



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **Estudo da representatividade da umidade do solo lida pelo AMSR-E para a região da Bacia do Prata<sup>1</sup>**



*Cláudia Adam Ramos<sup>2</sup>; Pablo Javier Grunmann<sup>3</sup>; Pedro Leite da Silva Dias<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo LPB/IAI

<sup>2</sup> Matemática, Profª. Adjunta, ICSPA/UNIFAL-MG, Fone: (35)3219-8704, [claudia.adam@unifal-mg.edu.br](mailto:claudia.adam@unifal-mg.edu.br)

<sup>3</sup> Meteorologista, Prof. Auxiliar, ICSPA/UNIFAL-MG, [pablo.grunmann@unifal-mg.edu.br](mailto:pablo.grunmann@unifal-mg.edu.br)

<sup>4</sup> Matemático, Prof. Titular, IAG/USP, [plsdiads@lncc.br](mailto:plsdiads@lncc.br)

**RESUMO:** Um dos principais problemas da atualidade é o mau gerenciamento do uso da água. Este, por sua vez, está diretamente associado ao entendimento da variabilidade da atmosfera e à previsão da precipitação. No entanto, o conhecimento do ciclo hidrológico global depende da compreensão acerca do comportamento da umidade do solo, uma vez que ela influencia os processos que ocorrem na interface superfície-atmosfera, particionando o fluxo total de energia disponível em fluxos de calor sensível e latente. Este cenário foi a motivação do estudo sobre a umidade do solo para a região da Bacia do Prata, que é considerada uma das bacias hidrográficas mais importantes do mundo, sendo classificada como a quinta maior em relação à sua extensão. Para isso, optou-se por, primeiramente, criar um banco de dados com observações para a variável de interesse e também fazer uma análise qualitativa sobre o quanto estas observações representavam a realidade. Ou seja, este trabalho teve como objetivo investigar a representatividade dos registros de quantidade de água no solo oriundos do sensor AMSR-E, que encontrava-se acoplado ao satélite AQUA, sobre a Bacia do Prata. A análise qualitativa desenvolvida estruturou-se em duas fases: a primeira delas consistiu em uma comparação, para cada um dos 28 locais em que existiam estações agrometeorológicas ativas, entre os dados de umidade do solo lidas pelo satélite versus àquelas registradas pelas PCDs; a segunda etapa do estudo consistiu em comparar os dados do AMSR-E com as estimativas produzidas pelo modelo de superfície NOAH. Com base nos resultados verificou-se que, em alguns pontos, há uma boa correspondência entre os valores de umidade do solo, para as diferentes fontes, no entanto isto não é uma regra.

**PALAVRAS-CHAVE:** Umidade do Solo, Bacia do Prata, Sensoriamento Remoto

### **Study of the representativeness of soil moisture read by the AMSR -E for the La Plata Basin**

**ABSTRACT:** One of the major problems of our time is the bad management of water use. This, in turn, is directly related to understanding the variability of the atmosphere and predicting precipitation. However, knowledge of the global water cycle depends on the understanding of soil moisture behavior, since it influences the processes occurring on the surface-atmosphere interface, partitioning the total flow of available energy into latent and sensible heat fluxes. This scenario was the motivation of the study on soil moisture for the La Plata Basin, which is considered one of the most important river basins in the world, being ranked as the fifth largest in relation to its length. For this, we chose to, first, create a database with observations for the variable of interest and also make a qualitative analysis of how these observations represent reality. In other words, this study aimed to investigate the representativeness of water quantity records in the coming soil AMSR-E sensor, which had become attached to the AQUA satellite, on the La Plata Basin. The developed qualitative analysis was structured in two phases: the first consisted of a comparison, for each of the 28 locations where there were active agro-meteorological stations, between soil moisture data read by the satellite versus those reported by PCDs; the second stage of the study was to compare the AMSR-E data with the estimates produced by NOAH surface model.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



Based on the results it was found that, at some points, there is a good correlation between the soil moisture values for the different sources, however this is not a rule.

**KEY WORDS:** Soil Moisture, La Plata Basin, Remote Sensing

## INTRODUÇÃO

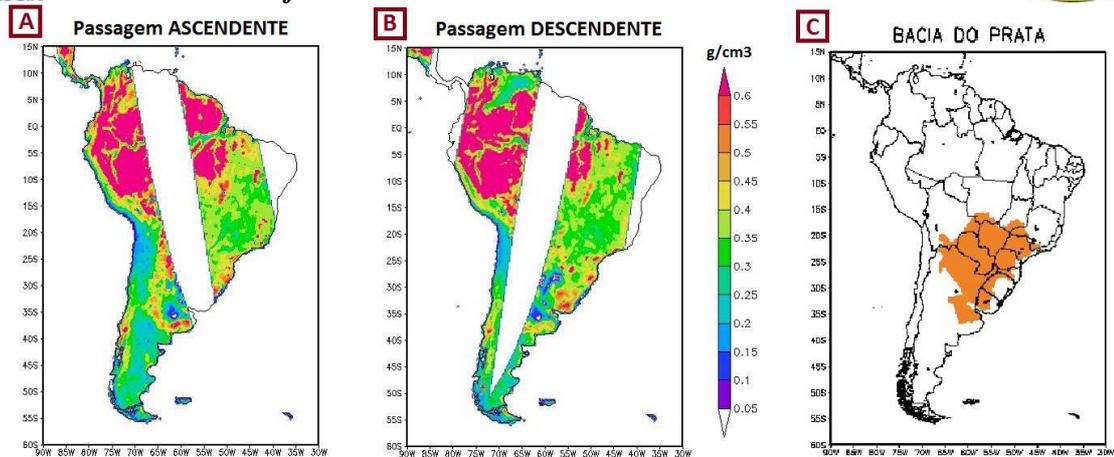
Segundo o Quarto Relatório Científico do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC AR4) (MEEHL et al., 2007), estão previstas para a região da Bacia do Prata, até a metade do século XXI, um aumento de até 20% no volume de chuva e nas vazões dos rios, especialmente nos meses de verão do hemisfério sul (MARENGO, 2008). Esta perspectiva despertou o interesse em se estudar mais sobre a Bacia do Prata, já que falar da alteração na quantidade de água disponível para esta região significa falar do impacto do excesso (ou da irregularidade no abastecimento) de água na vida de dezenas de milhares de pessoas, pois esta bacia hidrográfica é a quinta maior do mundo (em extensão), sendo que sobre ela estão importantes cidades tais como as capitais do Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai (RAMOS, 2013).

A otimização do uso da água, por sua vez, passa pelo entendimento da variabilidade da atmosfera e à previsão da precipitação, nas escalas de tempo e clima. A qualidade desta previsão está relacionada com a umidade do solo, uma vez que esta variável influencia fortemente a partição do fluxo total de energia disponível na superfície em fluxos de calor sensível e calor latente. Desta forma, querer conhecer o comportamento da umidade do solo nesta região é importante e justificável.

As observações da quantidade de água no solo podem ser obtidas utilizando métodos diretos (através de sensores colocados no solo, por exemplo) ou por meio de métodos indiretos (cálculo de balanço hídrico). Ambas alternativas mostram-se inviáveis para grandes áreas já que até mesmo o balanço hídrico depende de certa instrumentação. Assim, os dados de sensoriamento remoto preenchem esta lacuna e se tornam uma boa alternativa para fornecer estimativas da umidade do solo. Diante do exposto, o foco deste trabalho foi investigar o quão representativos são estes registros, especialmente aqueles obtidos pelo sensor AMSR-E, acoplado ao satélite AQUA, sobre a porção brasileira da Bacia do Prata.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O satélite AQUA é um aparelho norte-americano, que entrou em funcionamento em maio de 2002, constituído por instrumentos construídos em parceria com o Japão e o Brasil (NASA, 2002); (NJOKU, 2004). Ele é um satélite de órbita polar-circular, síncrono com o sol, com inclinação de  $98 \pm 0,1$  graus e que viaja a uma altitude entre 830km (**Figura 1-A**: órbita da manhã – cruza o Equador às 7:30hs (hora local)) e 870km (**Figura 1 – B**: órbita da tarde – cruza o Equador às 13:40hs (hora local)). Estão à bordo dele 6 sensores, dos quais se destaca neste trabalho o radiômetro de microondas AMSR-E, que possui 20 canais espectrais e atua em seis frequências com polarização dupla, oferecendo cenas de 1.445km de extensão (NASA, 2011). Uma das informações lidas/registradas por este sensor é a umidade do solo.



**Figura 1.** (A) Registro de umidade do Solo lida na passagem Ascendente do AMSR-E/AQUA (27/03/2006); (B) Registro de umidade do Solo lida na passagem Descendente do AMSR-E/AQUA (27/03/2006); (C) Bacia Hidrográfica do Prata.

O processo de leitura da umidade do solo, por parte do sensor, é mais preciso em áreas de vegetação baixa, pois a camada vegetal interfere na medida de radiação, podendo gerar erro no valor de umidade do solo (NJOKU, 2004). Existem, ainda, outros fatores que podem afetar o registro da umidade do solo feita pelo satélite. Um deles está associado aos efeitos de topografia, cobertura de neve e precipitação, que não são modelados pelo algoritmo de leitura dos dados (NJOKU, 1999). As leituras de umidade do solo representam médias na área sobre a célula horizontal, que é vista pelo satélite. Ou seja, numa célula formada em parte por solo nú, e em parte por solo vegetado, a umidade do solo característica da célula é uma média entre os valores referentes a cada tipo de terreno (vegetado e não vegetado). As medidas de umidade do solo representam valores para a camada mais superficial e até, no máximo, 10cm de profundidade, que é o limite de percepção do sensor.

Como dito anteriormente, o foco deste estudo foi aferir a qualidade das observações da quantidade de água do solo lidas pelo sensor AMSR-E sobre a Bacia do Prata. Assim, é importante destacar, primeiramente, que se trata de um estudo qualitativo e, adicionalmente, que ele foi desenvolvido em duas etapas.

Na primeira foi feita a comparação entre a umidade lida pelo satélite e a umidade do solo prevista pelo NOAH, que é um modelo de superfície, utilizado em alguns centros de previsão de tempo e clima, podendo rodar “off-line” alimentado com dados das forçantes de superfície ou acoplado ao modelo atmosférico. Num segundo momento, a umidade do solo registrada pelo AMSR-E foi comparada com os registros das Plataformas Automáticas de Coletas de Dados (PCDs), mantidas pelo SINDA/INPE, e ativas sobre a região de estudo. Por uma questão de padronização, a segunda abordagem fez com que ambas comparações fossem desenvolvidas para cada ponto em que se encontra uma PCD, ainda que o NOAH possa ser rodado produzindo estimativas para todos os pontos da Bacia do Prata. O número de PCDs agrometeorológicas com dados válidos, sobre a porção brasileira da bacia hidrográfica, no período de 2003 até 2011, foram 28 plataformas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise qualitativa dos dados registrados pelo sensor AMSR-E, para a quantidade de água no solo, foi realizada sob duas diferentes perspectivas: comparações das séries temporais para as estimativas do modelo de superfície versus as leituras do satélite e também dos registros das plataformas automáticas versus as leituras do AMSR-E. Adicionalmente, foi analisado também o gráfico de distribuição para a

*O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

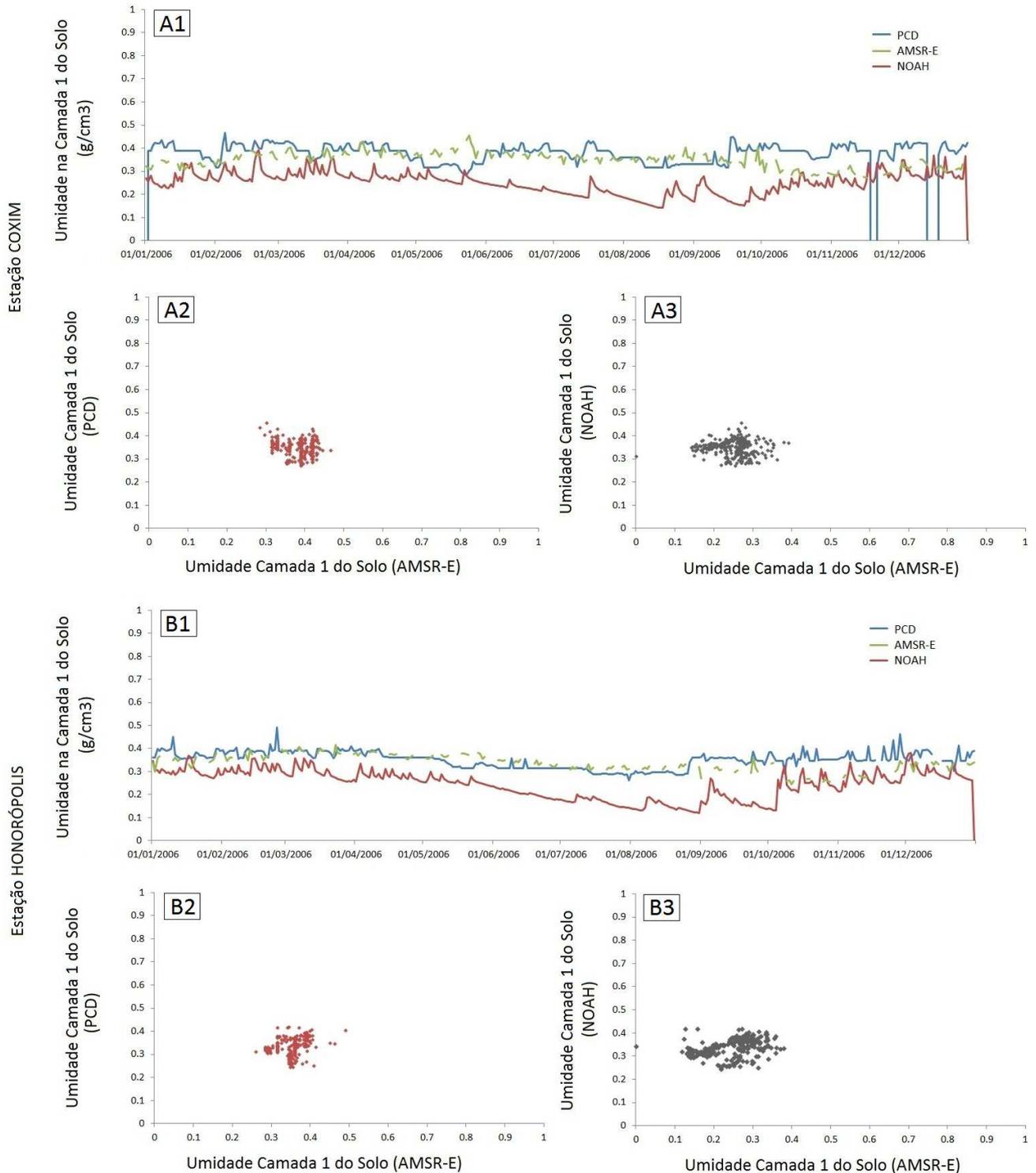
umidade (na primeira camada do solo) do NOAH e PCDs versus as leituras do satélite. Ambos resultados podem ser vistos na **Figura 2**.

Diante da impossibilidade de exibir os resultados obtidos para os 28 pontos (locais) estudados, foram escolhidos 2 deles para mostrar os resultados. Pela **Figura 2** é possível perceber que a série temporal com dados do AMSR-E apresentam descontinuidades. Isso acontece porque, como se vê na **Figura 1**, mesmo o satélite cruzando o Equador mais de uma vez ao dia, ainda assim, é possível que, para um lugar/dia específico, ele não passe nenhuma vez.

Apesar disso, Nota-se que o valor médio da umidade do solo para as três diferentes fontes não são radicalmente diferentes, sendo que entre os valores das PCDs e do satélite parece existir uma maior concordância.

Em comparações como as da **Figura 2**, em que se utiliza dados estimados por modelos de superfície, é imprescindível ter em mente qual foi o processo utilizado para que o resultado final fosse obtido. No caso destas simulações feitas com o NOAH, as estimativas produzidas foram geradas para pontos de grade de área de 100km<sup>2</sup>. Ou seja, o valor utilizado é uma média nesta área. Daí torna-se natural, e esperado, que os valores das observações dos sensores (sejam das PCDs ou do satélite) não coincidam exatamente.

Mesmo com esta limitação, acredita-se que este tipo de estudo é válido, pois ele sinaliza o quanto se deve acreditar nas informações de cada uma destas fontes.



**Figura 2.** Umidade do solo lida pelo sensor AMSR-E (verde), a estimada pelo modelo de superfície NOAH (vermelha) e registrada na PCD (azul). (A1) Ano 2006 – Estação Itapiranga. Séries Temporais das Umidades na Camada 1 do Solo; (A2) Ano 2006 – Estação Itapiranga. Gráfico de Dispersão da Umidade estimada pelo NOAH e lida pelo satélite; (A2) Ano 2006 – Estação Itapiranga. Gráfico de Dispersão da Umidade estimada pelo NOAH e lida pelo satélite; (B1) Ano 2006 – Estação Jardim. Série



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



Temporal da Umidade na Camada 1 do Solo; (B2) Ano 2006 – Estação Jardim. Gráfico de Dispersão da Umidade estimada pelo NOAA e lida pelo satélite;

## CONCLUSÕES

Com base no estudo desenvolvido se percebe que os dados para a umidade do solo, registrado pelo sensor AMSR-E sobre a porção brasileira da Bacia do Prata são válidos. Esta conclusão baseia-se, especialmente, no fato deles mostrarem uma boa relação (inclusive em termos de magnitude) com as observações registradas pelos sensores no solo das PCDs agrometeorológicas para o mesmo ponto geográfico. Por outro lado, apesar de válidos, os dados do AMSR-E devem ser utilizados de tal maneira que nunca se esqueça que, por serem observações, eles possuem erros e isso se evidencia quando compara-se seus valores com as estimativas do NOAA. Ou seja, os valores do modelo e do satélite não tem porque coincidir, porém o comportamento global da quantidade de água no solo, que varia conforme a precipitação, deveria ter exibido uma diminuição durante o inverno, período menos chuvoso. O que se viu, todavia, foram observações sem grandes variações anual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estud. av.**, São Paulo , v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008 .
- MEEHL, G. A. et al. Global Climate Projections. In: SOLOMON, S. D. et al. (Ed.) **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom, New York: Cambridge University Press, 2007.
- NASA. **Acqua Project Science**. National Aeronautics and Space Administration USA, agosto, 2002.
- NASA. **AMSR-E**. National Aeronautics and Space Administration USA. <<http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/AMSR/>>. Acesso em jun/2015.
- NJOKU, E. G. **AMSR Land Surface Parameters. Algorithm Theoretical Basis. Surface Soil Moisture, Land Surface Temperature vegetation Water Content**, version 3.0. NASA Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California, 1999.
- NJOKU, E. **Amsre-aqua daily 13 surface soil moisture, interpretative parameters, & QC EASE-grids**. Version 2. Boulder, Colorado USA: NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center. doi: [10.5067/AMSR-E/AE\\_LAND3.002](https://doi.org/10.5067/AMSR-E/AE_LAND3.002)., 2004.
- RAMOS, C. A. **Avaliação do impacto da assimilação de dados de umidade do solo nas variáveis hidroclimatológicas sobre o Semiárido Brasileiro e sobre a Bacia do Prata**. 2013. 154p. Tese (Doutorado em Modelagem Computacional) – Laboratório Nacional de Computação Científica, Petrópolis, RJ, 2013.