

ANÁLISE TEMPORAL DOS NÍVEIS ESTÁTICOS DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI NO MATO GROSSO DO SUL UTILIZANDO DADOS GRACE E A REDE RIMAS

PAULA JOSYANE DOS SANTOS FRANCISCO¹; JULIANA PERTILLE DA SILVA²

¹Universidade Federal de Pelotas – paula.josyane.eng@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – juliana.pertill@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas são um recurso estratégico para diversas atividades que afetam diretamente a economia brasileira. Diante disso, é necessário o monitoramento desse recurso para acompanhar a sua qualidade e sua quantidade ao longo do tempo, podendo assim avaliar o efeito das explorações nos sistemas aquíferos. O Brasil exibe uma ampla diversidade hidrogeológica, além de diferentes aspectos físicos, como extensão e profundidade desses sistemas. Esses aspectos físicos, por vezes, impõem grandes desafios ao monitoramento. Em aquíferos locais, o contexto hidráulico pode ser refletido através de uma quantidade pequena de poços. Em aquíferos extensos, regionais e/ou transfronteiriços, como é o caso do Guarani, a dificuldade é ainda maior, pois abrange áreas mais extensas e produtividades hidráulicas distintas requerendo um número maior de poços para que o contexto hidráulico seja devidamente representado. Dessa forma, bases de dados, que captem o comportamento local e o comportamento regional, utilizando técnicas de campo e de sensoriamento remoto como a RIMAS (Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas) e as imagens GRACE (*Gravity Recovery and Climate Experiment*) respectivamente, de extrema importância para o monitoramento. O intuito desse trabalho é dispor temporalmente esses dados, identificar períodos de ascensão e recessão e como se dão essas diferenças.

2. METODOLOGIA

A área de estudo encontra-se na parte sul da América do Sul e abrange a porção brasileira do Sistema Aquífero Guarani (SAG). No Brasil, o SAG se estende por oito estados e mais três países (Argentina, Paraguai e Uruguai) e possui uma área de 1.087.879,15km² (OEA, 2009). A porção aflorante brasileira que pode se apresentar mais vulnerável ocupa 67.976,2km² (ANA, 2014). Geologicamente, esse aquífero está assentado na bacia sedimentar do Paraná e tem como formação geológica principal, ao longo de todo território nacional, a formação Botucatu, que é composta em sua maioria por arenitos médios a finos de elevada esfericidade exibindo estratificação cruzada tangencial (ARAÚJO *et al.*, 1995; MILANI, 2007). A porção brasileira do SAG apresenta altitudes que variam de 527m a 252m, exibindo uma amplitude de 275m da borda ao centro da bacia sedimentar (de Campo Grande - MS ao rio Paraná próximo a Presidente Prudente – SP).

Esse trabalho foi realizado em 4 etapas: i) obtenção dos dados; ii) pré-processamento desses dados; iii) disposição gráfica das series históricas provenientes das bases de dados; e iv) identificação de períodos de recessão e ascensão nessas séries históricas. Ao longo desse trabalho foram utilizadas duas principais bases de dados: a RIMAS, onde foram obtidas as series históricas dos níveis estáticos de 4 poços inseridos no SAG, no estado do Mato Grosso do Sul, que estão localizados aproximadamente a 55km da capital, Campo Grande.

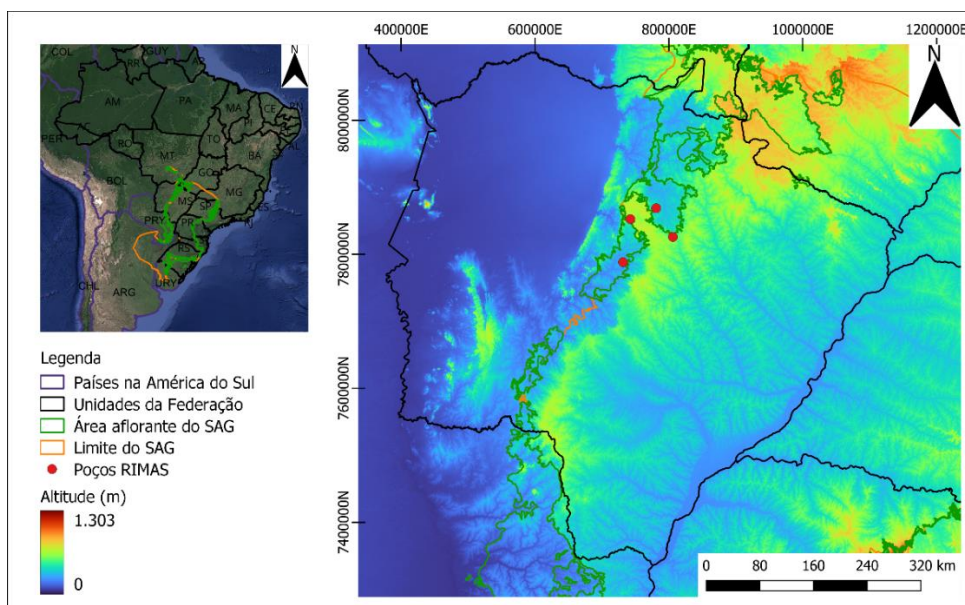


Figura 1 - Localização da Bacia Sedimentar do Paraná.

Essa rede de monitoramento é administrada pelo SGB (Serviço Geológico do Brasil), foi iniciada em 2009 e atualmente conta com 448 poços cadastrados em todo território nacional (SGB, 2023). Concomitante a isso, foram utilizadas imagens provenientes da missão GRACE. Essa missão é uma parceria entre a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e o DLR (*Deutsche Forschungsanstalt für Luft und Raumfahrt*). Essa missão conta com dois satélites gêmeos, que foram lançados em 17 de março de 2002 e foi encerrada em outubro de 2017. O mecanismo de geração de imagens baseia-se em medições do campo gravitacional da terra, incluindo a porção continental, gelo, oceanos, além dos terremotos e as deformações presentes da crosta terrestre (NASA/JPL, 2023a).

Neste trabalho foram utilizadas imagens, em escala mensal e resolução espacial de aproximadamente 111km, que exibem as mudanças de massa na superfície terrestre (NASA/JPL, 2023b). Considerando o período da missão e a série histórica dos níveis estáticos, foram utilizadas 56 imagens, em que o download foi realizado via Google Earth Engine. Após o download das imagens e das séries históricas, foi necessário o pré-processamento desses dados para iniciar a análise comparativa. O primeiro procedimento refere-se ao mapeamento das séries históricas a fim de identificar poços com períodos grandes de falhas. O segundo procedimento tratou-se de uma conversão de hora, já que as imagens GRACE estão no fuso horário UTC±00 e nessa região se utiliza o fuso horário UTC-3. Após essa etapa foram extraídas as informações do pixel em que o poço estava localizado. Essas informações foram exportadas para o formato .x/sx e diante disso puderam ser analisadas temporalmente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As séries históricas dos quatro poços utilizados, apresentadas na Figura 1, apresentam poucas descontinuidades, considerando o período analisado de 01/01/2011 a 31/12/2016. Esse período possui uma média de 1969 observações, representando 89,9% do total de medições diárias ao longo desse período. Os quatro poços analisados ficam a uma distância mínima de 41,8km e máxima de 94,4km entre si. Os picos e vales das séries históricas dos poços presentes na Figura 2 coincidem, já que eles estão posicionados próximos entre si e localizados

na porção aflorante do SAG no estado do Mato Grosso do Sul. No final de todas as séries históricas há uma recessão, que pode indicar um rebaixamento progressivo do SAG nessa região. A série histórica da Ewt (altura equivalente de água) fornecida pelos satélites GRACE apresenta-se suavizada se comparadas com as séries históricas dos níveis estáticos, incluindo a zona de recessão entre 31/12/2015 e 31/12/2016. Uma das justificativas para essa suavização, é que todos quatro poços ficam localizados em um mesmo pixel na imagem GRACE, não representando os picos, vales e platôs presentes nas séries históricas dos níveis estáticos. Considerando a suavização da série histórica da Ewt, todas as séries históricas possuem um coeficiente de correlação abaixo de 0,2, indicando uma correlação fraca, mas ainda sim positiva (Figura 3). Essa correlação fraca é resultado da suavização imposta pela resolução espacial da imagem GRACE. Estatisticamente, essa amenização pode ser sinalizada através dos valores de desvio-padrão, em que para os dados de Ewt foi obtido o valor de 0,0973m e para série de níveis estáticos do poço 3500026838 foi obtido valor de 0,531m.

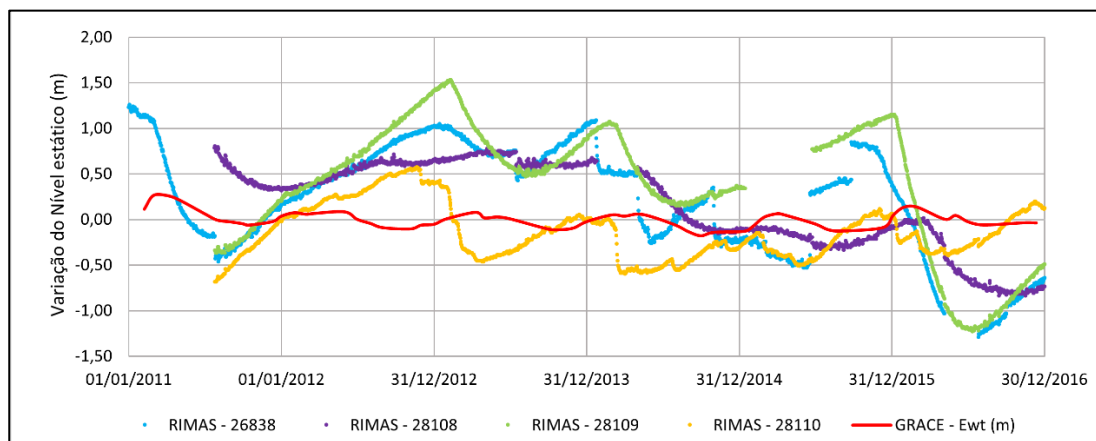


Figura 2 - Série histórica dos níveis estáticos e altura equivalente de água (Ewt).

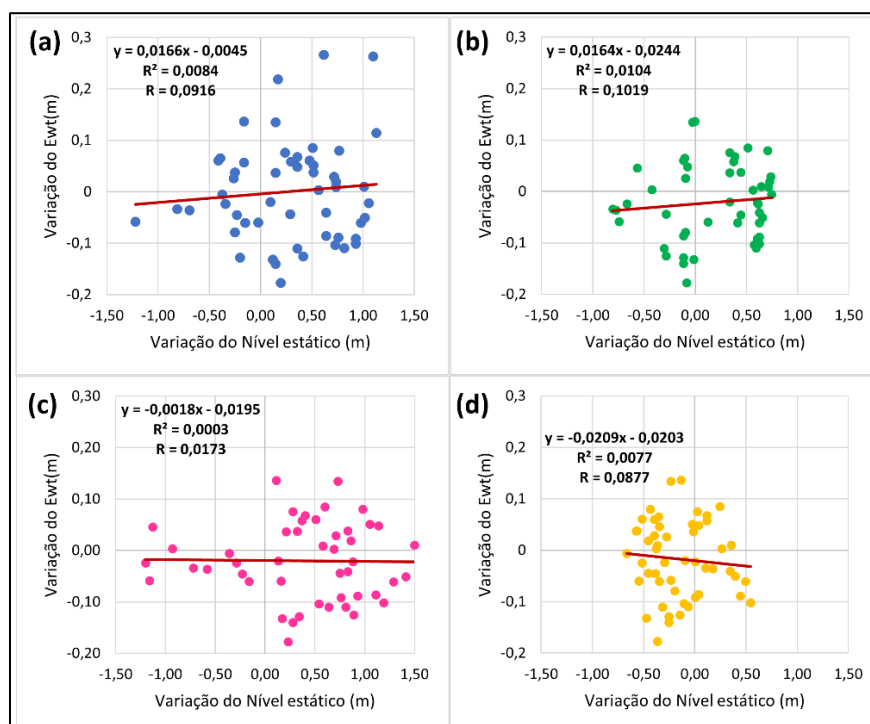


Figura 3 - Gráfico de dispersão entre a variação da altura equivalente de água e os níveis estáticos dos poços 3500026838(a), 3500028108(b), 3500028109(c) e 3500028110(d).

4. CONCLUSÕES

A comparação entre a variação dos níveis estáticos e a altura equivalente de água permitiu compreender, que os dados GRACE não captam as variações mais acentuadas do nível estático dos poços do SAG no estado do Mato Grosso do Sul. Ainda foi possível indicar uma correlação positiva, ainda que fraca entre esses dados. Sendo assim, os dados GRACE possuem uma tendência de suavizar essas variações. Em aquíferos de grandes dimensões, como é o caso do Sistema Aquífero Guarani, análises regionais, utilizando mais imagens GRACE, pode indicar o movimento da água subterrâneas e outros aspectos quantitativos relacionados ao reservatório.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Estudo de vulnerabilidade natural à contaminação e estratégias de proteção do sistema Aquífero Guarani nas áreas de afloramento: Relatório Final**. Brasília: ANA, 2014.

ARAÚJO, L. M. de; FRANÇA, A. B.; POTTER, P. E. **Arcabouço hidrogeológico do aquífero gigante do Mercosul (Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai): formações Botucatu, Pirambóia, rosário do sul, Buena vista, Misiones e Tacuarembó**. Águas Subterrâneas, 1995.

MILANI, E. J. *et al.* Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, v. 15, n. 2, p. 265-287, 2007.

NASA/JPL (National Aeronautics and Space Administration/Jet Propulsion Laboratory). **GRACE**. Disponível em: <https://grace.jpl.nasa.gov/mission/grace/>. Acesso em: 16 set. 2023a.

NASA/JPL (National Aeronautics and Space Administration/Jet Propulsion Laboratory). **Monthly Mass Grids - Land**. Disponível em: <https://grace.jpl.nasa.gov/data/get-data/monthly-mass-grids-land/>. Acesso em: 16 set. 2023b.

OEA (Organização dos Estados Americanos). **Aquífero Guarani: programa estratégico de ação**. Organização dos Estados Americanos (OEA), 2009. 424 p. ISBN 978-85-98276-07-6.

SGB (Serviço Geológico do Brasil). **RIMAS - Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas**. Disponível em: <https://rimasweb.sgb.gov.br/layout/apresentacao.php>. Acesso em: 16 set. 2023.