

USO DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA AVALIAÇÃO DO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE PERNAMBUCO

Carlos Guilherme Moreira Bauer¹; Alfredo Ribeiro Neto²

¹Estudante do Curso de Engenharia Civil – CTG – UFPE; E-mail: guigobauer@gmail.com,

²Docente/Pesquisador do Depto de Engenharia Civil – CTG – UFPE; E-mail: alfredoribeiro@ufpe.br

Sumário: O objetivo deste trabalho é adquirir uma nova fonte de informação para o estudo da seca ocorrida em anos anteriores e monitorar a situação atual do nível de reserva hídrica em Pernambuco e no Nordeste do Brasil. Para isto, foram utilizados os dados coletados pelo satélite GRACE, disponíveis no site do Jet Propulsion Laboratory (JPL/NASA), para realizar uma interpolação espacial e determinar a série temporal para o Estado de Pernambuco. Coletar os dados de volume dos reservatórios com capacidade acima de 10×10^6 m³ no período de 2002 a 2015, fornecidos pela APAC, para assim comparar a série temporal de ambas e ver se elas apresentavam o mesmo padrão nos gráficos. Após notar o padrão foi utilizado mais uma vez os dados do JPL para montar uma série temporal do Nordeste do Brasil. Como se esperava, o satélite GRACE forneceu os dados mostrando o começo de uma seca em 2011 e nos anos seguintes a região de Pernambuco não conseguiu recuperar sua reserva de água. Assim, o GRACE pode ser uma ferramenta importante para ajudar a estudar eventos de seca no Nordeste do Brasil e contribuir para a avaliação de mudanças nos regimes hidrológico e climáticos.

Palavras-chave: disponibilidade hídrica; GRACE; seca; sensoriamento remoto;

INTRODUÇÃO

Desde 2011, o Nordeste passa por mais um evento de seca, podendo ser considerando o mais severo dos últimos 50 anos. Apesar de não haver mais mortes em virtude da seca, ainda, são significativos os impactos na economia da região. De acordo com informações da Agência Pernambucana de Água e Clima (APAC), em março de 2014, o volume total de água armazenado nos principais reservatórios de Pernambuco correspondem a 22,3 % da capacidade total desses reservatórios. Do total de 107 reservatórios monitorados, 46 encontram-se com armazenamento inferior a 10% de sua capacidade máxima. Se considerarmos que a estação de chuva iniciou em dezembro de 2013, pode-se concluir que a situação já foi pior do que o quadro de março de 2014. O número de municípios em estado de emergência é, também, um indicador da severidade da seca atual. Dos 1.795 municípios do Nordeste, 74,2% encontram-se nessa situação desde novembro de 2013. Em Pernambuco, o percentual é de 55%.

O monitoramento do armazenamento de água em situação de seca é de suma importância para o melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis e planejamento de ações futuras. O objetivo do projeto é fazer uso de sensoriamento remoto para o monitoramento e análise de eventos de seca nas bacias hidrográficas do Estado de Pernambuco.

MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente o projeto começou com a extração dos dados através do portal da Universidade do Colorado que está envolvida com o projeto do satélite GRACE. Após notar que esse método não se mostrava eficiente, buscou-se outro meio de obter esses dados.

Foi descoberto que no site da NASA existia registros de dados coletados com o GRACE – Nível 3 do Jet Propulsion Laboratory (JPL), sendo estes dados mais brutos e em unidades diferentes que os dados apresentados na Universidade do Colorado, porém de mais fácil acesso.

Foi feita uma rotina no MatLab para realizar a extração dos dados das séries temporais de um modo mais rápido. Com estes dados foi feita uma interpolação espacial (Figura 1) para todo o território do Estado de Pernambuco utilizando o programa ArcGIS.

O método da interpolação espacial é feito utilizando um modelo em escala do mapa de Pernambuco e utilizando os pontos referentes às coordenadas que são fornecidas pela NASA que contém os dados da *Liquid Water Equivalent Thickness* (Espessura Equivalente de Água Líquida). Esses pontos representam uma porção de área, chamada de GRID, ou grade. Assim, quando há variação da gravidade em um ponto, na verdade a variação está acontecendo em toda essa grade que o ponto abrange. Através desses pontos, são criados os polígonos de Thiessen (Figura 1), que vão representar a área de atuação dos pontos. Depois disso, utiliza-se a ferramenta para intersectar os polígonos com o modelo do mapa de Pernambuco. Quando isto é feito, se obtém a área que cada ponto atua correspondente a uma fração do território Pernambucano. Após finalizar esses processos no ArcGIS, é necessário fazer uma média ponderada mensal com a Espessura Equivalente de Água Líquida (LWET) e a área de atuação do ponto que foi obtida depois de fazer o processo da interseção dos polígonos com a área de Pernambuco.

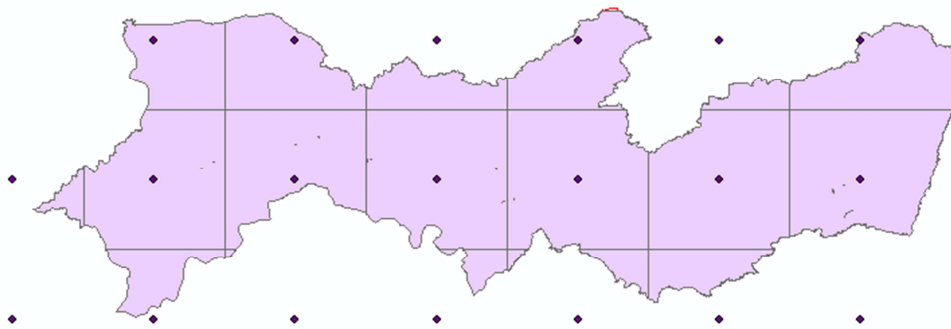


Figura 1 – Polígonos de Thiessen e pontos de grade no Estado de PE.

Também foram obtidos, através do banco de dados da APAC, séries temporais dos volumes dos reservatórios em Pernambuco com capacidade maior ou igual a 10×10^6 m³, de 2002 a 2015, para poder ser feita uma comparação com as séries do GRACE. Inicialmente, compararam-se os dados do satélite GRACE com as séries de volumes dos reservatórios. Dessa forma, foi possível determinar a parcela de variação do volume de água correspondente apenas à superfície do território.

Para adquirirmos as séries temporais do NE do Brasil foi utilizado mais uma vez os dados do GRACE e a rotina do MatLab. Porém não foi feita a interpolação espacial e sim uma média aritmética para obter o LWET final haja vista que há predominância de áreas iguais à célula da resolução do produto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A diminuição da água estimada pelo GRACE para o Estado de Pernambuco foi cerca de $17,64 \times 10^9$ m³. Esse valor corresponde ao período entre março de 2012 e setembro de 2013. Para esse mesmo período, a diminuição da água na superfície é o equivalente a 4,82% da diminuição total de água. Os resultados sugerem que após o começo da seca em 2011, a reserva de água não foi recuperada. As anomalias representadas pelo LWET

continuam negativas em 2015, mostrando que a região irá precisar de mais tempo para restaurar suas condições normais de armazenamento.

A Figura 2 mostra como essas anomalias tiveram efeito sobre os reservatórios de Pernambuco.

Pode-se notar pelo gráfico da Figura 3 da série temporal do Nordeste que o mesmo também passa por uma seca no mesmo período que o Estado de Pernambuco, tendo pequenas recuperações.

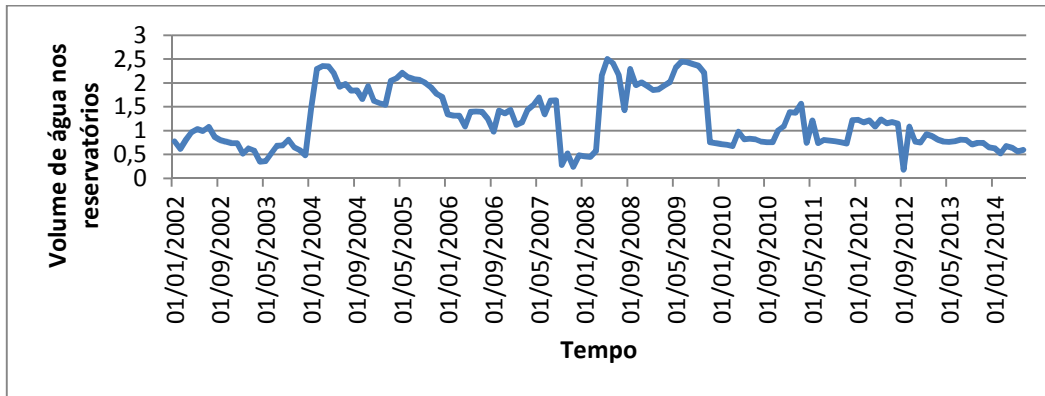


Figura 2 – Volume de água nos reservatórios x Tempo

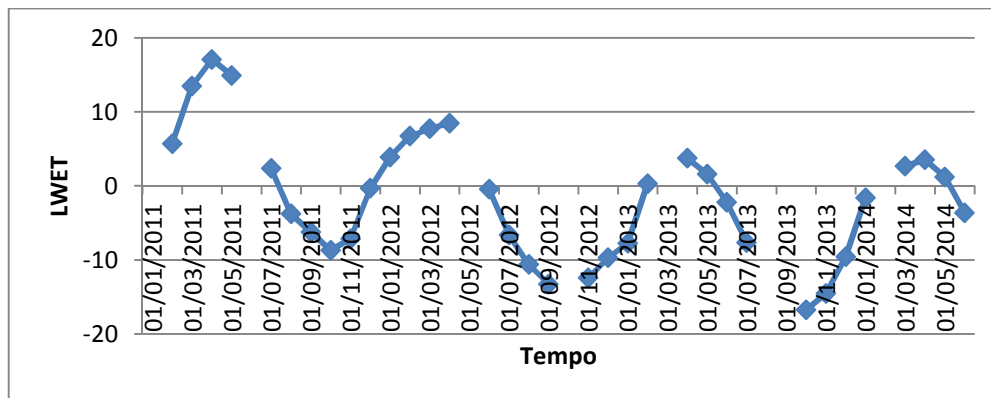


Figura 3 – LWET x Tempo

Foram feitos dois mapas que mostram o território do Nordeste no mês em que teve sua maior anomalia média positiva, que ocorreu em Abril de 2011, e que teve sua maior anomalia média negativa, que ocorreu em Outubro de 2013 (Figura 4). Nota-se pela Figura 4 um maior impacto na região do semi-árido.

(a)	(b)
-----	-----

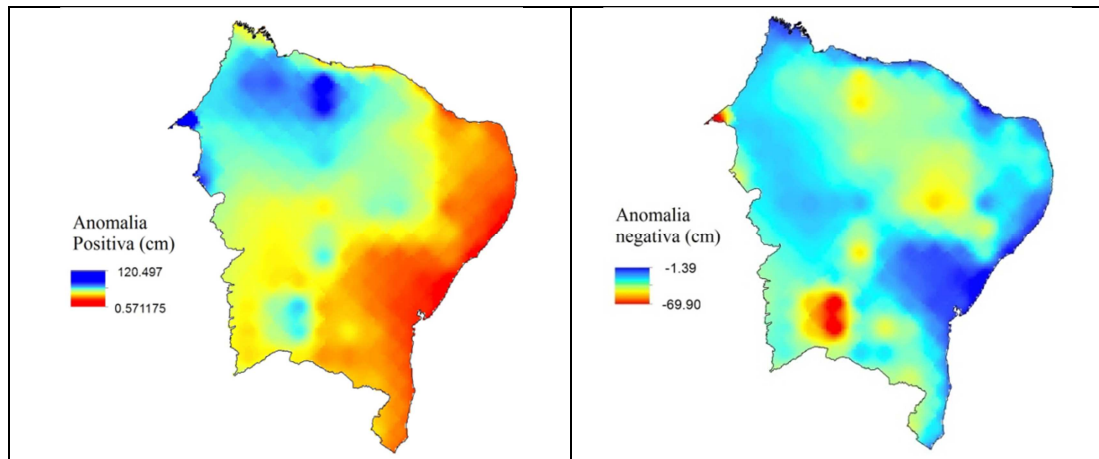


Figura 4 - LWET referente ao mês com maior anomalia positiva (a) e negativa (b).

CONCLUSÕES

Os bons resultados obtidos com as séries fornecidas pelo GRACE podem significar a existência de mais uma fonte de informação para analisar eventos de seca que ocorreram em anos anteriores. Uma vez que o GRACE fornece resultados mais brutos e não tem todos os dados para uma certa faixa de tempo, ele não poderá ser utilizado como uma ferramenta principal para o monitoramento, porém poderá ser utilizado como uma fonte secundária.

O monitoramento da seca é um aspecto importante para se levar em conta na gestão do risco e para lidar com os seus impactos. A diminuição da água medida com a missão GRACE pode ser usada para avaliar as condições das reservas tanto nas bacias hidrográficas quanto em regiões sujeitas a eventos climáticos extremos. A aplicação do sensoriamento remoto mostra que é possível fazer análise da seca e, em longo termo, contribuir para a avaliação de mudanças nos regimes hidrológico e climáticos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao PIBIC, CNPQ e a UFPE pela bolsa da iniciação científica.

À APAC pelos dados dos reservatórios fornecidos.

Ao professor Alfredo Ribeiro Neto pela oportunidade e pela disponibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Frappart, F. et al. 2011. Satellite-based estimates of groundwater storage variations in large drainage basins with extensive floodplains. *Remote Sensing of Environment*, v. 115, 1588-1594.
- Souza Filho, F.A. Variabilidade e mudança climática nos semi-áridos brasileiros. In: Tucci, C.E.M. e Braga, B. *Clima e Recursos Hídricos no Brasil*. Capítulo 3. ABRH, Porto Alegre.
- Sweson, S. e Wahr, J. 2009. Monitoring the water balance of Lake Victoria, East Africa, from space. *Journal of Hydrology*, v. 370, 163-176.
- Xavier, L., Becker, M., Cazenave, A., Longuevergne, L., Llovel, W. e Rotunno Filho, O.C. 2010. Interannual variability in water storage over 2003–2008 in the Amazon Basin from GRACE space gravimetry, in situ river level and precipitation data. *Remote Sensing of Environment*, v. 114, 1629-1637.