



## INFLUÊNCIA DA ZCAS NA DISTRIBUIÇÃO DA CHUVA NO VERÃO 2010/2011 NA CIDADE DE BAURU/SP

ZILDENE PEDROSA O. EMÍDIO<sup>1</sup>; VINÍCIUS MACHADO MARTINEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Meteorologista, Instituto de Pesq. Meteorológicas - IPMet - UNESP /Bauru- SP. (0xx14) 31036029, [pedrosa@ipmet.unesp.br](mailto:pedrosa@ipmet.unesp.br)

<sup>2</sup>Matemático, Instituto de Pesq. Meteorológicas - IPMet - UNESP /Bauru- SP

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e a VII Reunião  
Latino-Americana de Agrometeorologia – 2 a 6 de Setembro de 2013  
Centro de Eventos Benedito Nunes/UFPA, Belém – PA

**RESUMO:** O mais importante fenômeno na escala intrasazonal que ocorre durante o verão do Hemisfério Sul é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). No estado de São Paulo, os períodos mais úmidos dentro da estação chuvosa são caracterizados pela presença de ZCAS. Entre os anos de 2001 a 2013, a estação do verão de 2010/2011 foi considerada como extremamente chuvosa no estado de São Paulo, e em particular, no município de Bauru/SP. Neste sentido, a influência dos eventos de ZCAS foi avaliada na distribuição das chuvas no verão 2010/2011, em cada mês da estação, através dos totais mensais de chuva acumulados pelo TITAN e dados pontuais da estação meteorológica automática do IPMet. Os resultados mostram que quanto mais intenso o sistema, maior a precipitação total associada.

**PALAVRAS-CHAVE:** ZCAS, precipitação, TITAN.

### INFLUENCE OF THE SOUTH ATLANTIC CONVERGENCE ZONE IN THE DISTRIBUTION OF RAIN IN SUMMER 2010/2011 IN THE CITY OF BAURU/SP

**ABSTRACT:** The most important phenomenon in the Intra-seasonal variations that occur during summer in the southern hemisphere is the South Atlantic Convergence Zone (SACZ). In the State of São Paulo, the wettest periods within the rainy season are characterized by the presence of SACZ. Between the years of 2001 to 2013, the summer season of 2010/2011 was regarded as extremely rainy season in the State of São Paulo, and in particular, in the city of Bauru/SP. In this sense, the influence of SACZ events was evaluated in the distribution of rainfall in summer 2010/2011, in every month of the season, through the monthly rain totals accumulated by TITAN and punctual data of automatic weather station IPMet. The results show that the more intense the system, the greater the total precipitation associated.

**KEYWORDS:** SACZ, rainfall, TITAN.

## INTRODUÇÃO

A maior quantidade de radiação solar ocorrida durante a estação do verão, que abrange os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, favorece o aumento das temperaturas, da precipitação, da umidade relativa do ar e da nebulosidade na região Sudeste do Brasil. Entre





**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**  
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013  
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



os principais sistemas meteorológicos de grande escala responsáveis pelo regime de chuvas sobre o Brasil durante o verão na América do Sul, com episódios de estiagem prolongada e enchentes que atingem algumas regiões do país, destaca-se a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Climatologicamente a ZCAS pode ser identificada na composição de imagens de satélite e é caracterizada como uma banda persistente de precipitação e nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende desde o sul da Amazônia até o Atlântico Sul-Central (Kousky, 1988) por alguns milhares de quilômetros, geralmente permitindo chuvas contínuas, por quatro ou mais dias, em particular nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste e do País. Os mecanismos que originam e mantêm a ZCAS não estão ainda totalmente definidos, porém, alguns estudos observacionais e numéricos indicam que esse sistema sofre influências tanto de fatores remotos quanto locais. Entre os fatores remotos, a convecção na região centro-oeste do Pacífico, especificamente na ZCPS - Zona de Convergência do Pacífico Sul, implica numa posterior intensificação da ZCAS, sugerindo um mecanismo de propagação do tipo oscilação de 30-60 dias. No caso dos fatores locais, o papel da convecção na região Amazônica é considerado como um dos mais importantes. Na atuação das ZCAS os maiores totais acumulados de chuva concentram-se principalmente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e extremo sul do Amazonas com valores médios superiores a 600 mm, geralmente atingindo os estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo, Goiás e Mato Grosso, com possibilidade de causar inundações, principalmente nas grandes cidades. As ZCAS estão associadas à condição de chuvas intensas em algumas regiões e estiagem em outras e, dependendo do período que o sistema permaneça, pode haver consequências graves para agricultura (Macedo Junior et al., 2010). Áreas sujeitas à estiagem prolongada afetam as plantações quando se encontram em fase crítica de crescimento e necessitam de certa quantidade de água diária. Áreas afetadas pela alta quantidade de chuva deixam os solos encharcados, dificultam maquinário, manejo, comprometem a colheita, a adubação, etc. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar uma análise da influência de ZCAS no comportamento da precipitação durante a estação do verão de 2010/2011, na cidade Bauru/SP, mediante ao fato que esta foi considerada muito chuvosa, especialmente o mês de janeiro/2011 (Emídio e Martinez, 2011), superando expressivamente a normal climatológica na maior parte do estado e no município.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Bauru está localizada na região central do estado de São Paulo, com coordenadas 22°21'S e 49°01'W a 630 metros acima do nível do mar. Os dados de precipitação (mm) com acumulados mensais de dezembro, janeiro e fevereiro dos respectivos anos, foram provenientes da estação meteorológica automática - EMA e do radar meteorológico Doppler, banda S, ambos instalados no Instituto de Pesquisas Meteorológicas - IPMet da UNESP, localizado em Bauru/SP (Lat 22°21'28" S e Lon 49°01'36" W, altitude de 620 m). Os mapas mensais da chuva acumulada foram obtidos pelo software TITAN (Thunderstorm, Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting), no raio de cobertura de 240 km dentro do estado de São Paulo, utilizando dados de radar gerados pelo produto CAPPI (Constant Altitude Plan-Position Indicator) com altura de 3,5 km, a cada 7,5 minutos, para obter a taxa





de precipitação ou intensidade de chuva (em mm/h) através de uma relação Z-R, expressa pela seguinte equação:

$$Z = aR^b \quad \text{Eq.1}$$

onde, Z é a refletividade ( $\text{mm}^6/\text{m}^3$ ); R é a taxa de precipitação (mm/h); a e b são constantes estimadas. A equação utilizada foi a de Marshall-Palmer, onde  $Z = 200 R^{1,6}$ . A análise dos períodos com ZCAS foram consideradas do Boletim Climanálise, elaborado pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE e disponibilizada no site.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES:** Na cidade de Bauru, o verão é marcado pelos elevados índices pluviométricos, pois o número de dias com chuvas ultrapassam 13 dias em cada mês da estação. As elevadas temperaturas e alta umidade do ar favorecem, durante à tarde, a ocorrência de pancadas de chuvas de forte intensidade, com curta duração e ocasionalmente acompanhadas por granizo e rajadas de ventos. Essas chuvas comumente causam alagamentos e inundações na cidade, causando prejuízos econômicos e às vezes perdas humanas. A Climatologia da estação do verão para Bauru, nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro no período de 1981 a 2009 (Figueiredo e Silveira Paz, 2010), são apresentadas na Tabela 1 e na Tabela 2, com destaque para seguintes variáveis: temperaturas mínimas (TMin), recordes das temperaturas mínimas (RTMin), temperaturas máximas (TMax), recordes das temperaturas máximas (RTMax), temperaturas médias (TMd), precipitação (P), número de dias sem chuva (NDSC) e vento (V). Ressalta-se que o mês de dezembro corresponde ao do ano anterior, isto é, que antecede aos meses de janeiro e fevereiro.

**Tabela 1 - Climatologia da estação do verão em Bauru.**

TMin(°C)	TMax(°C)	TMed(°C)	AmpT(°C)	P(mm)	NDSC	U(%)
19,8	30,4	25,2	11	243	49	75

**Tabela 2 - Climatologia mensal da temperatura, precipitação e vento para Bauru.**

Mês	TMin(°C)	RTMin(°C)	TMax(°C)	RTMax(°C)	TMed(°C)	P(mm)	NDSC	V(m/s)
Dezembro	19,1	12,2	30,5	39,0	24,8	226	55	9,8
Janeiro	20,2	13,0	30,5	38,5	25,4	291	50	9,0
Fevereiro	20,0	14,5	30,7	37,0	25,4	211	45	9,2

A Figura 1 mostra o total anual da precipitação acumulada no trimestre dezembro/janeiro/fevereiro, obtida na estação automática do IPMet, no período de 2001 a 2013, permitindo a identificação do ano onde a estação do verão foi mais chuvosa ou seca. Verificou-se que as estações de verão dos anos de 2002/2003 (674,1 mm), 2006/2007 (752,2 mm) e 2010/2011 (888,7 mm) foram bastante chuvosas superando significativamente a média do período (625,8 mm), especialmente a de 2010/2011 que a ultrapassou em torno 42%. Em contrapartida, os anos de 2003/2004 (529,1 mm), 2008/2009 (535,1 mm) e 2012/2013 (529,0 mm) tiveram estações secas, com totais inferiores à média.



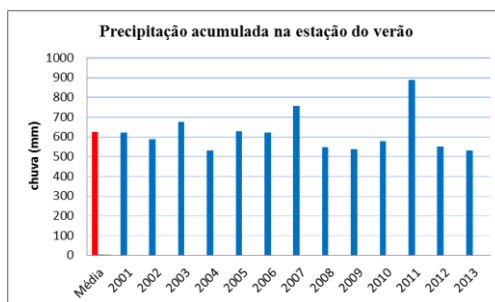


Figura 1 – Chuva total acumulada em Bauru, trimestre dezembro/janeiro/fevereiro, no período de 2001 a 2013.

Desta forma, selecionou-se o verão chuvoso de 2010/2011 para avaliar a influência e atuação das ZCAS em cada mês do trimestre. No mês de dezembro/2010 ocorreram três episódios de ZCAS (Figura 2), sendo que esta esteve melhor caracterizada em meados e final do mês, com acumulados de chuvas mais acentuados no leste a região Sudeste especialmente no leste de São Paulo onde os totais mensais excederam os correspondentes valores climatológicos. A atuação de episódios de ZCAS contribuiu para o excesso de chuva em vários estados do Sudeste do Brasil, em particular no leste de São Paulo, provocando deslizamentos de terra nas áreas serranas. No mês de janeiro/2011, os eventos extremos que ocorreram sobre a região Sudeste foram modulados pela ZCAS que também se configurou em três episódios (Figura 3). O primeiro ocorreu no período de 01 a 07, com a banda de nebulosidade associada centrada sobre a região Sudeste, além de danos humanos e materiais em cidades no interior de São Paulo. A partir do dia 11, houve a formação do segundo episódio de ZCAS. O início da formação deste episódio resultou em chuvas persistentes no leste da região Sudeste.

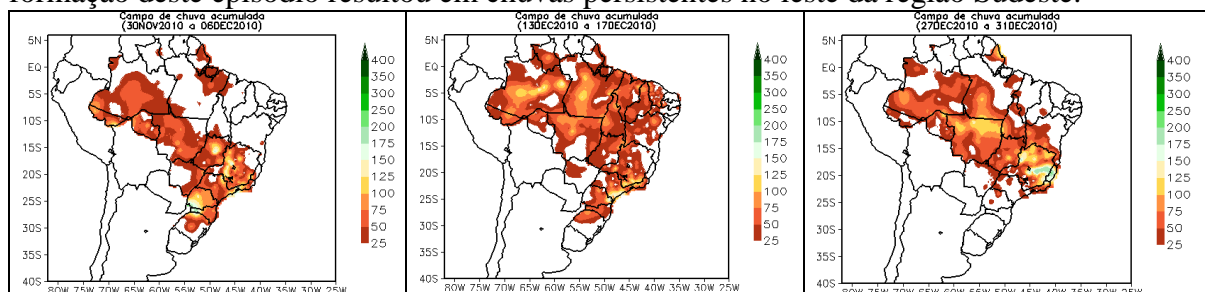


Figura 2 - Campo da precipitação acumulada (mm) nos episódios de ZCAS ocorridos em dezembro/2010.

No terceiro episódio, a banda de nebulosidade posicionou-se um pouco mais ao sul afetando principalmente o sul da região Sudeste. Ressalta-se que os episódios que se formaram durante a primeira quinzena de janeiro/2011 responderam pelos maiores acumulados de precipitação no centro-sul da região Sudeste do Brasil.



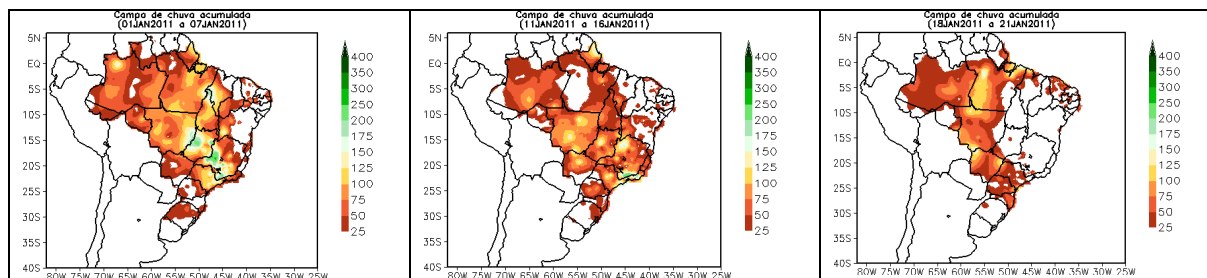


Figura 3 - Campo da precipitação acumulada (mm) nos episódios de ZCAS ocorridos em janeiro/2011.

As chuvas ocorreram abaixo da média histórica na maior parte da região Sudeste durante o mês de fevereiro/2011 (Figura 4). Este déficit de precipitação foi associado principalmente ao deslocamento para sul do único episódio de ZCAS que se configurou na primeira quinzena de fevereiro. A exceção ocorreu em áreas isoladas e no oeste de São Paulo, favorecidas pela formação de áreas de instabilidade associadas a efeitos termodinâmicos locais e à presença dos sistemas típicos de verão, como a Alta da Bolívia e os vórtices na alta e média troposfera. No final de fevereiro/2011, configurou-se mais um episódio de ZCAS que se estendeu principalmente sobre o centro-sul da região Sudeste e causou chuva bastante acentuada.

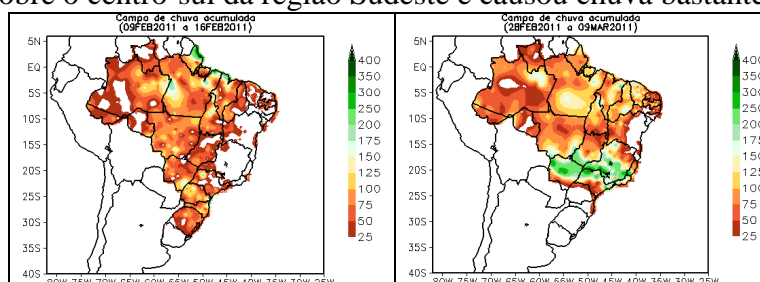


Figura 4 - Campo da precipitação acumulada (mm) nos episódios de ZCAS ocorridos em fevereiro/2011.

A distribuição das chuvas no verão 2010/2011 em Bauru foi analisada através das chuvas mensais acumuladas pelo TITAN e pelos dados pontuais coletados pela EMA do IPMet. A Figura 5 (a, b e c) ilustra o acumulado da precipitação obtido pelo TITAN para os meses de dezembro/2010, janeiro/2011 e fevereiro/2011, respectivamente, com destaque para o município de Bauru, evidenciando que o mês de janeiro/2011 foi que apresentou o maior volume mensal acumulado, constatando a atuação dos episódios das ZCAS mais intensos neste período, e uma redução das chuvas em fevereiro/2011.

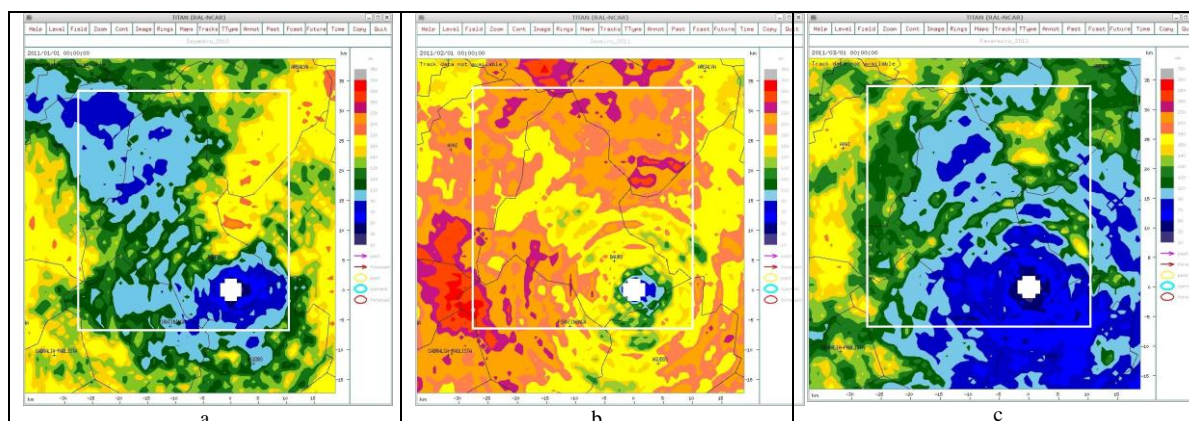


Figura 5 (a, b e c) - Precipitação mensal acumulada da obtida pelo TITAN com dados do radar de Bauru, para dezembro/2010, janeiro/2011 e fevereiro/2011, respectivamente.

Pelos dados diários de chuva coletados na EMA apresentados na Figura 6 ( a, b e c), nota-se que o episódio de 27 a 31 de dezembro/2010 não trouxe chuvas para o município de Bauru. Em janeiro/2011 a precipitação acumulada foi aproximadamente 494mm. As chuvas concentraram-se que na primeira quinzena do mês, em razão dos episódios mais significativos das ZCAS, pois a frequência e intensidade das chuvas foram maiores, sendo computados 286,2 mm neste período. Em fevereiro/2011, as chuvas ocorreram na primeira quinzena de acordo com o único episódio da ZCAS configurado e no final do mês, verifica-se o volume registrado de chuva decorrente do início do segundo episódio de ZCAS.

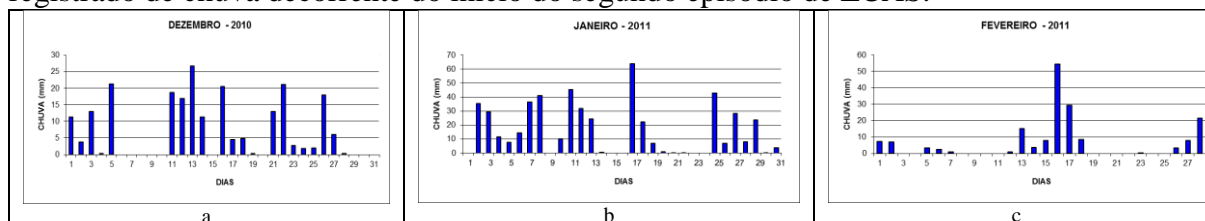


Figura 6 (a, b e c) - Precipitação diária coletada pela EMA para dezembro/2010, janeiro/2011 e fevereiro/2011, respectivamente.

## CONCLUSÃO

As análises dos eventos de ZCAS durante o período de verão do 2010/2011 indicam que sistema apresentou-se bem configurada nos dados de precipitação, influenciando significativamente na distribuição das chuvas no município de Bauru, principalmente no mês de janeiro, onde observou-se anomalias positivas da precipitação em relação a média climatológica esperada para o mês, assim como no estado de São Paulo, onde ocorreram transtornos de alagamentos e inundações nas áreas urbanas.

## REFERÊNCIAS

CELSONO, M. J.; COLTRI P. P.; SOARES S. C. Características da ZCAS e suas possíveis influências na Agricultura. [www7.cptec.inpe.br/noticias/noticia/8995](http://www7.cptec.inpe.br/noticias/noticia/8995). Acesso: julho de 2013.



**XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia**  
*Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013*  
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



EMÍDIO, Z.P.O.; MARTINEZ V. Impacto da distribuição da chuva em janeiro de 2011 na cidade de Bauru/SP e a influência do La Niña. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – SBA, Guarapari, ES. **Anais ...** 2011 – CD-Rom.

FIGUEIREDO, J. F.; PAZ, R. S. Nova classificação climática e o aspecto climatológico da cidade de Bauru/São Paulo. XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia – SBMet, Belém, PA. **Anais...** 2010. CD-Rom.

KOUSKY, V. E. Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. *Rev. Bras. Meteo.*, 3, 217-231. 1988.



Secretaria do XVIII Congresso Brasileiro e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia – 2013  
Rua Augusto Corrêa, 01. Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto  
CEP 66075-900 Guamá. Belém - PA - Brasil  
<http://www.sbagro.org.br>

