

# ANOMALIAS DE TEMPERATURA NA SUPERFÍCIE NA AMÉRICA DO SUL EM ANOS DE EL NIÑO E LA NIÑA

CARINA OLIVEIRA DE SOUZA 1, MARY TOSHIE KAYANO 2.

1 Estudante do 2º ano de Engenharia Ambiental, bolsista de Iniciação Científica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, Avenida dos Astronautas 1758, 12227-010 São José dos Campos – SP, Fone: (0xx12) 3945 6645, casouza@cptec.inpe.br. 2 Dra em Meteorologia, Pesquisadora Sênior, INPE, São José dos Campos-SP.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO:** São apresentados mapas sazonais das anomalias de temperatura do ar (T) sobre a América do Sul para anos de ocorrência de extremos do ENOS – El Niño/Oscilação Sul, (El Niño - EN e La Niña -LN) do período de 1958 a 1995. Análises são feitas usando duas fontes de dados reanalisados, uma originária do European Centre for Medium Range Weather Forecasts – ECMWF e outra do National Centers for Environmental Prediction – NCEP, objetivando investigar as diferenças entre estes conjuntos de dados. Este trabalho almeja também analisar a variabilidade interanual de T na América do Sul. Os campos de anomalias de T das duas fontes de dados mostram padrões consistentes para anos de EN e de LN. Para as duas fontes de dados das estações de verão, outono e primavera de anos de EN, em geral predominam anomalias positivas de T na maior parte do continente, exceto no centro-sul onde ocorrem anomalias de sinal contrário. Na primavera de anos de EN, anomalias negativas de T estendem sobre uma grande parte da América do Sul para as duas fontes de dados. Para as duas fontes de dados, os mapas de anos de LN mostram anomalias negativas de T na maior parte, exceto no sul do continente.

**PALAVRAS-CHAVE:** anomalia de temperatura, extremos de ENOS.

## SURFACE TEMPERATURE ANOMALY OVER SOUTH AMERICA DURING EL NIÑO AND LA NIÑA YEARS

**ABSTRACT:** There are presented seasonal maps of air temperature (T) anomalies over South America for the years of the El Niño/Southern Oscillation extremes (El Niño - EN and La Niña -LN) of the 1958-1995 period. Analyses are done using two reanalyzed data sources, the European Centre for Medium Range Weather Forecasts – ECMWF and the National Centers for Environmental Prediction – NCEP, aiming to investigate the differences between the two datasets. The present paper aims also to analyze the interannual variability of T over South America. The T anomaly fields for the two datasets show consistent patterns for EN and LN years. For both datasets, during the summer, autumn and winter seasons of the EN years, in general, positive T anomalies prevail in most of the continent, except in the central-southern, where opposite sign anomalies occur. During spring of EN years, negative T anomalies extend over a large portion of South America for both datasets. For both datasets, the LN maps show negative T anomalies in most part, except in the southern.

**KEYWORDS:** temperature anomaly, ENSO extremes.

**INTRODUÇÃO:** A temperatura do ar (T) na superfície é um fator climático muito importante para a agricultura, pois sua variação pode gerar problemas ou favorecer o cultivo, dependendo dos eventos que ocorrem e da cultura que é cultivada em determinado local. Existem alguns fenômenos que podem agravar ainda mais os problemas agrícolas envolvendo a temperatura como, por exemplo, o El Niño/Oscilação Sul (ENOS). A maior parte dos estudos relacionados à agricultura envolvendo EN e LN abordam a variação da precipitação durante a ocorrência desses fenômenos. Este trabalho tem como objetivo estudar um outro parâmetro importante para a agricultura, T na superfície (ou em níveis próximos). Assim, as variações de T sobre a América do Sul são investigadas considerando anos de EN e LN do período 1958-1995 e as duas fontes de dados (NCEP e ECMWF). O ENOS representa um fenômeno de interação oceano-atmosfera no Pacífico Tropical e possui duas fases. A fase quente coincide com a ocorrência do EN que se caracteriza pelo aquecimento anormal das águas superficiais e sub-superficiais do Oceano Pacífico Equatorial Leste, o que implica em alteração dos padrões normais da Temperatura da Superfície do Mar (TSM). Em contraste, na fase fria, LN, ocorre o esfriamento das águas no Pacífico Equatorial leste. Devido às variações da circulação atmosférica envolvida nas fases extremas do ENOS, o campo de T pode também ser afetado. O que poderia implicar em problemas na agricultura como um todo ou em suas fases, como por exemplo, de maturação e colheita.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Nesse trabalho são utilizados dados mensais de T sobre a região da América do Sul limitada entre 112,5°W, 27,5°W, 15°N e 55°S, para o período de 1958 a 1995. Os dados estão em pontos de grade de 2,5 graus em latitude e longitude. Como os dados de T em superfície não são disponíveis no ECMWF, para esta fonte de dados é usada a T à 2 metros. No caso do NCEP é usada a T na superfície. Para brevidade de texto, daqui em diante, tanto T à 2 metros como T à superfície são referidas como T. Os dados de T do ECMWF estão em graus Kelvin (°K), e os do NCEP em graus Celsius (°C). Os dados do ECMWF são disponíveis nos horários 00Z, 06Z, 12Z e 18Z e os dados do NCEP se referem à média destes horários. Para ser feita a comparação entre as duas fontes de dados os dados do ECMWF são convertidos de °K para °C, através da equação  $T^{\circ C} = T^{\circ K} - 273.15$ . Após a conversão é feito o cálculo para a obtenção da média dos 4 horários dos dados do ECMWF. Em seguida, são calculadas as climatologias de T (trimestral) em cada ponto de grade. O mesmo é feito para anos seguintes aos de início de eventos de EN (1958, 1969, 1973, 1977, 1983, 1987, 1992 e 1995) e LN (1962, 1965, 1968, 1971, 1974, 1975, 1976, 1985 e 1989). Estes anos de EN e LN foram obtidos do sítio: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml). Para cada trimestre são obtidos os campos de diferença entre a climatologia de T para anos de EN ou LN e climatologia de T de todos os anos. Esses campos, na verdade representam os campos sazonais de anomalias de T, médios para anos de EN e LN. Estes cálculos são feitos independentemente para as duas fontes de dados.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados obtidos para as duas fontes de dados para os anos de EN são semelhantes (Figura 1). Para as duas fontes de dados ocorrem anomalias positivas de T na região do Pacífico Equatorial Leste (máximo de 0,8°C), indicativas de EN, e sobre as regiões norte e nordeste do continente (máximo de 0,4°C), o que significa um aumento da T em relação à média dos 38 anos. Esse aumento de T é maior nos trimestres de dezembro, janeiro e fevereiro (DJF) e março, abril e maio (MAM), e menor no trimestre de setembro, outubro e novembro (SON), em particular sobre a região oceânica onde as anomalias são pequenas. Isso indica que o evento EN em SON está em sua fase final. Os

dados do ECMWF mostram uma diminuição da T na região centro-sul do continente, que se estende meridionalmente para norte em particular durante DJF e SON. Para esta mesma fonte, os mínimos negativos de maior valor absoluto são encontrados no centro-sul durante os trimestres de junho, julho e agosto (JJA) e SON. Em SON ocorrem valores mínimos de até  $-0,8^{\circ}\text{C}$  que estão mais centrados no continente. Por outro lado, para o NCEP as anomalias negativas de T estão confinadas no centro-sul do continente e não excedem  $-0,2^{\circ}\text{C}$  durante DJF, MAM e JJA. Similar ao caso do ECMWF, em SON as anomalias negativas estão mais centradas no continente e têm valores mínimos de até  $-0,8^{\circ}\text{C}$ . As anomalias negativas de T no centro-sul devem estar relacionadas com a nebulosidade associadas a precipitação acima da média em anos de EN (Ropelewki e Halpert, 1987).

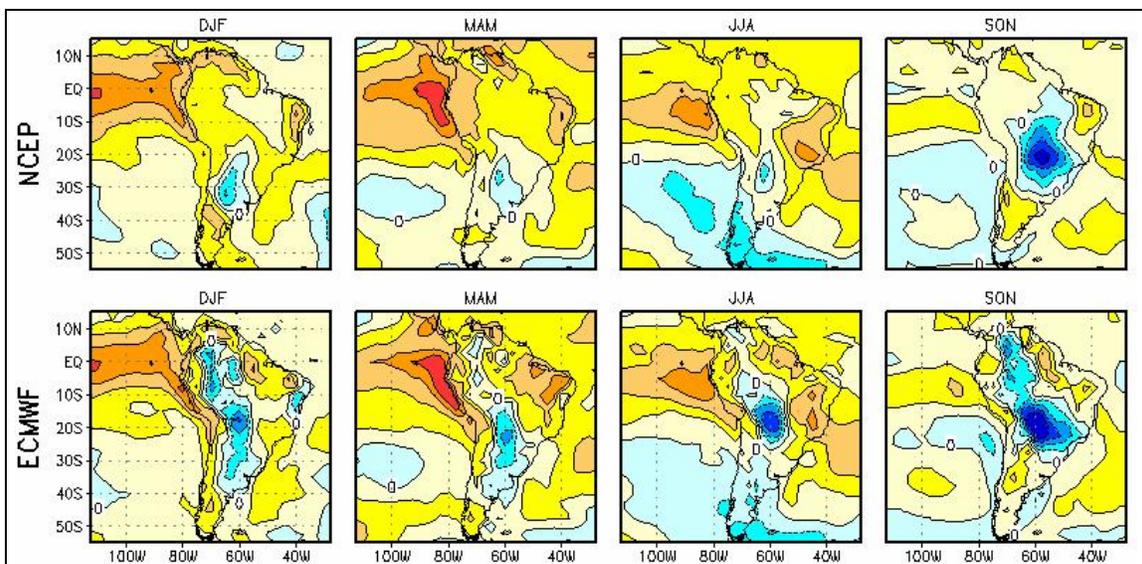


Figura 1 – Anomalias sazonais da temperatura do ar do NCEP e ECMWF para os anos de El Niño do período de 1958-1995. O intervalo de contorno é  $0,2^{\circ}\text{C}$ , os contornos positivos (negativos) são contínuos (tracejados).

Os resultados obtidos para as duas fontes de dados para os anos de LN (Figura 2) têm padrões similares, com uma diminuição da T em relação à média dos 38 anos no Oceano Pacífico Equatorial Leste, que é maior no trimestre de DJF. Isso é indicativo da ocorrência de LN. Os dados do NCEP mostram uma diminuição da T sobre o continente menor dos que os dados do ECMWF. Os dados do ECMWF mostram uma diminuição maior de T nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste do continente em relação aos dados do NCEP. É interessante notar para as duas fontes de dados, um centro negativo de anomalias de T (com valor mínimo de  $-0,8^{\circ}\text{C}$ ) localizado sobre o continente entre  $40^{\circ}\text{S}$  e  $50^{\circ}\text{S}$  em DJF. Gradualmente, de MAM a SON as anomalias positivas de T que se encontram ao sul de  $50^{\circ}\text{S}$  se intensificam e avançam para norte sobre continente até aproximadamente  $30^{\circ}\text{S}$ . No caso do NCEP, neste processo as anomalias negativas de T que existem ao norte destas anomalias positivas são reduzidas em valor absoluto e restringem-se para regiões mais ao norte. No caso do ECMWF, as anomalias negativas mantêm suas magnitudes e se restringem às regiões norte nordeste. As anomalias positivas de T encontradas no sul do continente, que se estendem até aproximadamente  $25^{\circ}\text{S}$  em JJA e SON podem estar relacionadas a maior insolação devido a chuvas abaixo da média em anos de LN (Ropelewski and Halpert, 1989).

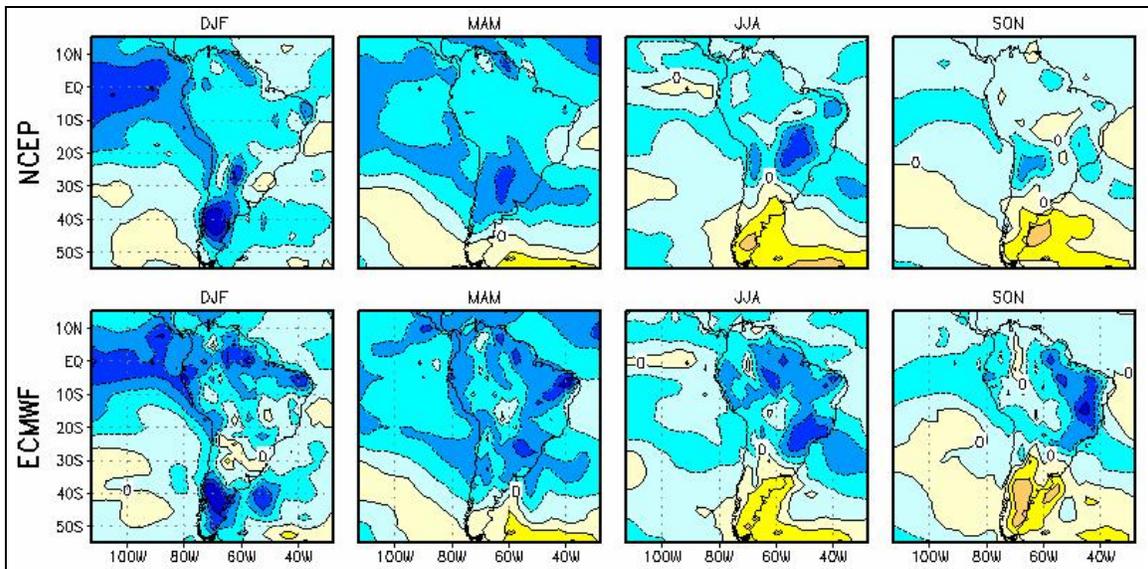


Figura 2 – Anomalias sazonais da temperatura do ar do NCEP e ECMWF para os anos de La Niña do período de 1958-1995. O intervalo de contorno é  $0,2^{\circ}\text{C}$ , os contornos positivos (negativos) são contínuos (tracejados).

Embora as magnitudes das anomalias de T possam parecer pequenas em relação a T em si, vale ressaltar que as anomalias são valores médios trimestrais, e que os padrões encontrados são relativamente extensos. Assim, os mínimos encontrados, principalmente na região sul da América do Sul podem ser indicativos de áreas com ocorrências de geadas. Como o objetivo aqui não é analisar este fenômeno, que em geral é analisado usando a temperatura mínima local, recorre-se a estudos anteriores sobre geadas para confirmar esta afirmativa. Usando a Tabela 1 de MÜLLER (et al., 2005) que se refere ao número de geadas para JJA no período de 1961-1990, são calculados os números médios de geadas em anos de EN e de LN deste período. Este cálculo mostra que geadas tendem a ser mais freqüentes em anos de LN ou em anos normais do que em ano de EN. A geada de 1975, identificada por MÜLLER (et al., 2005), havia sido anteriormente estudada por Parmenter (1976) e Tarifa et al. (1977). Tarifa et al (1977) analisaram os danos desta geada na cafeicultura no Brasil. Esta geada ocorreu em período de LN, que persistiu por mais de um ano, e teve sua classificação como forte, de acordo com o sítio do CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.

**CONCLUSÕES:** Os resultados mostram algumas diferenças nos padrões de T entre as fontes de dados (NCEP-ECMWF), tanto em anos de EN como em anos de LN. No entanto, tais padrões são consistentes para as duas fontes de dados. No caso do NCEP, em anos de EN há uma tendência de diminuir a T em relação à média de 38 anos no centro-sul do continente enquanto em todo o resto as anomalias de T são positivas, podendo chegar em média a  $0,6^{\circ}\text{C}$ . Isso é notável nos trimestres DJF, MAM e JJA. Em SON, a diminuição de T (com mínimo de  $-0,8^{\circ}\text{C}$ ) se estende por uma grande parte do continente incluindo o sul, sudeste e centro oeste do Brasil. Comparativamente no caso do ECMWF a diminuição de T em anos de EN não se restringe ao centro-sul do continente, mas esta se estende meridionalmente para norte, fato este que é mais notável em DJF e SON. Em anos de LN há diminuição da T em quase todo o continente, exceto no sul. Os dados do ECMWF mostram que essa diminuição é maior na região Norte e Nordeste. Os resultados apresentados indicam que os eventos de EN e de LN podem causar padrões anômalos de T sobre a América do Sul, os quais podem interferir no desenvolvimento de algumas culturas agrícolas. Embora as magnitudes das anomalias de T

sejam pequenas em relação a T em si, vale ressaltar que essas anomalias são valores médios trimestrais, e que os anômalos padrões encontrados são relativamente extensos. Assim, os mínimos encontrados, principalmente na região sul da América do Sul podem indicar áreas com ocorrências de geadas. Esta afirmativa é confirmada comparando os resultados da presente análise com os números médios de geadas em JJA do período de 1961-1990 calculados através da Tabela 1 de Muller et al. (2005). Do cálculo do número médio de geadas pode se inferir que geadas tendem a ser mais freqüentes em anos de LN ou em anos normais do que em ano de EN. Portanto, os resultados aqui apresentados fornecem as áreas aproximadas do sul do Brasil que podem ser afetadas por geadas no inverno principalmente em anos de LN.

**AGRADECIMENTOS:** Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica (PIBIC) no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, à primeira autora.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/enos/>. Acesso em: 26/mar/2007.

Disponível em: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml). Acesso em: 15/jan/2007.

MÜLLER, G. V.; T. AMBRIZZI; M. N. NÚÑES. Mean atmospheric circulation leading to generalized frosts in central southern South America. *Theoretical and Applied Climatology*, v.82, p.96-112, 2005.

PARMENTER, F. C. A southern hemisphere cold frost passage at the equator. *Bulletin of the American Meteorological Society*. v. 57(12), p.1435-1440, 1976.

ROPELEWSKI, C. F.; M. S. HALPERT. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, v. 115, p. 1606-1626, 1987.

ROPELEWSKI, C. F.; M. S. HALPERT. Precipitation patterns associated with the high index phase of the Southern Oscillation. *Journal of Climate*, v.2, p. 268-284, 1989.

TARIFA, J. R.; H. S. PINTO; R. R ALFONSI; Jr M. J. PEDRO. A gênese dos episódios meteorológicos de julho de 1975 e a variação espacial dos danos causados pelas geadas à cafeicultura no Estado de São Paulo. *Ciência e Cultura*. 29 (12), p. 1363-1374, 1977.