

Variabilidade da Precipitação na América do Sul Forçada Com Diferentes Parametrizações de Superfície para Previsão de Curto Prazo.

Kubota, Paulo Yoshio, Bonatti, José Paulo

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. E-mail: paulo.bonatti@cptec.com.br e paulo.kubota@cptec.inpe.br

Abstract

The variability of precipitation is discussed in this work is based on the influences of surface parameterization used by the AGCM-CPTEC. Where individual experiments were realized with the parameterizations for a period of 15 days and the results analyzed using statistical techniques of principal component analysis and wavelet transform. It was found through analysis of principal components that the contribution of the balance of energy in the total variance is not negligible in systems composed of a set of variables it is one of the most important variables in the variability explained by PC1. The analysis of the Morlet wavelet applied to the surface energy balance showed a memory behavior of the balance, because the signal persists for periods ranging from 0.5 to 2.1 days in all experiments. The impact on rainfall variability due to signal propagation of the square of the variance in the period range of 0.5 to 2.1 days is overridden by the value of the anomaly of the balance of energy on the surface.

Resumo

A variabilidade de precipitação abordada neste trabalho tem como base às influencia das parametrizações de superfície utilizadas pelo MCGA-CPTEC, da qual foram realizados experimentos individuais com as parametrizações por um período de 15 dias e os resultados analisados através de técnicas estatísticas de análise de componentes principais e transformada de ondeletas. Verificou-se através da análise de componentes principais que a contribuição do saldo de energia na variância total não é desprezível em sistema composto por um conjunto de variáveis, sendo umas das variáveis mais importantes na variabilidade explicada pela PC1.

A análise de ondeletas de Morlet aplicada no saldo de energia na superfície mostrou que existe um comportamento de memória do saldo de energia, pois o sinal persiste para períodos entre 0.5 a 2.1 dias nos três experimentos. E o impacto na variabilidade de precipitação devido à propagação do sinal do quadrado da variância na escala de 0.5 a 2.1 dias é sobreposto pelo valor da anomalia do saldo de energia na superfície.

Palavras-chaves: Precipitação, Variabilidade, Esquema de Superfície

1. INTRODUÇÃO

Existem vários fatores de diferentes escalas espaciais (sinóticas, mesoescala e locais) que contribuem na variabilidade da precipitação, muitos estudos abordam estes fatores vinculando com sistemas de escalas sinóticas e de mesoescala. Sobre a escala local, há aspectos que podem ser abordados de um ponto de vista diferente, como por exemplo, as influencias das condições de superfície na escala local e com pode interagir com as outras escalas espaciais e temporais.

A interação entre a superfície os diferentes tipos de escala se realiza através da troca de energia isto pode enfraquecer ou intensificar os sistemas meteorológicos em diferentes escalas. Sabe-se que os oceanos são grandes reservatórios de energia, muito maiores do que os continentes, apesar disso, a energia armazenada na superfície continental não é desprezível (Potter e Zasada (1999); Samson e Lemeur (2001), Mayer e Holling (2004)) e compreender a interação em diferentes escalas de tempo é muito importante, pois esta interação pode funcionar como memória.

O objetivo deste trabalho é verificar a variabilidade de precipitação na América do Sul, influenciada pela memória do saldo de energia armazenada devido às diferentes parametrizações de superfície.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho utilizou-se de duas técnicas de análise de dados: análise de componentes principais (Silva, 2006) e a transformada de ondeletas (Torrence e Compo, 1998). A análise de componentes principais foi utilizada para tentar quantificar o peso de cada uma das variáveis do conjunto que compõem a primeira componente principal e averiguar qual a contribuição na variabilidade de precipitação do saldo de energia armazenada na superfície, para auxiliar na análise da transformada de ondeletas.

O impacto na variabilidade de precipitação devido à energia armazenada na superfície foi avaliado utilizando a transformada de ondeletas de Morlet (Morlet, 1982), nas saídas das simulações numéricas, separadas em três experimentos, onde cada uma consistia de diferentes parametrizações de superfície. A técnica de transformada de ondeletas permite analisar a variação de sinais em uma série temporal e a interação deste sinal entre diferentes escalas. Portanto, aplicando-se esta técnica na série temporal do saldo de energia armazenada na superfície, da qual foi removida a média do ciclo diurno médio do conjunto dos experimentos, pode-se obter a informação da interação entre os experimentos e escalas temporais da energia armazenada na escala do ciclo diurno, funcionando como uma espécie de memória.

Os experimentos foram realizados utilizando o Modelo de Circulação Geral da Atmosfera do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (Panetta, 2007), na resolução TQ0213L042 (~60 km) e 42 níveis na vertical, cada experimento foi simulado por um período com uma parametrização de superfície diferente (Exp1-IBIS, Exp2-SiB2 e Exp3-SSiB), e mais a simulação de controle. As configurações das outras parametrizações físicas foram: (Dinâmica Euleriana, Camada Limite (Holtslag e Boville, 1992, Radiação Onda Curta (Lacis e Hansen, 1974), Radiação de Onda Longa (Harshvardhan, 1987), Convecção (Grell, 1992), Convecção Rasa (Tiedtke, 1983), Onda de Graviade (Alpert, 1988)). Foi utilizado como condição inicial (01/01/2003) e de contorno as análise do NCEP na resolução (TQ254L64 ~50 km) e a temperatura de superfície do mar também do NCEP (1°x1°) respectivamente e os dados de precipitação do TRMM3b42.

3. RESULTADOS

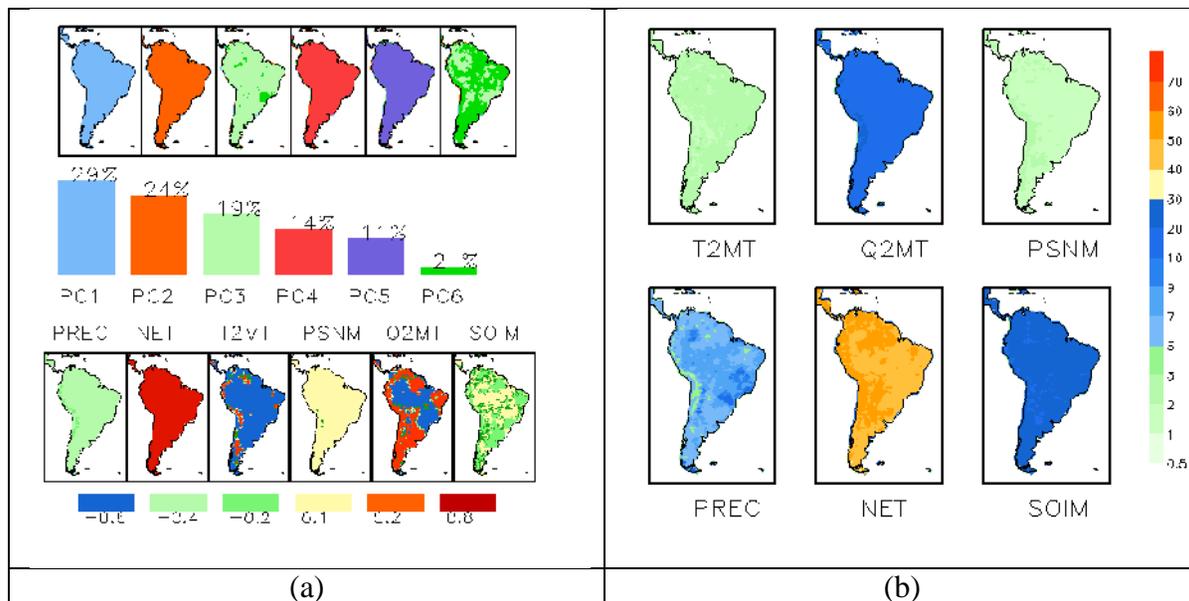


Figura 1 Representação dos autovalores em ordem decrescente de importância na explicação da variância total e a correlação entre a primeira componente principal e as variáveis que a compõem (a). A variabilidade (%) explicada pela primeira componente principal sobre cada variável (b).

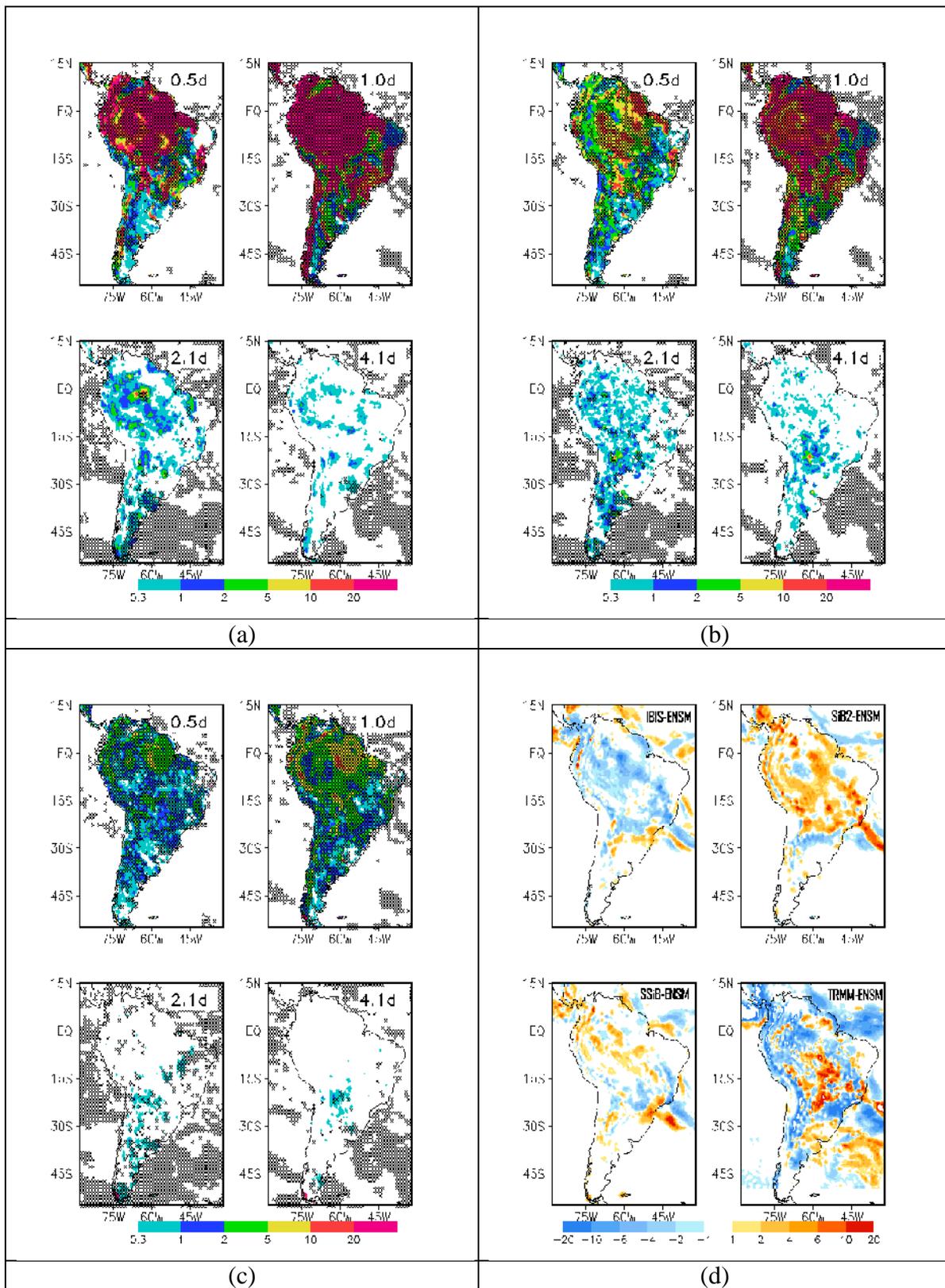


Figura 2 Anomalia de propagação do sinal do quadrado variância normalizada do saldo de energia na superfície (W/m^2) os X representa regiões com significância estatística acima de 95%. (a) experimento com o IBIS (b) experimento com o SIB2, (c) experimento com o SSiB e (d) média da anomalia de precipitação (mm/dia) para o período de simulação (IBIS, SiB2, SSiB e TRMM3b42)

A figura 1 mostra os resultados obtidos com a análise de componentes principais aplicada sobre a média dos experimentos, observa-se que o maior autovalor explica 29% da variância total e possui o mesmo padrão sobre toda a América do Sul. O mesmo ocorre para o segundo (24%), quarto (14%) e quinto (11%) autovalores, o terceiro (19%) e o sexto (2%) a distribuição espacial não é homogênea. Segundo o critério de Kaiser (Silva, 2006), o primeiro componente principal (PC1) descreve um eixo que minimiza a soma do quadrado das distâncias euclidianas de todos os pontos até este o eixo da PC1. Isto influencia a correlação da PC1 e as variáveis. Na figura-1a, na parte inferior está a correlação entre a PC1 e as variáveis que a compõem, nota-se que a PC1 correlaciona melhor com o saldo de energia na superfície (NET [0.8]) e tem o mesmo padrão sobre toda a América do Sul. A umidade específica (Q2MT[-0.6 e 0.2]) e a fração do conteúdo de água no solo (SOIM [-0.2 e 0.1]) apesar de apresentarem correlações menores, nota-se nestes campos que há uma heterogeneidade espacial, onde o sinal da correlação é alterado, principalmente em regiões onde ocorre precipitação. A PC1 pode explicar a variabilidade das variáveis que a compõem, a figura-1b mostra a variabilidade em porcentagem de cada variável explicada pela PC1. O saldo de energia na superfície é a componente da PC1 que possui a maior variabilidade [50 a 60%], isso mostra a importância do saldo de energia na superfície na variabilidade total do conjunto composto pelas seis variáveis analisadas.

Sabe-se da importância do saldo de energia na manutenção da temperatura e umidade durante o ciclo diurno, como já demonstrado em vários estudos entre superfícies de solo árido e floresta. Porém, esta energia absorvida e armazenada durante o ciclo diurno em superfície com vegetação densa não é liberada tão rapidamente como em uma superfície árida tem uma escala de tempo de dissipação maior (memória), funcionando como um capacitor elétrico.

A análise de transformada de ondeletas foi aplicada em cada experimento onde foi removido o ciclo diurno médio da série temporal dos três experimentos ($S_i(\text{exp.}) - \overline{S_m}(\text{ensm})$). Então a evolução dos sinais de variância é referente à anomalia resultante do experimento corrente e a média do ciclo diurno médio do conjunto dos três experimentos.

Nota-se que, os três experimentos com diferentes esquemas de superfície mantêm por um determinado período (0.5 a 2.1 dias) o sinal do quadrado da variância da energia armazenada na superfície, utilizando como referência o ciclo diurno médio do conjunto dos três experimentos $\overline{S_m}(\text{ensm})$, como podemos observar na figura 2(a, b, c). Este sinal é mais intenso nos casos das parametrizações do IBIS e SiB2, principalmente na região Amazônica devido à vegetação densa, o sinal tem uma menor intensidade quando se utiliza a parametrização do SSiB, sobre as demais regiões o sinal tem menor intensidade como na região nordeste e sul. Esta diferença entre os esquemas de superfície pode estar relacionada principalmente com a quantidade de camadas de solo e o modo como o modelo de solo é tratado matematicamente nos três esquemas de parametrização.

Devido à formulação matemática da transformada de ondeletas, o sinal da variância é anulado, mas comparando com a anomalia de precipitação ($\text{exp.} - \text{ensmedio}$) figura 2d, podemos concluir que o sinal do quadrado da variância da figura 1a é contrária ao da figura 1b e 1c devido à anomalia de precipitação ter sinal opostos. Portanto, apesar dos três experimentos apresentarem a propagação do sinal do quadrado da variância do saldo de energia a superfície entre períodos de 0.5 a 4.1 dias o valor real do saldo de energia a superfície no experimento utilizando o IBIS é menor em relação aos experimentos com o SiB2 e o SSiB e a média dos experimentos.

Observa-se que após o período de 2.1 dias o sinal da energia armazenada na superfície quase desaparece isto está relacionado ao modo que foi calculada a anomalia e o tamanho da série temporal que foi de 15 dias. Para análises em outras escalas temporais (semanais, mensais, sazonais, etc.) temos que adotar outro critério para remover a média da série temporal

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho, verificou-se o impacto de diferentes parametrizações de superfície na variabilidade da precipitação na América do Sul para previsão de curto prazo, baseando-se na memória da energia armazenada na superfície. Através da análise de componentes principais observou-se que a contribuição do saldo de energia na variância total de um sistema composto por um conjunto de variáveis não é desprezível, sendo uns dos principais componentes que deve ser analisado considerando a PC1.

A análise de ondeletas de Morlet aplicada no saldo de energia na superfície mostrou que existe um comportamento de memória do saldo de energia, pois o sinal persiste para períodos entre 0.5 a 2.1 dias nos três experimentos. E o impacto na variabilidade de precipitação devido à propagação do sinal do quadrado da variância na escala de 0.5 a 2.1 dias é sobreposto pelo valor da anomalia do saldo de energia na superfície.

5. REFERÊNCIAS

- ALPERT, J. C., M. KANAMITSU, P. M. CAPLAN, J. G. SELA, G. H. WHITE, AND E. KALNAY. Mountain induced gravity wave drag parameterization in the NMC medium range forecast model. **Proc. Eighth Conf. On Numerical Weather. Prediction**, Baltimore, MD, 726-733, 1988.
- GRELL, G. A., 1993: Prognostic evaluation of assumptions used by cumulus parameterization. **Monthly Weather Review**, **121**, 764–787.
- HARSHVARDHAN, R. D., RANDALL, D. A. AND CORSETTI, T. G. A fast radiation parameterization for general circulation models. **Journal Geophysics Resource**, **92**, 1009-1016, 1987.
- HOLTSLAG, A. A. M.; BOVILLE B. A. Local versus nonlocal boundary-layer diffusion in a global climate model. **Journal of Climate**, v. 6, p. 1825-1842, 1992.
- LACIS A. AND HANSEN, J. E. A parameterization of the absorption of solar radiation in the Earth's atmosphere. **Journal Atmospheric Society**, **31**, 118-133, 1974.
- MELLOR, G. L., AND YAMADA, T. A hierarchy of turbulence closure models for planetary boundary layers. **Journal Atmospheric Science**, **31**, 1791-1806, 1974.
- MEYERS, T. P., AND HOLLINGER, S. E. An assessment of storage terms in the surface energy balance of maize and soybean. **Agricultural. for. Meteorology**, **125**, 105– 115, 2004.
- MORLET, J. , G. AREHS, I, FOURGEAU and D. GIARD. Wave propagation and sampling theory. **Geophysics** v.47 p-203, 1982.
- PANETTA, J., BARROS, S. R. M., BONATTI, J. P., TOMITA, S.S. AND KUBOTA, P. Y.: "Computational Cost of CPTC AGCM" at Use of High Performance Computing in Meteorology, **World Scientific Publishing Co.**, ISBN-13 978-981-277-588-7, pp.65-83, 2007.
- POTTER, B. E., AND J. C. ZASADA. Biomass, thermal inertia, and radiative freeze occurrence in leafless forests, **Can. J. For. Res.**, **29**, 213– 221, 1999.
- SAMSON, R., AND R. LEMEURE. Energy balance storage terms and bigleaf evapotranspiration in a mixed deciduous forest, **Ann. for. Sci.**, **58**, 529– 541, 2001.
- SILVA, N. R., PADOVANI, C. R. Utilização de Componentes Principais Em Experimentação Agrônômica. **Energia Agrícola**, Botucatu, v. 6 n 21, p. 98-113, 2006.
- TIEDTKE, M. The sensitivity of the time mean large scale flow to cumulus convection in the ECMWF model. **Workshop on Convection in Large Scale Numerical Models**. ECMWF, 297-316, 1983.
- TORRENCE, C., AND G. P. COMPO: A practical guide to wavelet analysis. **Bull. Amer. Meteor. Soc.**, **79**, v1, 61–78, 1998.