de estudos foram adquiridos por meio da plataforma SIAGAS. Nestes, foram examinados a cota da boca, o nível estático, a vazão após estabilização (normalizada pelo volume do espaço anular) e a temperatura da água de cada poço, sendo interpolada cada uma destas propriedades segundo o inverso ponderado da distância (IDW) entre os pontos amostrais (NJEBAN, 2018). Ainda, através da álgebra de mapas, foi obtida a diferença entre os mapas de nível estático e cota da boca poços. Na etapa 3, a

partir dos vetores dos mapas geológicos e hidrogeológicos, disponibilizados pelo SGB-CPRM, feições abrangidas pela bacia hidrográfica foram selecionadas para a comparação com resultados obtidos nas etapas anteriores. Por fim, estas informações foram relacionadas à posição dos poços e das áreas urbanas dos municípios abrangidos pela bacia do rio Santa Maria.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos mapas geológico e hipsométrico (Figura 1), verifica-se que, na área de 14864 km<sup>2</sup> da bacia, maiores elevações (entre 450 e 250 metros de altitude) ocorrem na porção sudeste, em posição coincidente com a ocorrência de rochas cristalinas respectivas à porção mais antiga do escudo sulriograndense. Na porção central, a depressão do relevo (entre 100 e 200 metros de elevação) coincide com a presença de rochas sedimentares paleozoicas e mesozoicas da Bacia do Paraná, sendo ainda observadas pequenas ocorrências de rochas vulcânicas cretácicas na borda leste, resultando em um relevo menos denudado nestes limites (elevações de 250 metros). Assim, maiores declividades (de 16 e 32%) ocorrem nas transições entre tipos litológicos, sugerindo menores capacidades de infiltração da água no solo e consequente menor recarga local do aquífero.

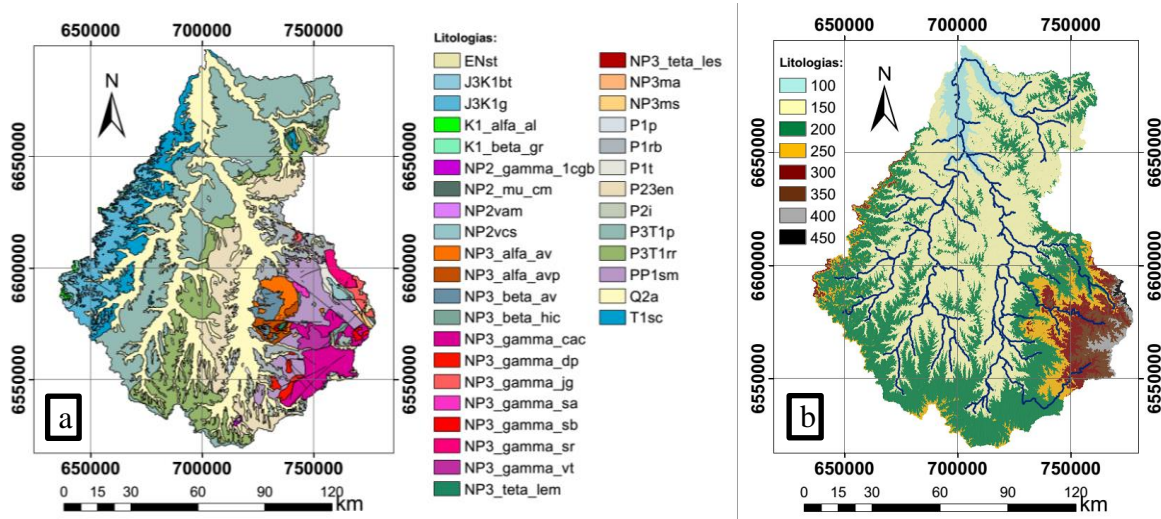


Figura 1 – Mapas geológico e hipsométrico da bacia do rio Santa Maria

A partir do mapa hidrogeológico (Figura 2a) percebe-se a ocorrência de quatro sistemas aquíferos na bacia do rio Santa Maria: (1) embasamento cristalino II e III respectivo a unidades fraturadas, pouco produtivas ou não aquífera na porção sudeste; (2) Aquitardos Permianos, respectivo a rochas granulares de baixa produtividade; (3) Sistemas Aquíferos Palermo/Rio Bonito, e Sanga do Cabral/Pirambóia, respectivos a unidades granulares de produtividade moderada na porção central e; (4) Sistema Aquífero Botucatu/Guará I, respectivo a unidades granulares de produtividade alta a muito alta na porção oeste da bacia. A análise do mapa potenciométrico (Figura 2b) permite verificar que a geometria do nível potenciométrico acompanha a topografia do terreno, com um leve depressão diferenciante nas porções urbana e rural do município de Rosário do Sul (Figura 3a). A densidade de poços mostra-se maior na porção oeste da bacia (Figura 2b), coincidindo com a zona de mais elevada produtividade (Figura 2a), coerente com as áreas urbanas dos municípios de Santana do Livramento e Rosário do Sul (Figura 3a). Por sua vez, os poços localizados na porção sudeste da bacia (de maior elevação do terreno) apresentam menor temperatura.

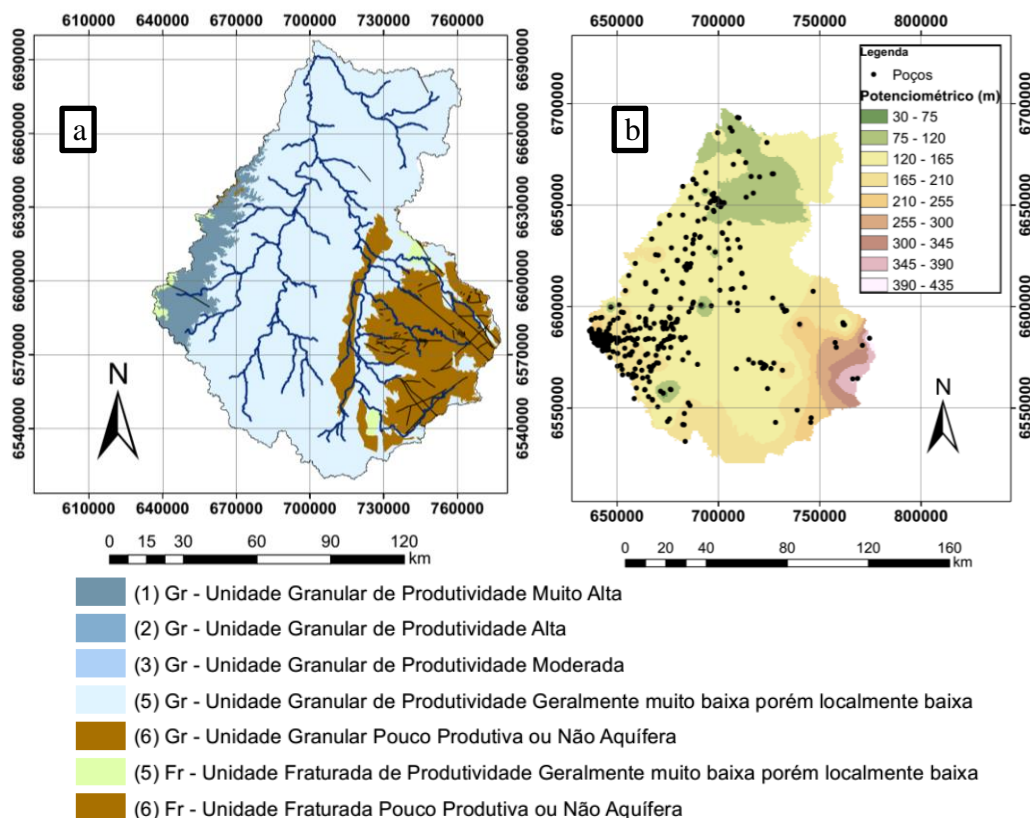


Figura 2 – Mapas hidrogeológico (a) e potenciométrico (b) da bacia do rio Santa Maria

Através da diferença de cotas entre a boca do poço e o nível estático (Figura 3a), verificam-se duas zonas onde ocorrem maiores discrepâncias entre o relevo e a superfície potenciométrica: um na borda leste da bacia e outra na borda oeste da mesma. Para a depleção leste, a presença de rochas cristalinas de baixa produtividade do aquífero fraturado justifica o rebaixamento do nível estático na situação de simultâneos de bombeamentos a partir das fraturas das rochas.

Para a depleção oeste, a elevada concentração de poços no entorno da área urbana de Santana do Livramento (Figura 3b), mesmo em uma zona de elevada produtividade aquífera (Sistema Aquífero Botucatu/Guará I), sugere um desequilíbrio hídrico incipiente que suscita atenção à gestão de recursos hídricos, principalmente por seu potencial de conduzir a uma escassez hídrica que, segundo Rijsberman (2006), trata-se de uma insegurança de abastecimento de água ao consumo humano de uma população. Em menor proporção, o mesmo ocorre no entorno da área urbana do município Dom Pedrito e na zona rural do município de Rosário do Sul. Tais eventos podem ser causados, por exemplo, por um incremento ou concentração da demanda por água que não é acompanhada por uma maior capacidade de reposição pelo meio, sugerindo, no meio rural, tratem-se de efeitos da atividade agrícola. Entretanto, segundo Forgiarini *et al.* (2007), de maneira inversa ao apontado pelos dados, no municípios de Santana do Livramento e Cacequi, em que problemas de falta de água são menos percebidos, há um menor conhecimento a respeito dos conflitos existentes na região acerca de escassez hídrica. Em contrapartida, nos municípios de Dom Pedrito e Rosário do Sul, que apresentam constantes conflitos de uso da água, a população possui um maior conhecimento sobre o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, isto é, nos locais onde os efeitos são menos proeminentes há maior preocupação com a escassez hídrica.

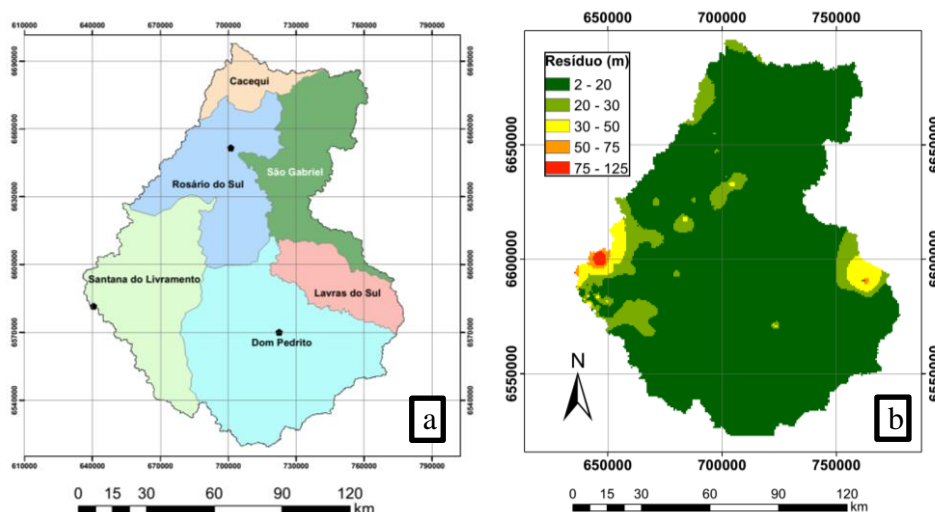


Figura 3 – Mapa da diferença residual entre cota da boca do poço e nível estático bacia hidrográfica do rio Santa Maria

#### 4. CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica do rio Santa Maria, hidrogeologicamente, pode ser caracterizada como um ambiente predominantemente sedimentar, com ocorrências de rochas cristalinas na sua porção sudeste e com condições hipsométricas que não favorecem a recarga do aquífero na zona de transição entre tipo litológicos. São verificadas duas zonas de maior diferença entre superfície do terreno e superfície potenciométrica que coincidem com (i) uma zona de baixa produtividade aquífera a sudeste e (ii) com uma zona de elevada concentração de poços junto a área urbana do município de Santana do Livramento, sugerindo a necessidade atenção por parte de gestores de recursos hídricos locais. Em menor proporção, depleções são verificadas junto a área urbana do município de Dom Pedrito e da zona rural do município de Rosario do Sul, sugerindo que esta última possui origem agrícola ou industrial.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 3ª ed., revisão e ampliação Rio de Janeiro: CPRM; LABHIIH, 2008. 812 p.
- FORGIARINI, F. R.; SILVEIRA, G. L. DA; CRUZ, J. C. **Gestão dos Recursos Hídricos e Cobrança pelo Uso da Água**. BRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 12 n.2 Abr/Jun 2007, 123-133
- HIRATA, R. C. A. **Os recursos hídricos subterrâneos e as novas exigências ambientais**. Rev. IG, São Paulo, v. 14(1), 39-62, jul./dez.1993
- LUO, W. Hypsometric analysis with a geographic information system. Computer & Geosciences. Vol. 24. 8. 1998, 815-821 pp.
- NJEBAN, H. S. Comparison and Evaluation of GIS-Based Spatial Interpolation Methods for Estimation Groundwater Level in AL-Salman District - Southwest Iraq. Journal of Geographic Information System, v. 10, 2018. 362-380 pp.
- RIJSBERMAN, F.R. 2006. **'Water scarcity: Fact or fiction?'** Agricultural Water Management Journal, 80: 5-22.
- SANTOS, G. A. dos; SILVA, M. C. da. **Geoprocessamento aplicado a projetos de hidrogeologia** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE