



## VI-090 - VARIACÃO DA TEMPERATURA NA PARTE SUL DO OCEANO ATLÂNTICO E NÚMERO DE DIAS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO ESTADO DE GOIÁS

**Vanessa Romero<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG. Graduada em Tecnologia em Geoprocessamento no IFG.

**Camilla Carrilha Cardoso<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

**Francisco F. N. Marcuzzo**

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Estadual Paulista - UNESP. Doutor. Pesquisador em Geociências/Engenharia Hidrológica da CPRM/Serviço Geológico do Brasil

**Rosana Gonçalves Barros<sup>(1)</sup>**

Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Goiás. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua 75, nº 46 - Centro - Goiânia - Goiás - CEP: 74055-110 - Brasil - Tel: +55 (62) 3227-2700 - e-mail: vromero.fe@gmail.com

### RESUMO

O estudo da influência das alternâncias da temperatura na porção sul do oceano Atlântico na variabilidade pluviométrica de uma região é importante em virtude dos impactos sociais e econômicos ocasionados pelas mudanças no padrão atmosférico. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da variação da temperatura da superfície do oceano Atlântico Sul, durante o período de 1982 a 2006, no número de dias de chuva do estado de Goiás. Para este estudo utilizou-se 114 estações pluviométricas cujos dados diários de precipitação pluvial máxima diária foram obtidos da Rede Hidrometeorológica da Agência Nacional de Águas (ANA) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais /Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), sendo 88 estações com 30 anos de dados e 26 estações com 20 a 29 anos de dados. A metodologia utilizada para sistematizar os dados foi de regressão linear e polinomial, que estima um valor condicional esperado, e também a estatística descritiva, que permite calcular as medidas de tendência central e as medidas de dispersão. A análise estatística realizada neste estudo indicou que, durante os anos de 1982 a 2006, o mês de janeiro de 1985 (0,2°C) registrou o máximo número de dias de chuva em Goiás (24 dias), enquanto que os meses de julho (0,4°C) e agosto de 1988 (0,3°C), junho de 2002 (0,0°C) e julho de 2003 (0,3°C) não registraram ocorrência de chuva no estado. Logo, os valores máximos e mínimos de precipitação observados neste estudo não estavam sob influência de TSM.

**PALAVRAS-CHAVE:** El Niño Oscilação-Sul, Mudanças Climáticas, Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar.

### INTRODUÇÃO

A progressiva crise ambiental instalada no Brasil desde o fim do século XX, em virtude do paradigma de desenvolvimento adotado (crescimento econômico em curto prazo à custa da degradação dos recursos naturais), somado às anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nos oceanos tropicais Pacífico e Atlântico, exercem influência sobre as condições climáticas globais ocasionando eventos extremos promotores de ondas de calor, aumento de vazões de rios, secas e cheias. No Pacífico Tropical, a presença de eventos quentes é denominada de El Niño, enquanto que a La Niña caracteriza-se por anomalias negativas de TSM.

Vide variações pluviométricas, e consequentes impactos sociais e econômicos, a importância de estudos sobre o comportamento atmosférico decorrente de extremos climáticos torna-se indispensável.

A região centro-oeste do Brasil não apresenta efeitos evidentes de mudanças no padrão das chuvas em razão dos fenômenos ENOS, mas há uma tendência de aumento destas no sul de Mato Grosso do Sul durante as



manifestações do El Niño e previsão de chuva muito próxima à normal climatológica registrada para os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás nos eventos de La Niña (Soares et al., 2008).

Para o nordeste do país, anos de El Niño (La Niña), em geral, estão associados com escassez (chuvas mais abundantes), enquanto condições contrárias são observadas no sul e sudeste do país. Em geral, estas condições também estão relacionadas às ocorrências de dipolos de TSM no Atlântico Tropical. Anomalias positivas (negativas) de TSM nos setores norte (sul) dessa bacia, na maior parte das vezes, também podem ocorrer em anos de El Niño, sendo as características contrárias observadas em anos de La Niña (Alves et al., 2006).

Santos & Manzi (2011) concluíram em pesquisa sobre a relação da temperatura dos oceanos tropicais com eventos extremos de precipitação no estado do Ceará, que a anomalia positiva de TSM (Temperatura na Superfície do Mar) ao norte do equador, no Oceano Atlântico, induz que a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) se desloque para o norte cearense, inibindo os eventos chuvosos, e aumentando o número de dias consecutivos secos sobre o norte do estado.

Em anos de ocorrência de El Niño cerca de 52% dos valores de precipitação de Mossoró - RS estiveram abaixo da média histórica. Com relação aos anos nos quais ocorreu o fenômeno La Niña, verificou-se pluviosidade acima da média em 46% dos mesmos (Pereira et al., 2010).

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da variação da temperatura do oceano Atlântico Sul no número de dias de precipitação pluviométrica do estado de Goiás, entre os anos de 1982 a 2006.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo utilizou-se 114 estações pluviométricas cujos dados de precipitação pluvial máxima diária foram obtidos da Rede Hidrometeorológica da Agência Nacional de Águas (ANA) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), sendo 88 estações com 30 anos de dados e 26 estações com 20 a 29 anos de dados. Também foram utilizados dados do projeto SRTM (Shuttle Radar Topology Mission) com resolução de 90 metros. As imagens SRTM foram agrupadas em um programa GIS (Geographic Information System) e posteriormente o MDE (Modelo Digital de Elevação) foi delimitado, permitindo analisar a hipsometria do estado de GO que se caracteriza por terras cujas altitudes variam de 178 a 1667 m, resultando num gradiente altimétrico de 1489 m.

As médias mensais correspondentes à TSM do oceano Atlântico Sul desde janeiro de 1982 a dezembro de 2006 foram obtidas do Serviço Climatológico Nacional dos Estados Unidos (NOAA - National Weather Service) e foram consistidas, compiladas e tratadas juntamente com os dados de precipitação pluvial, durante o período de ago./2011 a jun./2012, permitindo a análise da influência da variação da temperatura no oceano Atlântico Sul no número de dias de chuva do estado de GO.

## RESULTADOS OBTIDOS

Nos meses de janeiro de 1982 a 2006 houve uma tendência de diminuição do número de dias de chuva no estado de Goiás durante as variações de temperatura da superfície do mar (TSM) no oceano Atlântico Sul (Fig. 1). Na anomalia negativa de TSM, a temperatura oceânica diminuiu 0,6°C, ocasionando 13 dias de chuva, aproximadamente, no mês de janeiro de 1990 no estado de Goiás.

Em períodos de anomalia positiva de TSM no Atlântico Sul, a temperatura aumentou até 0,7°C e provocou a ocorrência de chuva em cerca de 15 dias durante o mês de janeiro de 1998. Observou-se que o mês de janeiro de 1985 registrou o maior número de dias de chuva (aproximadamente 24) para um valor de 0,2°C de anomalia positiva de TSM nas águas do Atlântico Sul. O menor número de dias de chuva no estado de Goiás ocorreu em janeiro (aproximadamente 11), sob anomalia negativa de TSM (0,5°C) no ano de 1993 (Fig.1).

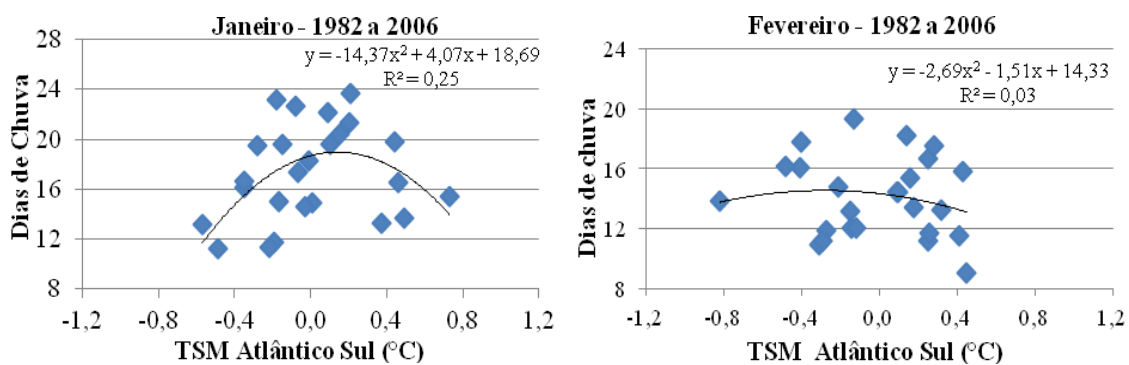
Durante os meses de fevereiro da série histórica de 1982 a 2006, registrou-se diminuição no número de dias de chuva durante oscilações da temperatura da superfície do mar (TSM) no oceano Atlântico Sul (Figura 2). Sob circunstâncias de anomalia negativa de TSM para os meses de fevereiro do período histórico analisado, a

temperatura do oceano Atlântico Sul diminuiu até 0,8°C (1997) provocando, aproximadamente 14 dias de chuva ao longo do mês de fevereiro no estado de Goiás.

A maior temperatura registrada para o oceano Atlântico Sul, durante os anos de 1982 a 2006, foi, aproximadamente, de 0,4°C (anomalia positiva de TSM), em 2005, ocasionando o menor número de dias de chuva ao longo de fevereiro (9 dias). O maior número de dias de chuva verificado para o mês de fevereiro desta série considerada foi de, aproximadamente, 19 dias em 2004, sob anomalia negativa de TSM das águas do Atlântico Sul (Fig. 2).

Nos meses de março da série histórica de 1982 a 2006, a anomalia negativa de TSM das águas do Atlântico Sul, provocou, quanto mais forte fosse sua intensidade, aumento dos dias de chuva em Goiás (Figura 3). No período referente à anomalia de TSM negativa, a temperatura do oceano Atlântico Sul diminuiu até 0,9°C provocando um total de 16 dias de chuva, em média, ao longo de março de 1997.

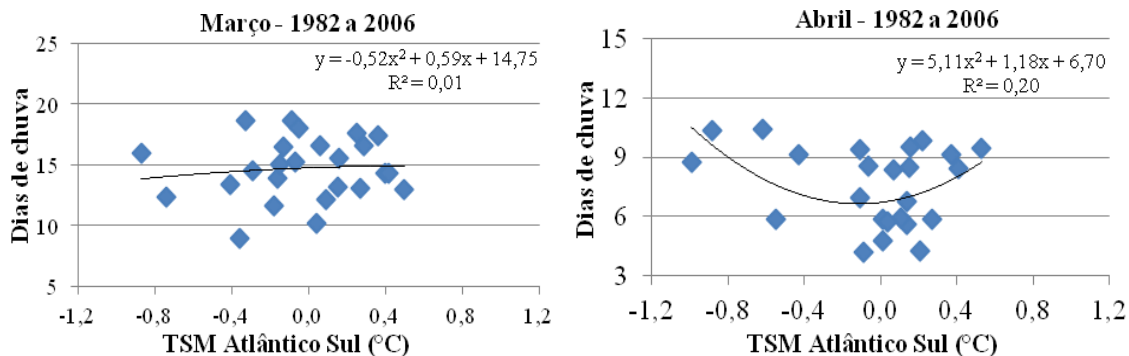
O maior aumento da temperatura das águas do oceano Atlântico Sul registrado nos meses de março de 1982 a 2006 foi de 0,5°C (anomalia de TSM positiva) no ano de 1995 provocando 13 dias de chuva ao longo do mês. Observa-se na Figura 6 que tanto o maior número de dias de chuva (aproximadamente 19 dias) quanto o menor (aproximadamente 9 dias) no estado de Goiás, para março de 1982 a 2006, ocorreram em períodos de anomalia negativa de TSM, nos anos de 1991, 1982 e 1993 (Fig. 3).



**Figuras 1 e 2 – Dispersão em janeiro e fevereiro da média de Dias de Chuva em relação à variação da temperatura da superfície do mar (TSM) no Atlântico Sul.**

A tendência de aumento do número de dias de chuva no estado de Goiás nos meses de abril de 1982 a 2006 é notada conforme a temperatura da superfície do mar (TSM) oscilava (Fig. 4). A maior diminuição da temperatura oceânica registrada durante o período considerado neste estudo foi de 1,0°C (anomalia negativa de TSM) no ano de 1997, acarretando 9 dias de chuva, aproximadamente, durante o mês de abril.

Enquanto que o maior aumento de temperatura das águas foi de 0,5°C (anomalia positiva de TSM) em 1995 provocando 9 dias de chuva, aproximadamente, no decorrer do mês de abril. Durante os anos de 1982 a 2006, o maior número de dias de chuva ocorreu em abril de 2004 (aproximadamente 10 dias) para uma redução de 0,6°C da temperatura das águas do Atlântico Sul, sob anomalia negativa de TSM; e os menores números de dias de chuva (aproximadamente 4 dias) estavam sob anomalia positiva e negativa, 0,2°C (1999) e 0,1°C (2005) respectivamente, de TSM (Figura 4).

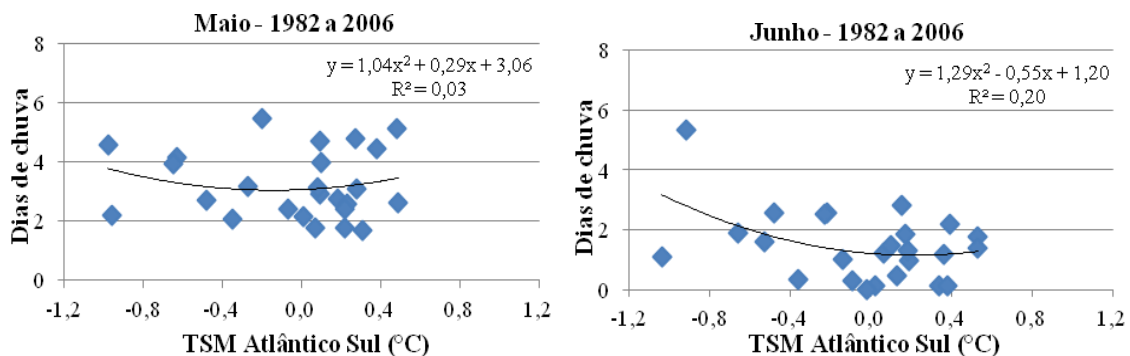


**Figura 3 e 4 – Dispersão em março e abril da média de Dias de Chuva em relação à variação da temperatura da superfície do mar (TSM) no Atlântico Sul.**

Nos meses de maio, de 1982 a 2006 (Figura 5), houve uma tendência leve de aumento dos dias de chuva no estado de Goiás durante variações na temperatura da superfície do mar (TSM) do oceano Atlântico Sul. Durante eventos de anomalia negativa de TSM no mês de maio do período histórico considerado, a temperatura oceânica diminuiu até 1,0°C ocasionando 2 e 5 dias de chuva, aproximadamente, em 1992 e 1997, respectivamente.

Na anomalia de TSM positiva, a temperatura oceânica aumentou até 0,5°C, ocasionando 3 e 5 dias de chuva, aproximadamente, ao longo do mês de maio, em 1988 e 1996. Observa-se que o maior número de dias de chuva registrado no mês de maio (Fig. 8) foi de 5 dias, aproximadamente, no ano de 1990 para anomalia negativa de TSM (0,2°C) nas águas do oceano Atlântico Sul. O ano de 1991 registrou o menor número de dias de chuva no estado de Goiás da série de maio de 1982 a 2006, sob anomalia positiva de TSM equivalente a 0,3°C (menos de 2 dias de chuva) (Fig. 5).

Durante os meses de junho de 1982 a 2006, de acordo com a Figura 6, houve tendência de aumento de dias de chuva no estado de Goiás, no período de anomalia negativa da temperatura da superfície do mar (TSM) do oceano Atlântico Sul. Durante as fases negativas de TSM, para o mês de junho, do período histórico de 1982 a 2006, a temperatura do Atlântico Sul diminuiu até 1,0°C (1992) e provocou 1 dia de chuva, em média, durante o mês. Já no episódio de maior aumento de temperatura (anomalia positiva de TSM) para o mesmo período histórico, a temperatura do oceano Atlântico Sul foi de até 0,5°C, provocando, aproximadamente, 1 e 2 dias de chuva durante o mês de junho, em 1996 e 1988, respectivamente. Nota-se que o maior número de dias de chuva registrado no mês de junho deste período histórico estava sob influência de anomalia negativa de TSM (0,9°C), e foi de 5 dias, aproximadamente, no ano de 1997. Ao longo de junho de 2002 não houve nenhum dia de chuva registrado embora a condição de TSM do oceano Atlântico Sul tenha se mantido estável (Figura 6).



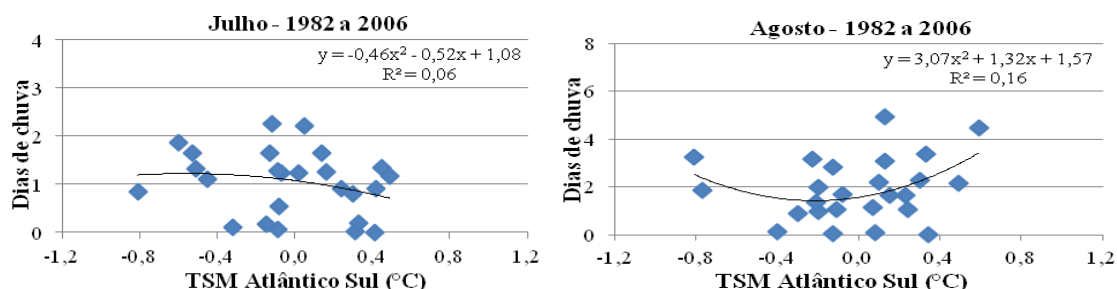
**Figura 5 e 6 – Dispersão em maio e junho da média de Dias de Chuva em relação à variação da temperatura da superfície do mar (TSM) no Atlântico Sul.**

Nota-se uma tendência de diminuição do número de dias de chuva no estado de Goiás durante anomalia positiva da temperatura da superfície do mar (TSM), do oceano Atlântico Sul, nos meses de julho de 1982 a 2006 (Fig. 7). No período de anomalia negativa de TSM, para a série em questão, a temperatura oceânica diminuiu até 0,8 °C, provocando cerca de 1 dia de chuva, em 1992, enquanto que o maior aumento de temperatura das águas do Atlântico Sul foi de 0,5°C (anomalia positiva de TSM), ocasionando 1 dia de chuva, em média, nos anos de 1996 e 1998.

Durante a série de julho de 1982 a 2006, o maior número de dias de chuva (aproximadamente 2) registrado no estado de Goiás foi durante o ano de 1990, perante anomalia negativa de TSM nas águas do Atlântico Sul (0,1°C). Em 1988 e 2003 não houve nenhum dia de chuva, apesar de anomalia positiva de TSM (0,4°C e 0,3°C respectivamente) no estado de Goiás (Fig. 7).

Enquanto que nos meses de agosto do período de 1982 a 2006, nota-se uma tendência de aumento do número de dias de chuva em Goiás tanto em fases de anomalia positiva da temperatura da superfície do mar (TSM), quanto em estágios de anomalia negativa (Figura 8). A maior diminuição da temperatura do Atlântico Sul registrada no período em questão, foi de 0,8°C (anomalia de TSM negativa) nos anos de 1992 e 1982, provocando aproximadamente de 2 e 3 dias de chuvas no estado de Goiás, respectivamente.

No período de anomalia positiva de TSM o maior aumento da temperatura foi de 0,6°C no ano de 1984 provocando, em média, 4 dias de chuva no estado de Goiás. Durante toda a série de 1982 a 2006 o máximo número de dias de chuva registrado em agosto no estado de Goiás foi de, aproximadamente, 5 dias durante período de anomalia positiva das águas do Atlântico Sul (0,1°C) em 1986. O mês de agosto de 1988, também sob influência de anomalia positiva de TSM (0,3°C), não registrou ocorrência de nenhum dia de chuva (Fig. 8).



**Figura 7 e 8 – Dispersão em julho da média de Dias de Chuva em relação à variação da temperatura da superfície do mar (TSM) no Atlântico Sul.**

Nos meses de setembro de 1982 a 2006 houve uma tendência de acréscimo do número de dias de chuva no estado de Goiás à medida que a temperatura da superfície do mar no Atlântico Sul variava. Na fase de anomalia negativa de TSM, para o período histórico deste estudo, a temperatura oceânica diminuiu até 0,7°C em 1992, ocasionando 7 dias de chuva, aproximadamente, ao longo do mês de setembro em Goiás.

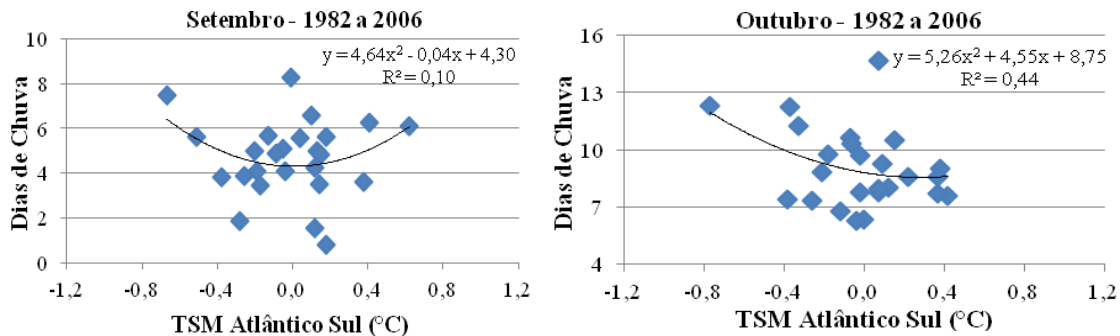
Já em períodos de anomalia positiva de TSM a temperatura oceânica aumentou até 0,6°C (1984), ocasionando cerca de 6 dias de chuva durante setembro. O máximo valor de dias de chuva registrado em Goiás durante setembro foi de aproximadamente 8 dias (2000), sob nenhuma influência de temperatura do Atlântico Sul (0,0°C). Já no ano de 2004 registrou-se aproximadamente 1 dia durante todo o mês de setembro, sob anomalia positiva de temperatura da superfície do mar equivalente a 0,2°C (Fig. 9).

A tendência de aumento dos dias de chuva em Goiás nos episódios de anomalia negativa da temperatura da superfície do mar (TSM) nos meses de outubro, de 1982 a 2006 (Fig. 10). Durante anomalia negativa de TSM, para esta série, a temperatura do oceano Atlântico Sul diminuiu até 0,8°C (1992) e provocou chuva em, aproximadamente, 12 dias do mês de outubro.

No período em questão, a maior anomalia positiva de TSM do Atlântico Sul registrada foi de 0,4°C provocando cerca de 8 a 9 dias de chuva em Goiás, nos anos de 1993, 2003, 1997 e 1984. O menor número de



dias de chuva verificado neste período de estudo estava sob temperatura oceânica de 0,0°C e correspondeu a 6 dias de chuva, aproximadamente, nos de 2000 e 2005. Enquanto que o maior número de dias de chuva registrado no mesmo período estava sob condições de anomalia positiva de TSM equivalente a 0,1°C provocando, em média, 15 dias de chuva no estado de Goiás em 2006 (Fig. 10).



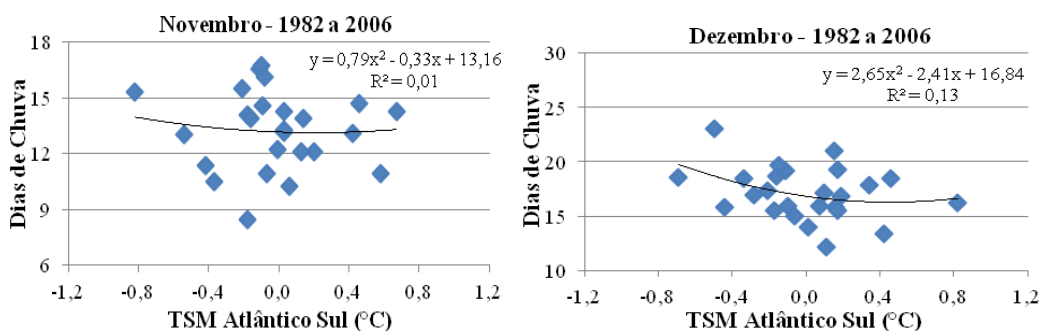
**Figura 9 e 10 – Dispersão em setembro e outubro da média de Dias de Chuva em relação à variação da temperatura da superfície do mar (TSM) no Atlântico Sul.**

Nos meses de novembro da série de 1982 a 2006 a variação da temperatura da superfície do mar (TSM), nas águas do Atlântico Sul provocou um ligeiro aumento nos dias de chuva em Goiás (Fig. 11). A maior anomalia negativa de TSM do Atlântico Sul verificada em novembro da série histórica considerada ocorreu no ano de 1992 e a temperatura do oceano Atlântico Sul diminuiu até 0,8°C provocando, aproximadamente, 15 dias de chuva no estado de Goiás.

O maior aumento da temperatura das águas do oceano Atlântico Sul registrado nos meses de novembro desta série de 1982 a 2006 foi de 0,7°C no ano de 1997 e provocou, aproximadamente, 14 dias de chuva em Goiás. Observa-se também na Figura 11 que o maior número de dias de chuva registrado no mês de novembro da série histórica foi, aproximadamente, 17 (1983), sob anomalia negativa de TSM (0,1°C), enquanto o menor número de dias de chuva registrado no mesmo período foi de, aproximadamente, 8 dias (1986) também em condição de anomalia negativa de TSM (0,2°C) no oceano Atlântico Sul (Fig. 11).

Os episódios de anomalias negativas de TSM do Atlântico Sul foram marcados por aumento de dias de chuva ao longo do mês de dezembro. A maior anomalia negativa de TSM registrou diminuição de até 0,7°C (1992) na temperatura do Atlântico Sul ocasionando, aproximadamente, 18 dias de chuva ao longo do mês de dezembro em Goiás. Em 1997 a temperatura do oceano aumentou até 0,8°C ocasionando 16 dias de chuva, aproximadamente, no estado (Fig. 12).

O maior número de dias de chuva registrado em dezembro do período histórico estudado foi de 23 (1989), para um valor, de anomalia negativa de TSM de 0,5°C das águas do Atlântico Sul. Ao passo que o menor número de dias de chuva em Goiás para o mês de dezembro da série de 1982 a 2006 foi de, aproximadamente, 12 dias (1990), sob anomalia positiva de TSM do Atlântico Sul de 0,1°C (Fig. 12).



**Figura 11 e 12 – Dispersão em novembro da média de Dias de Chuva em relação à variação da temperatura da superfície do mar (TSM) no Atlântico Sul.**



## CONCLUSÕES

Este estudo detectou a influência exercida pelas anomalias (positiva e negativa) de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no sul do oceano Atlântico na precipitação pluvial do estado do Goiás e confirmou que durante a série histórica de 1982 a 2006 os episódios de anomalia positiva de TSM se manifestaram nos anos de 1984, 1988, 1995, 1996, 1997, 1998, 2003 e 2005. As fases de anomalia negativa de TSM foram registradas nos anos de 1982, 1984, 1990, 1992, 1993, 1997 e 2003.

Durante os anos de 1982 a 2006, o mês de janeiro de 1985 (0,2°C) registrou o máximo número de dias de chuva em Goiás (24 dias), enquanto que os meses de julho (0,4°C) e agosto de 1988 (0,3°C), junho de 2002 (0,0°C) e julho de 2003 (0,3°C) não registraram ocorrência de chuva no estado. Logo, os valores máximos e mínimos de precipitação observados neste estudo não estavam sob influência de TSM.

O episódio mais intenso de anomalia positiva de TSM da série histórica de 1982 a 2006 aumentou a temperatura das águas do oceano Atlântico Sul em 0,8°C em dezembro de 1997 provocando 16 dias de chuva no estado de Goiás. Quanto à atuação da anomalia negativa de TSM, este estudo revelou que a temperatura das águas do Atlântico Sul diminuiu 1,0 °C registrando, portanto, a intensidade mais forte do fenômeno durante o período de 1982 a 2006 e ocasionando 1 (junho de 1992), 2 (maio de 1992), 5 (maio de 1997) e 9 (abril de 1997) dias de chuva em Goiás.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, J. M. B.; SOUZA, R. O.; CAMPOS, J. N. B. Previsão da anomalia de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Atlântico Tropical, com a equação da difusão de temperatura. Revista Climanalise, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, Ano 03, n.1, 2006, pp.6 – 19.
2. SANTOS, C. A. C.; MANZI, A. O. Eventos extremos de precipitação no estado do Ceará e suas relações com a temperatura dos Oceanos Tropicais. Revista Brasileira de Meteorologia, São Paulo, v.26, n.1, pp. 157 - 165, 2011.
3. SOPPA, M. A.; SOUZA, R. B.; PEZZI, L. P. Variabilidade das Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar no Oceano Atlântico Sudoeste e sua Relação com o Fenômeno El Niño-Oscilação Sul. Revista Brasileira de Meteorologia, São Paulo, v.26, n°1, pp. 375 – 391, 2011.