

# **Influência da Oscilação de Madden e Julian na Energia Natural Afluente nas bacias hidrográficas brasileiras**

Simone E. T. **FERRAZ** (simonette@ufsm.br), Nathalie T. **BOIASKI** (ntboiaski@gmail.com)  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil (UFSM)

## **RESUMO**

Neste estudo é apresentada a influência da Oscilação de Madden e Julian na Energia Natural Afluente nas principais bacias hidrográficas brasileiras. Correlações pequenas, mas significantes são encontradas em quase todas as bacias em diferentes fases da oscilação.

## **ABSTRACT**

In this study the influence of the Madden and Julian Oscillation on the Affluent Natural Energy in the main Brazilian hydrological basins is presented. Small but significant correlations are found in almost all basins at different stages of oscillation.

**Palavras chave:** Oscilação de Madden e Julian, Energia Natural Afluente, Bacias hidrográficas brasileiras.

## **1) INTRODUÇÃO**

A recarga sazonal dos reservatórios das hidrelétricas do sudeste brasileiro ocorre no período chuvoso da região, entre o final de outubro e o início de abril. Grande parte da precipitação nesse período é regida pelas fases ativas e não ativas do sistema de monções da América do Sul (SMAS, Jones e Carvalho, 2002). Além disso, a precipitação neste período experimenta variabilidades em diversas escalas de tempo. As maiores contribuições são na escala intrasazonal e sinótica (Ferraz, 2004). A escala sinótica tem maior importância na região Sul do Brasil e a escala intrasazonal na região Central leste, onde se encontram os maiores reservatórios do país. Composições de radiação de onda longa emergente (ROLE) e função corrente em altos níveis, filtrados na banda intrasazonal, sugerem que as altas taxas de precipitação podem estar relacionadas com anomalias convectivas associadas com a oscilação de Madden e Julian no Pacífico Oeste e Central (Ferraz, 2004). A oscilação de 40-50 dias (ou OMJ) foi assim denominada por Madden e Julian, 1971. Este tipo de oscilação consiste de células de circulação de grande escala orientadas no plano equatorial que se movem para leste, do Oceano Índico para o Pacífico Central. As perturbações que ocorrem sobre o continente da América do Sul, relacionada a OMJ são descritas por Wheeler e Hendon, 2004 (WH04). Os autores propuseram um índice sazonalmente independente para monitorar a OMJ que se baseia em funções ortogonais empíricas dos campos combinados de vento zonal em 850 e 200 hPa e ROLE.

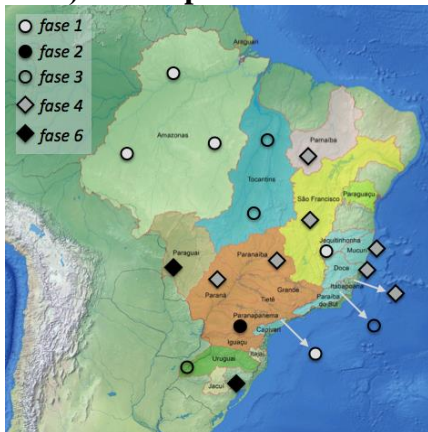
A Energia Natural Afluente (também conhecida pela sigla ENA) é a energia que se obtém quando a vazão natural de um afluente (linha de água que termina em um rio principal) é turbinada nas usinas situadas rio-abaxo, a partir de um ponto de observação (Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS). A região sudeste do Brasil experimentou um expressivo déficit de precipitação em 2014 e 2015 (Coelho et al, 2016) o que resultou numa significativa queda do aproveitamento da ENA ocasionando a ligação de Usinas Termoelétricas, com custo de geração de energia elevado. Como a queda do aproveitamento da ENA está diretamente relacionada à falta de chuvas na região, é de suma importância determinar a relação das variabilidades que modulam a precipitação e a ENA. Neste estudo, o enfoque será avaliar como as diferentes fases da OMJ interferem na ENA nas principais bacias hidrográficas do Brasil.

## **2) Dados**

Foram utilizados dados diários de ENA (MW médio), no período de Jan/2000 até Jun/2018, calculadas nas 21 bacias hidrográficas brasileiras (figura 1). Estes dados são disponibilizados no website da ONS (<http://ons.org.br/>). Para avaliar a influência da OMJ, foram utilizadas as séries temporais da Função

Ortogonal Empírica do vento zonal de 200 e 850 hPa, e velocidade potencial em 200 hPa definidas como RMM1 e RMM2 (Wheeler and Hendon; 2004). Estas duas séries são disponibilizadas em no website do Centro Climático de Tokio (<https://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/clisys/mjo>). O espaço de fase bidimensional é definido por RMM1 e RMM2. As estruturas espaciais de RMM1 e RMM2 são giradas com referência às estruturas de WH04 devido ao deslocamento de fase dos vetores de EOF. No espaço de fase, as zonas equatoriais são divididas em 8 fases e cada fase indica a fase ativa da propagação OMJ. Em associação com a propagação de OMJ para o leste, a trajetória de RMM1 e RMM2 atrai círculos no sentido anti-horário no espaço de fase (WH 04, sua figura 7).

### 3) Principais Resultados e Conclusões



**Figura 1: Fase da OMJ relacionada a cada bacia hidrográfica brasileira.**

Uma correlação de Pearson foi calculada entre as séries temporais de ENA em cada uma das bacias hidrográficas e as séries temporais de RMM1 e RMM2. As correlações apresentadas são pequenas, mas estatisticamente significativas ao nível de 0,05, baseado na distribuição T-Student. Na fase 1 da OMJ a convecção encontra-se sobre a América do Sul e as regiões que apresentaram o impacto direto se localizam nas bacias do Amazonas, Jequitinhonha e Capivari. As passar para as fases 2 e 3, a convecção encontra-se sobre o Oceano Índico e o impacto na América do Sul pode ser via teleconexão. Nestas duas fases a maior influência é nas bacias do Paranapanema, Iguaçu e Paraíba do Sul. Na fase 4 a convecção encontra-se sobre o continente marítimo que está relacionado a um trem de ondas em altos níveis desde a região até a América do Sul (não mostrado). Na fase 6 a convecção encontra-se na região equatorial em direção a Zona de Convergência do Pacífico Sul e no

Sul da América do Sul, na região das bacias do Uruguai e Jacuí. Nesta análise preliminar foi procurado mostrar a relação entre a OMJ e a ENA nas bacias hidrográficas brasileiras. Os próximos passos deste trabalho consistem em investigar os padrões atmosféricos relacionados a cada uma das relações aqui apontadas.

### 4) Agradecimentos

Esse artigo foi parcialmente suportado pelo projeto de P&D ANEEL, desenvolvido em parceria entre a UTE Pecém II, UTE Parnaíba I, Parnaíba II e III Geração de Energia S.A. e a Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Além disso, NT BOIASKI agradece a Fapergs (29452.413.20093.27062017 – ARD) e SET FERRAZ agradece ao CNPq e a Fapergs (projetos 304970/2015-8 e 24796.414.28046.06062017 – PqG).

### 5) Referências

- COELHO, CAS; CARDOSO, DHF; FIRPO, MAF. Precipitation diagnostics of an exceptionally dry event in São Paulo, Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 125, p. 769-784, 2016.
- WHEELER, M e HENDON, H. An All-Season Real-Time Multivariate MJO Index: Development of an Index for Monitoring and Prediction. *Monthly Weather Review*, 132, 2004, 1917-1932.
- JONES, C e CARVALHO LMV. Active and Break phases in the South American Monsoon System. *Journal of Climate*, v. 15, p. 905-914. 2002.
- FERRAZ, SET, Variabilidade Intrasazonal no Brasil e Sul da América do Sul, Tese de Doutorado, 2004.
- MADDEN, RA e JULIAN, PR. Description of 40-50 day oscillation in the zonal wind in the Tropical Pacific. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 28, p. 702-708, 1971.