

## AQUÍFERO QUATERNÁRIO COSTEIRO: ESTUDO DA BACIA DO RIO TRAMANDAÍ

**ANNELESE DE ALMEIDA VETROMILE LAPUENTE DOS SANTOS<sup>1</sup>**; **PAULA JOSYANE DOS SANTOS FRANCISCO<sup>2</sup>**; **MARCELA DA SILVA AFONSO<sup>3</sup>**; **JULIANA PERTILLE DA SILVA<sup>4</sup>**; **ANDRÉ FERREIRA RODRIGUES<sup>5</sup>**; **CARLOS ROGÉRIO DE MELLO<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – annelise.lapuente@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – paula.josyane.eng@gmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – marcelamafonso@yahoo.com.br*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas – juliana.pertill@gmail.com*

<sup>5</sup>*Universidade Federal de Minas Gerais – afrodrigues@ehr.ufmg.br*

<sup>6</sup>*Universidade Federal de Lavras – crmello@ufla.br*

### 1. INTRODUÇÃO

Este estudo objetiva investigar a recarga do Sistema Aquífero Quaternário Costeiro (SAQC), em sua porção situada na Bacia do Rio Tramandaí, com base na análise de dados de poços de monitoramento da Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS) e de estações pluviométricas instaladas na região. O período analisado abrange os anos de 2012 a 2022, utilizando como o método Water Table Fluctuation (WTF) e Balanço Hídrico.

A Bacia Sedimentar de Pelotas localiza-se no extremo sul da margem continental brasileira, abrangendo uma porção submersa e outra emersa. Conforme DIAS et al. (1994) e BUENO et al. (2007), sua área submersa estende-se até o limite de 200 milhas náuticas, cobrindo aproximadamente 346.873 km<sup>2</sup>, enquanto a porção emersa ocupa cerca de 40.900 km<sup>2</sup> nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. De acordo com VILLWOCK; TOMAZELLI (2005), a região exibe compartimentos geomorfológicos distintos, como Terras Altas e Baixas, resultantes da estrutura geológica da Bacia do Paraná e da Província Costeira. Segundo BUCHMANN et al. (2009), o Escudo Sul-Riograndense é caracterizado por rochas ígneas, sedimentares e metamórficas, ocupando a área das Terras Altas, enquanto as Terras Baixas compreendem a Plataforma Continental e a Planície Costeira.

Ainda conforme BUCHMANN et al. (2009), a Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) possui em sua composição sedimentos originados de sistemas deposicionais formados na porção superficial da Bacia de Pelotas, durante diversos ciclos transgressivos-regressivos mediados pela variação do nível do mar. Essas oscilações, associadas a diferentes elementos geológicos, desenvolveram-se ao longo do período Neógeno.

A estrutura geomorfológica da PCRS divide-se em dois grupos de sistemas deposicionais: um de Sistemas de Leques Aluviais e outro de Sistemas Laguna-Barreira, com base em trabalhos descritos por VILLWOCK; TOMAZELLI (2005) e BUCHMANN et al. (2009).

A faixa norte do SAQC no Rio Grande do Sul abrange a região litorânea com extensão de 120 km, desde o município de Palmares do Sul até Torres, na divisa com Santa Catarina. Caracteriza-se como uma ampla área de terrenos planos, compostos por um extenso sistema de lagoas costeiras, com área aflorante de aproximadamente 6.000 km<sup>2</sup> e capacidades específicas superiores a 4 m<sup>3</sup>/h/m.

Litologicamente, o SAQC é composto por pacotes de areias de granulometria média, fina e muito fina, intercaladas com camadas de argilas de

espessuras variadas. Segundo TOMAZELLI; VILLWOCK (2005), a planície costeira é formada por depósitos sedimentares terciários e quaternários, associados a sistemas de leques aluviais e a quatro sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira. Estes sistemas desenvolveram-se em resposta a variações do nível do mar (transgressões e regressões) ocorridas durante o Pleistoceno e o Holoceno.

Os poços de monitoramento da RIMAS utilizados neste estudo são mantidos pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB), do Ministério de Minas e Energia, que disponibilizou os dados aplicados à análise do processo de recarga do SAQC. A quantificação da recarga é de grande importância para a implementação de políticas adequadas de gestão de recursos hídricos. Simultaneamente, seu dimensionamento representa uma interface entre técnicas hidrológicas de superfície e métodos típicos da hidrogeologia, com avaliação da geologia da região, e com as análises dos dados de chuvas coletados pelos pluviômetros em associação com o WTF feito com os dados oferecidos pelos piezômetros instalados nos poços de monitoramento da RIMAS, com o objetivo de avaliar a recarga do SACQ a partir dos regimes de chuvas do período escolhido para o recorte.

## 2. METODOLOGIA

A Bacia do Rio Tramandaí conta com onze estações pluviométricas e sete poços de monitoramento RIMAS, dos quais os dados foram coletados e estão sendo tratados para realização do WTF e do Balanço Hídrico, contudo, neste estudo, as avaliações foram feitas para períodos específicos. A seleção dos períodos foi feita a partir de uma análise das médias de chuvas em cada estação pluviométrica, identificando os meses que tenham registros superiores a 80mm e realizando o WTF do poço localizado na mesma região.

O método WTF utiliza flutuações dos níveis de água subterrânea ao longo do tempo para estimar a recarga em aquíferos livres (HEALY, 2010). Baseia-se na premissa de que elevações no nível d'água subterrânea são resultantes diretas da recarga no aquífero (HEALY; COOK, 2002).

A equação assume que a água que atinge o nível freático é imediatamente armazenada e que todos os demais componentes do balanço hídrico subterrâneo — como evapotranspiração na zona saturada, fluxo de base, e entradas ou saídas por fluxo subsuperficial — são desprezíveis durante o período de recarga:

$$R = S_y \cdot \frac{dh}{dt} = S_y \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

R = recarga (mm);

Sy = rendimento específico (adimensional);

Δh = variação da altura do nível d'água (mm);

Δt = período de tempo escolhido para a estimativa (dias).

A aplicação do método WTF neste estudo justifica-se pelo fato de o SAQC satisfazer integralmente as condições citadas por HEALY; COOK (2002): (i) ser um aquífero livre e raso; (ii) estar inserido em região com altas taxas de precipitação; e (iii) possuir relevo com baixas declividades. Contudo, o método apresenta subjetividades que devem ser consideradas na interpretação dos resultados, principalmente no que se refere à determinação do rendimento específico (Sy) e das variações da altura dos níveis de água (Δh).

O balanço hídrico constitui uma ferramenta fundamental na hidrologia e na hidrogeologia para quantificar os fluxos e armazenamentos de água em uma determinada área ou sistema. Baseia-se no princípio de conservação de massa, que estabelece que a diferença entre as entradas e saídas de água é igual à variação do armazenamento no interior do volume de controle considerado (THORNTHWAITE; MATHER, 1955; TUCCI, 2001).

A equação geral do balanço hídrico é expressa por:

$$P = ET + E + Qs + Qb + \Delta S$$

P = precipitação total (mm);

ET = evapotranspiração real (mm);

E = evaporação direta (mm);

Qs = escoamento superficial (mm);

Qb = fluxo de base ou escoamento subterrâneo (mm);

$\Delta S$  = variação do armazenamento de água no solo e no aquífero (mm)

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento foram feitos o tratamento dos dados de todos os poços, e de quatro das estações, além da revisão da literatura sobre os métodos, descrição da geologia da região, mapas de localização. A seguir, apresenta-se a recarga calculada pelo WTF e sua correlação com a precipitação do mesmo período para servir de exemplo do processo em desenvolvimento (Figura 1).

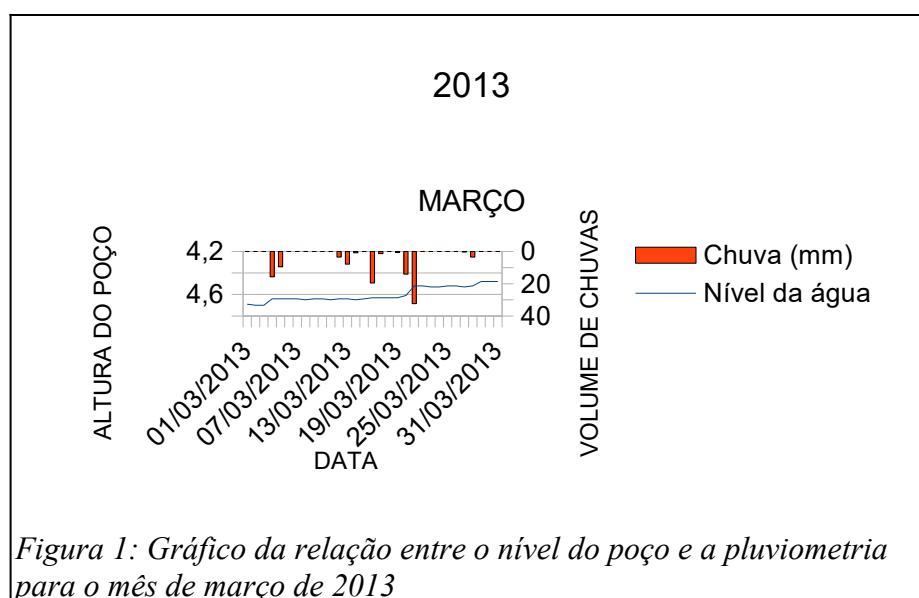


Figura 1: Gráfico da relação entre o nível do poço e a pluviometria para o mês de março de 2013

Com dados obtidos junto ao poço 4300020530 e da estação 3050010 (Passinhos), ambos localizados no município de Osório/RS, o gráfico apresenta uma possível correlação entre o volume de chuvas com o aumento do nível de água no poço de monitoramento, condizente com a literatura com recarga em razão de chuva. Vale ressaltar que este é apenas um resultado parcial, e que sem a conclusão dos estudos não se pode afirmar que outros fatores não contribuam para a recarga do SAQC visto que o gráfico apresenta recarga constante ao longo do mês mesmo em períodos sem chuva, apesar de no mês de março de 2013 a recarga calculada pelo WTF apresentar uma média mensal de 0,19.

### 4. CONCLUSÕES

Os gráficos demonstram uma resposta hidrológica rápida do nível d'água no poço em relação aos eventos de precipitação, indicando que a recarga direta por chuva constitui um mecanismo significativo. Contudo, o declínio gradual do nível freático durante os períodos de estiagem sugere a influência de fatores adicionais, como o consumo hídrico (antrópico ou natural) e possíveis interações hidráulicas com corpos d'água superficiais, os quais podem sustentar uma recarga de base mais contínua ao sistema aquífero.

É crucial ressaltar que as interpretações aqui delineadas estão sujeitas às limitações inerentes à análise de uma parcela restrita do conjunto de dados. Os resultados parciais obtidos para o piezômetro instalado em Osório indicam que o regime pluviométrico regional não constitui a principal fonte de recarga constatada. Essa hipótese está sendo investigada de forma mais aprofundada mediante a comparação temporal com séries históricas estendidas e a correlação espacial com dados de outros poços monitorados e estações pluviométricas distribuídas na Bacia do Rio Tramandaí.

Uma hipótese que instiga a investigação de uma fonte de recarga distinta da precipitação advém das características contextuais do local de monitoramento. O piezômetro situa-se a aproximadamente 490 metros da Lagoa de Barros, enquanto a estação pluviométrica de referência localiza-se a 12 km de distância. Adicionalmente, as características geomorfológicas da região podem propiciar mecanismos alternativos de recarga, como fluxo subterrâneo regional ou infiltração preferencial a partir de corpos d'água superficiais, os quais demandam validação através de modelagem hidrogeológica e monitoramento integrado.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUENO, L. M. et al. Bacia de Pelotas: uma revisão sobre sua evolução geológica e potencial petrolífero. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 1, p. 151-168, 2007.
- BUCHMANN, F. S. et al. Evolução geológica da Planície Costeira do Rio Grande do Sul: uma síntese baseada em dados de superfície e subsuperfície. **Pesquisas em Geociências**, v. 36, n. 2, p. 3-19, 2009.
- DIAS, J. L. et al. Bacia de Pelotas: estratigrafia e potencial exploratório. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, n. 4, p. 231-240, 1994.
- HEALY, R. W. **Estimating groundwater recharge**. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- HEALY, R. W.; COOK, P. G. Using groundwater levels to estimate recharge. **Hydrogeology Journal**, v. 10, n. 1, p. 91-109, 2002.
- SOPHOCLEOUS, M. Interactions between groundwater and surface water: the state of the science. **Hydrogeology Journal**, v. 10, n. 1, p. 52-67, 2002.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology**, v. 8, n. 1, p. 1-104, 1955.
- TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. O Cenozóico Costeiro do Rio Grande do Sul. In: HOLZ, M.; DE ROS, L. F. (Eds.). **Geologia do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CIGO/UFRGS, 2005. p. 375-406.
- TROIAN, G.; REGINATO, P.; MARCUZZO, Fr.; KIRCHHEIM, R.; KUHN, I. Estimativa de recarga pelo método water table fluctuation (wtf) na porção norte do aquífero costeiro do estado do Rio Grande do Sul. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 22. Florianópolis: ABRH, 2017.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001.