

INFLUÊNCIA DA ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL NA VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO EM MACAPÁ - BRASIL

João Paulo Nardin Tavares

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
UFPA/EMBRAPA/MPEG
nt.jpaulo@gmail.com

RESUMO

A estação chuvosa na região norte do país, especialmente sobre o estado do Amapá, é influenciada pela presença da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), um sistema de convecção organizada em grande escala, que, nos meses de janeiro, fevereiro e março, está climatologicamente situado a sul da linha do equador. Este trabalho analisa, através de campos escalares de Temperatura da Superfície do mar, pressão atmosférica ao nível do mar, campo de vento e imagens de satélite, a posição da ZCIT durante os meses de janeiro, fevereiro e março de 2007, e como ela influenciou na precipitação diária em Macapá-AP nesse período, em que os totais pluviométricos mensais de janeiro e fevereiro ficaram abaixo da média climatológica. Foi encontrado que a ZCIT esteve durante esses meses a norte de sua posição climatológica e a redução de chuvas foi causada por este fato. Já em março, quando a ZCIT encontrava-se influenciando a costa norte do Brasil, houve um aumento na precipitação total mensal em relação à média, principalmente devido a alguns eventos de precipitação extrema.

Palavras-Chave: Zona de Convergência Intertropical, Precipitação, Amapá

INFLUENCE OF CONVERGENCE ZONE, INTERTROPICAL VARIABILITY OF PRECIPITATION IN MACAPÁ STATE - BRAZIL

ABSTRACT

The rainy season in the northern region of Brazil, especially on the state of Amapá is influenced by the presence of Intertropical Convergence Zone (ITCZ), a system of convection organized on a large scale which is located south of the equator line on average in the months of January, February and March. This study examines, through scalar analysis of sea surface temperature and surface atmospheric pressure fields, wind fields and satellite imagery, the position of the ITCZ during the months of January, February and March 2007, and how it influenced the daily precipitation in Macapá-AP in that period, in which the total monthly rainfall for January and February were below average. It was found that during those months the ITCZ was north of its mean position and the rainfall reduction was due to this fact. In March, when the ITCZ was affecting the north coast of Brazil, there was an increase in the monthly total rainfall from the average, mainly due to some events of extreme rainfall.

Keywords: Intertropical Convergence Zone (ITCZ), Rainfall, Amapá

INTRODUÇÃO

O estado do Amapá é um dos estados mais bem conservados da Amazônia. Toda a sua fronteira oriental é costeira, enquanto sua fronteira a noroeste faz divisa com a Guiana Francesa. A biodiversidade na parte do estado do Pará que faz fronteira com o Amapá, está bem protegida por várias unidades de conservação. Além disso, o interior do estado possui serras. Todos esses fatores influenciam para diminuir a pressão do desmatamento sobre a região.

Recebido em 26/05/2008
Aprovado para publicação em 22/01/2009

No litoral do Amapá predominam os manguezais, na área de influência marítima. A zona costeira emersa é formada por uma planície holocênica de baixa altitude e largura variando entre 10 e 100 km e para o interior segue-se uma vegetação de campo de gramínea, cerrado, transição cerrado/floresta e floresta densa, sobre depósitos de planície mais antigos e rochas do escudo Pré-Cambriano, com altitude inferior a 500m.

A cidade de Macapá, capital do Estado do Amapá, está situada no litoral banhado pelo Rio Amazonas e é cortada pela Linha do Equador (figura 1). Em 2007 a população estimada pelo IBGE era de 368.397 habitantes e a área é de 6563 quilômetros quadrados, o que resulta numa densidade demográfica de 49,75 habitantes por quilômetro quadrado.

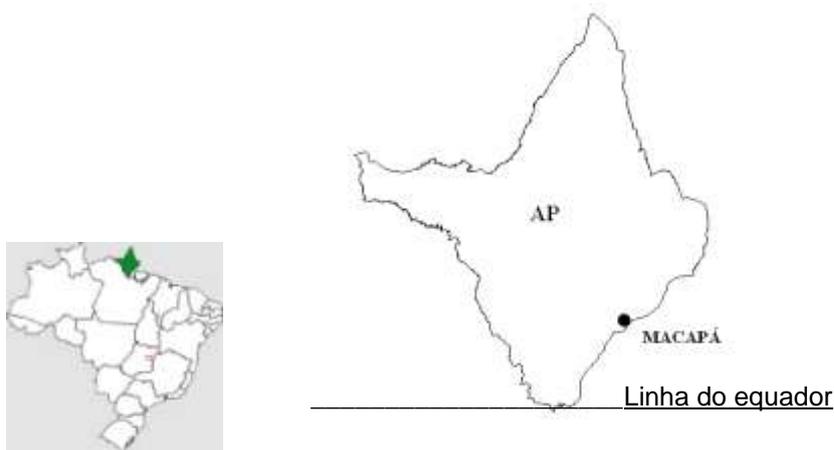


Figura 1 - Localização de Macapá

Estudos climatológicos mostram uma acentuada variação espacial e temporal da precipitação junto à costa atlântica. Na escala anual, a precipitação dessa região é regida pelo deslocamento norte-sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A ZCIT é caracterizada pela região da baixa equatorial, pela confluência dos alísios e máximas temperaturas de superfície do mar (TSM). O movimento sazonal norte-sul da ZCIT está associado ao deslocamento sazonal da região de máxima TSM sobre os oceanos tropicais, atingindo a posição mais ao norte em torno de 12°N e mais ao sul em torno de 5°S e cuja posição média anual é aproximadamente 5°N (Figura 2) (UVO et al., 1998).

Um dos mecanismos que podem causar alterações da precipitação no litoral N-NEB foram discutidos por Moura e Shukla (1981), ou seja, quando a TSM está acima da média no Atlântico norte e abaixo da média no Atlântico sul e a ZCIT encontra-se ao norte de sua posição climatológica. Nesta configuração, o ramo descendente da célula de Walker intensifica-se, causando forte subsidência nesta região, reduzindo a precipitação na área.

A posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), no Oceano Atlântico Equatorial, é de extrema importância na determinação da qualidade do período chuvoso da região. Trabalhos anteriores mostraram o efeito das condições oceânicas e atmosféricas que modulam a variabilidade sazonal da ZCIT e sua relação com a pluviometria sobre o norte do Nordeste do Brasil (HASTENRATH; HELLER, 1977; HASTENRATH, 1984; MOURA; SHUKLA, 1981). A principal característica deste sistema é se posicionar sobre as áreas oceânicas com anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) positivas e anomalias de Pressão ao Nível do Mar (PNM) negativas (HASTENRATH, 1991). De maneira geral, em anos secos no norte do Nordeste do Brasil, as águas estão mais aquecidas e a alta subtropical menos intensa no Atlântico Subtropical Norte, simultaneamente com águas mais frias e alta subtropical mais intensa no Atlântico Subtropical Sul. Situação inversa pode ser observada em anos chuvosos. Certamente que outros padrões de escala global podem acentuar condições de seca ou de chuva acima da média sobre o Nordeste do Brasil. Sobre o Oceano Atlântico, considerando a importância que a posição da ZCIT tem na determinação de anos secos ou chuvosos, tanto na Região Norte e Nordeste do Brasil como em áreas no norte da África, vários estudos têm

abordado o aspecto climatológico da ZCIT. O principal parâmetro utilizado tem sido estimativas de sistemas convectivos a partir de imagens de satélite (UVO et al, 1998). Outros estudos de estimativa da posição da ZCIT foram elaborados utilizando a informação da reflectância das nuvens (WALISER; GUATIER, 1993) e outras variáveis, como a estimativa de precipitação por microondas e a temperatura da superfície do mar (PHILANDER et al., 1996) e a componente meridional do vento à superfície.

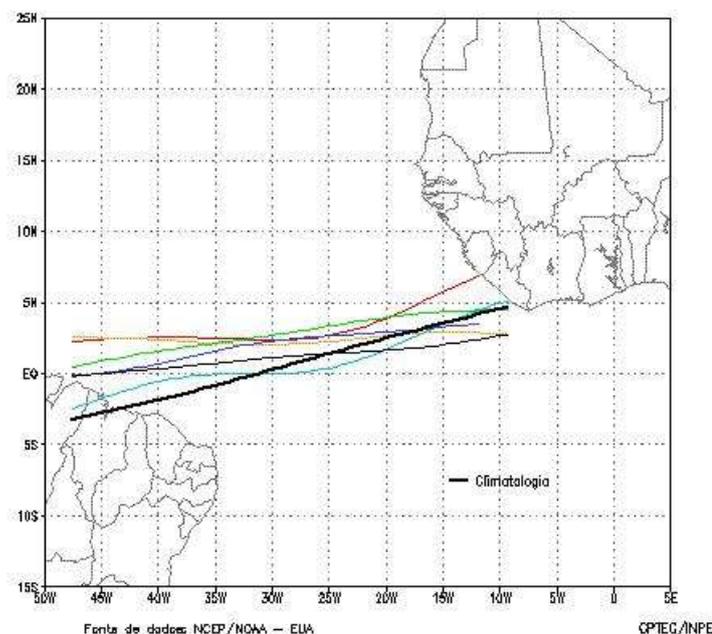


Figura 2 - Posição Climatológica da ZCIT

Nos meses de verão e outono, a ZCIT apresenta uma maior variabilidade temporal principalmente entre o movimento vertical no nível de 500 hPa e a região de máxima convergência dos ventos em baixos níveis, provavelmente associada a interação que ocorre entre a ZCIT, os vórtices ciclônicos em altos níveis e os distúrbios ondulatórios de leste sobre o Atlântico Sul, principalmente a oeste de 30°W devido à proximidade com o continente. Em conjunto, estes são três principais sistemas responsáveis pelas chuvas no norte do Brasil neste período do ano (MELO et al., 2002)

Este trabalho tem o objetivo de analisar a influência da Zona de Convergência Intertropical sobre a precipitação na cidade de Macapá, no primeiro trimestre de 2007 (época chuvosa). Serão analisados os aspectos climáticos que determinaram a posição da ZCIT e a variabilidade da precipitação diária, evidenciando sua influência.

MATERIAL E MÉTODOS

Para identificação dos sistemas de grande escala, como a Zona de Convergência Intertropical, Alta da Bolívia, Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, Cavados e outros, serão utilizados dados de médias mensais de anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) obtidos do CPC/NCEP, médias mensais do campo de anomalias de vento em 850 hPa (baixos níveis) e 200 hPa (altos níveis) e pântadas de imagens de satélite, para os meses de janeiro a março de 2007, manipulados para fornecer imagens para interpretação. Esses dados permitem identificar a área de atuação da Zona de Convergência Intertropical, já que ela ocorre em regiões de alta TSM, baixa pressão à superfície e convergência dos ventos em baixos níveis. As imagens de satélite identificam-na pela temperatura de brilho, onde o brilho é mais intenso a temperatura é menor, associado aos topos das nuvens Cumulonimbus e Cirrus que caracterizam a ZCIT. Neste sentido, baixos valores de radiância e temperatura indicam, em geral, a ocorrência de maior atividade convectiva associada à banda de nebulosidade da ZCIT. Serão feitas pântadas com as médias das imagens de satélite para os meses de janeiro, fevereiro e março.

A análise da variabilidade da precipitação diária será feita com os dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A precipitação acumulada em 24 horas, é da observação realizada às 12:00 UTC nas estações meteorológicas, segundo a determinação da Organização Meteorológica Mundial (OMM), uma convenção para que as observações com fins sinóticos sejam feitas no mesmo horário em todas as estações meteorológicas dos países associados à ONU. Ou seja, nas regiões com fuso horário de Brasília a observação é feita às 09 horas local (HL). Dessa forma, a precipitação acumulada em 24 horas corresponde ao total de precipitação ocorrido desde 09:00 HL de um dia até as 09:00 HL do dia seguinte.

Serão utilizadas também informações de observação meteorológica à superfície realizadas no aeroporto de Macapá e codificadas no código METAR. O código METAR, usado na meteorologia aeronáutica, dá informações de hora em hora sobre direção e velocidade do vento, visibilidade horizontal, nebulosidade, temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho e pressão atmosférica, à superfície. Para complementar o estudo serão utilizados diagnósticos climatológicos realizados pela RPCH e pelos boletins Climanálise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o mês de janeiro de 2007, segundo o boletim Climanálise e as análises da RPCH, persistiram na bacia do Atlântico Norte valores de TSM superiores à média (Figura 3). Isto causa uma maior evaporação naquelas áreas. Com mais vapor d'água na camada atmosférica em baixos níveis, ela se torna mais leve, porque o ar úmido é menos denso que o ar seco, e estando a atmosfera instável, esse ar úmido sobe convectivamente, reduzindo a pressão à superfície. Essa baixa pressão à superfície ao longo da faixa equatorial caracteriza o cavado equatorial (RIEHL, 1979), área favorável à ocorrência da ZCIT, como indica a figura 4.

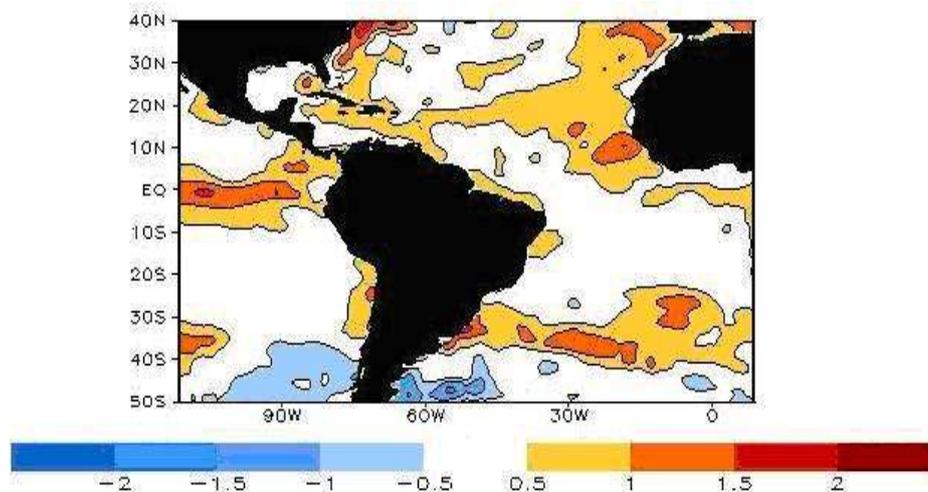


Figura 3 - Anomalias de TSM (média mensal) em janeiro de 2007
Fonte: CPC/NCEP

No escoamento em 850 hPa, notou-se a intensificação da circulação associada à alta pressão subtropical do Pacífico Sudeste, porém os alísios ainda continuam ligeiramente mais fracos em torno de 120°W. Sobre o Amapá, observa-se ventos fortes de leste. No campo de vento em 200 hPa, sobre a América do Sul, observa-se a Alta da Bolívia bem configurada e um cavado no nordeste do Brasil. Observa-se sobre o Amapá um escoamento anômalo forte de sudeste, associado ao vórtice ciclônico de Altos Níveis sobre o nordeste do Brasil (Figura 5).

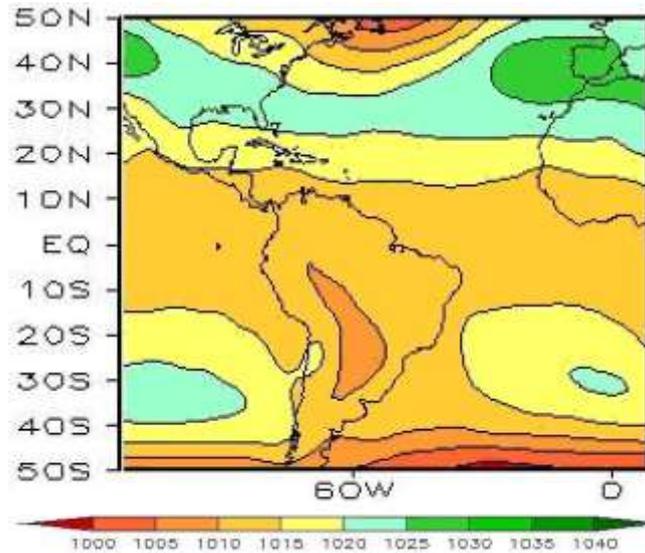


Figura 4 - Pressão ao Nível do Mar (PNM) em Janeiro de 2007
Fonte: CPTEC

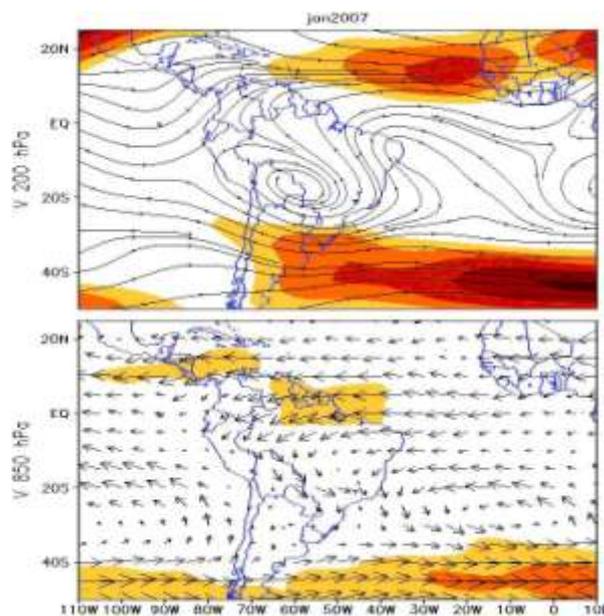


Figura 5 - Média mensal do escoamento atmosférico sobre a América do sul em janeiro de 2007

Esses padrões de TSM e de vento fizeram com que a ZCIT situasse-se em torno de 5°N, afastada da costa do Amapá, durante o mês de janeiro, como mostra a atividade convectiva indicada pela temperatura de brilho nas imagens de satélite (Figura 6). A ZCIT pode ser visualizada nessas imagens como a faixa de cor branca brilhante sobre o oceano atlântico norte, próximo à costa do nordeste do Brasil (canto superior direito das imagens). Essa faixa branca indica a nebulosidade associada à ZCIT, que é de nuvens altas, médias e baixas de desenvolvimento vertical.

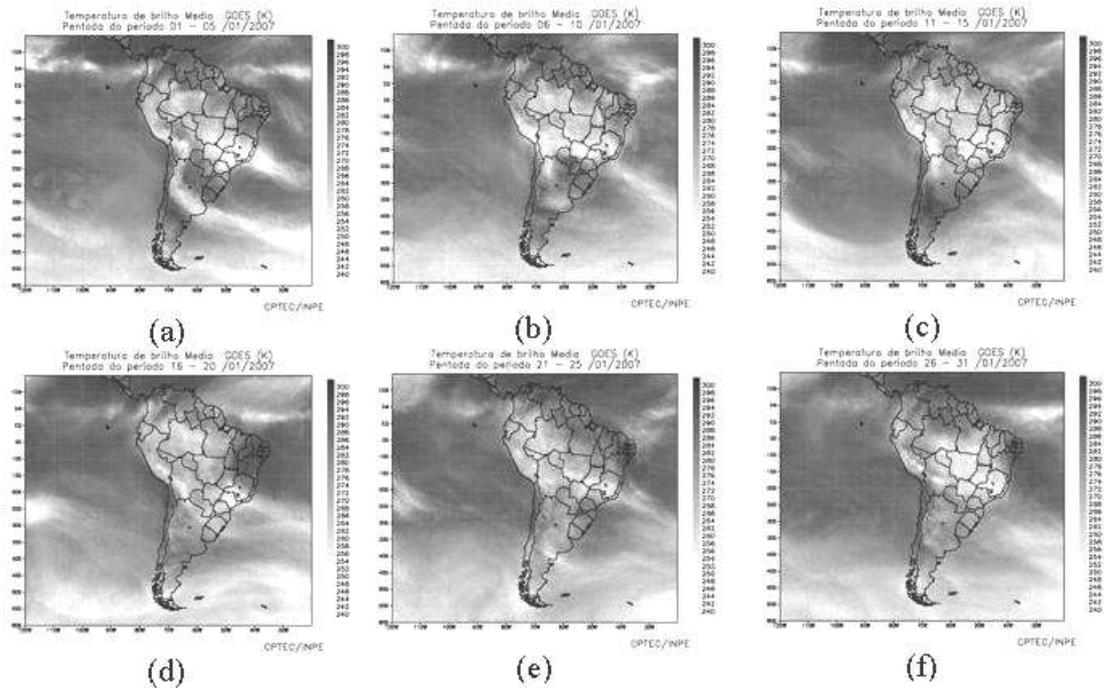


Figura 6 - Imagens do Satélite GOES-10 mostrando a temperatura de brilho, para as pêntricas: (a) de 1 a 05 de janeiro de 2007; (b) de 06 a 10; (c) de 11 a 15; (d) de 16 a 20; (e) de 21 a 25 e (f) de 26 a 31 de janeiro de 2007.

Já em fevereiro, a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre o Oceano Atlântico, destacou-se o posicionamento da região de anomalias positivas de TSM sobre o Atlântico Norte, em algumas pêntricas do mês (Figura 7). Continua a mesma configuração de região de TSMs mais quentes do mês de janeiro. A figura 8 apresenta o campo de pressão ao nível médio do mar (PNM) em fevereiro de 2007.

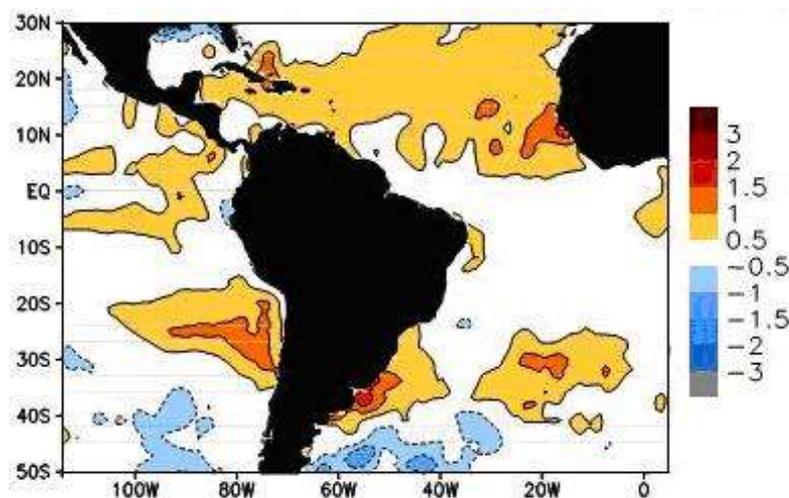


Figura 7 - Anomalias de TSM (média mensal) em fevereiro de 2007
Fonte: CPC/NCEP

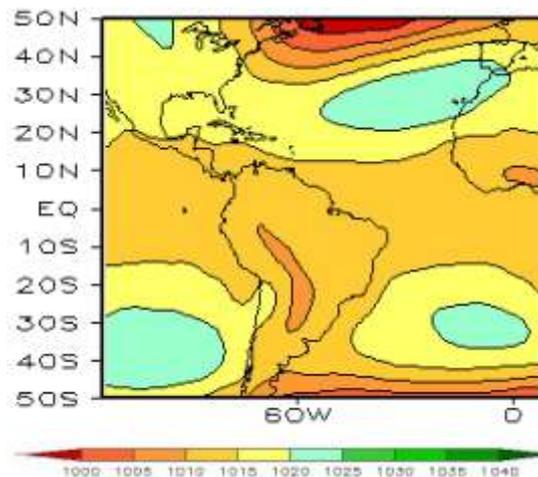


Figura 8 - Pressão ao Nível do Mar (PNM) em fevereiro de 2007
Fonte: CPTEC

No escoamento em 850 hPa, destacou-se a intensificação da circulação da alta pressão semi-estacionária do Pacífico Sudeste. Esta configuração favoreceu a maior intensidade dos ventos adjacente à costa oeste da América do Sul, sendo consistente com o moderado resfriamento das águas no Pacífico. Sobre o setor central da América do Sul, permaneceu o escoamento anômalo de noroeste que contribuiu para a maior intensidade das chuvas em áreas do Brasil Central, em particular durante o primeiro episódio de ZCAS (CLIMANÁLISE, fev.2007). Sobre a costa norte do Brasil, particularmente sobre o Amapá, observa-se os ventos alísios de nordeste. No campo médio de vento em 200 hPa, notou-se o escoamento de verão sobre a América do Sul, ou seja, a Alta da Bolívia e o cavado sobre o Nordeste do Brasil, com o cavado ligeiramente deslocado para leste. No campo de anomalia, destacou-se uma circulação ciclônica anômala sobre o leste da Região Sudeste do Brasil e oceano adjacente, consistente com a atuação de vórtices ciclônicos (CLIMANÁLISE, fev.2007). Observa-se um forte escoamento de leste em torno de 10°N, influenciando o estado do Amapá, onde também foi observado ventos fortes de leste/sudeste, o que desfavorece a formação da convecção, porque o cisalhamento é muito intenso e sem um padrão de circulação (divergência) observado (Figura 9).

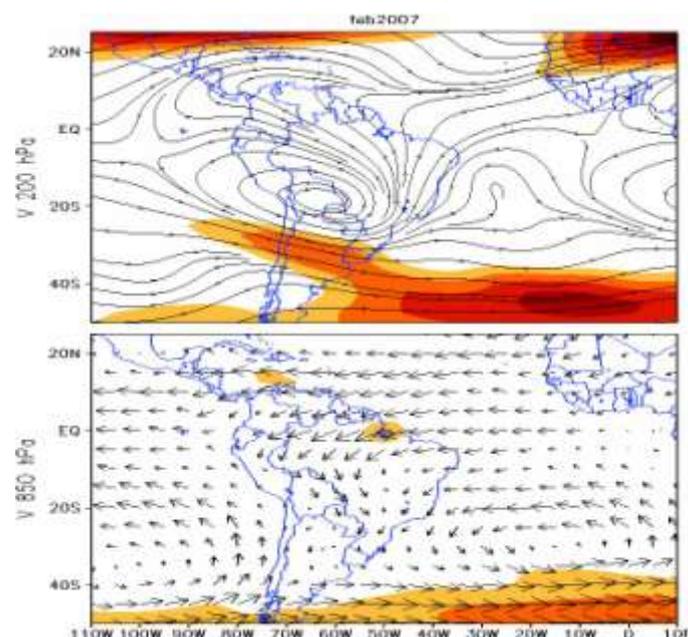


Figura 9 - Média mensal do escoamento atmosférico sobre a América do sul em fevereiro de 2007

Embora a região de TSMs mais quentes estivesse no Atlântico Norte Tropical, a circulação atmosférica, com ventos alísios de nordeste mais fortes que os de sudeste, favoreceram a “descida” da ZCIT para latitudes mais a sul, influenciando a costa dos estados do Amapá, Pará e nordeste do Brasil (Figura 10).

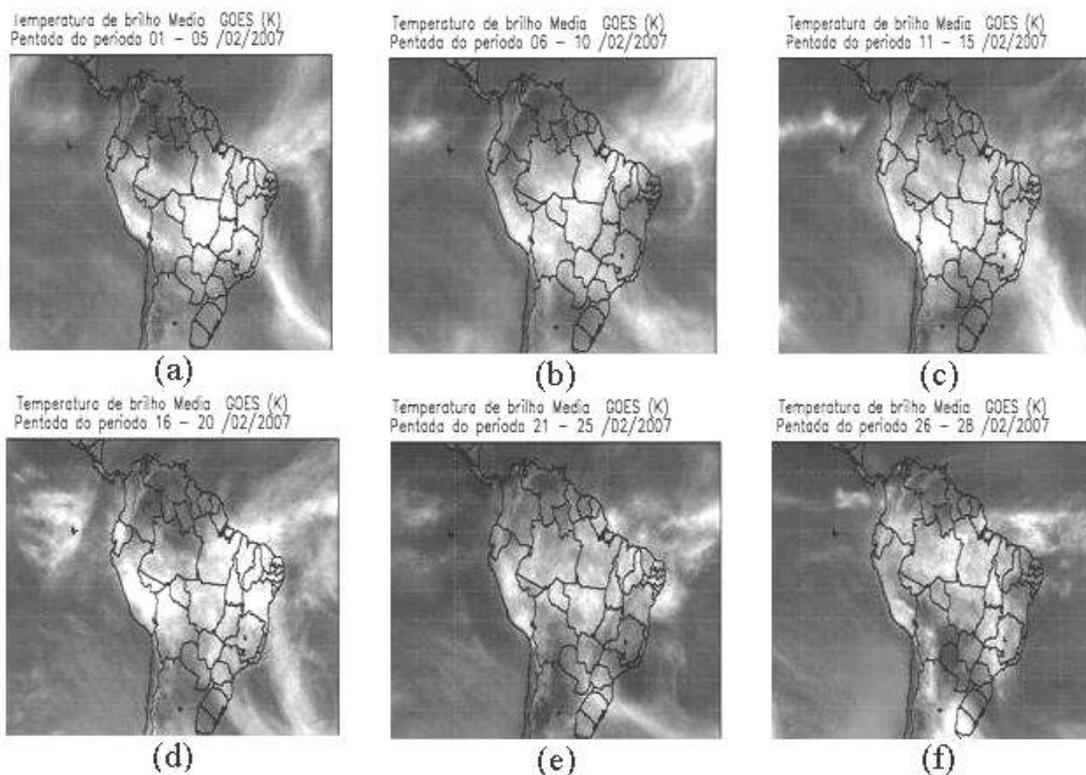


Figura 10 - Imagens do Satélite GOES-10 mostrando a temperatura de brilho, para as pântadas (a) de 1 a 05 de fevereiro de 2007; (b) 6 – 10; (c) 11 – 15; (d) 16 – 20; (e) 21 – 25 e (f) 26 – 28

Em março, no Atlântico Norte, houve uma redução da área de anomalias positivas de TSM. Contudo, a magnitude das anomalias positivas de TSM atingiu 2°C adjacente à costa noroeste da África e surgiram anomalias negativas no Atlântico Tropical Sul. Esta configuração caracterizou um padrão de dipolo de TSM, um gradiente térmico interemisférico apontando para o norte (Figura 11).

O campo de pressão ao nível do mar (PNM) mantém-se inalterado em relação aos meses anteriores, com pressão em torno de 1010 hPa na faixa tropical (Figura 12).

A Figura 13 apresenta o padrão médio de circulação sobre a América do Sul, em altos (200 hPa) e baixos (850 hPa) níveis, durante o mês de março. O escoamento em 850 hPa evidenciou a circulação anticiclônica anômala sobre o setor leste da América do Sul, a qual, conjuntamente com a persistência de vórtices ciclônicos em altos níveis, inibiu o avanço de maior número de sistemas frontais e a ocorrência de chuvas sobre grande parte do Brasil. Na faixa equatorial do Pacífico Leste, os ventos apresentaram-se ligeiramente mais fracos entre o Equador e 10°N e mais intensos na região da alta subtropical do Pacífico Sudeste (CLIMANÁLISE, mar. 2007). Na região da costa norte do Brasil, incluindo o estado do Amapá, observou-se ventos fortes de leste. Em 200 hPa, notou-se o deslocamento para o oeste do escoamento de verão sobre a América do Sul, em comparação ao mês anterior, o que aumentou a frequência de vórtices e cavados, principalmente sobre as Regiões Sudeste e Nordeste do Brasil, ocasionando deficiência de chuvas (CLIMANÁLISE, mar. 2007). Sobre a costa norte da América do Sul, observa-se um cavado em altos níveis sobre o oceano Atlântico Equatorial. Isto é devido à Zona de Convergência Intertropical, que altera a estrutura vertical de atmosfera, transportando energia dos baixos para os altos níveis (RIEHL, 1979).

A temperatura de brilho nas imagens de satélite para o mês de março mostra a Zona de Convergência Intertropical bem configurada sobre o Atlântico Equatorial (Figura 14), atuando nas regiões da costa do Amapá, Pará e Maranhão. No período de 11 a 15 de março foi quando ela esteve com atividade mais forte, observa-se a nebulosidade cobrindo praticamente todo o estado do Amapá (Figura 14b), que foi justamente o período em que ocorreram as precipitações extremas.

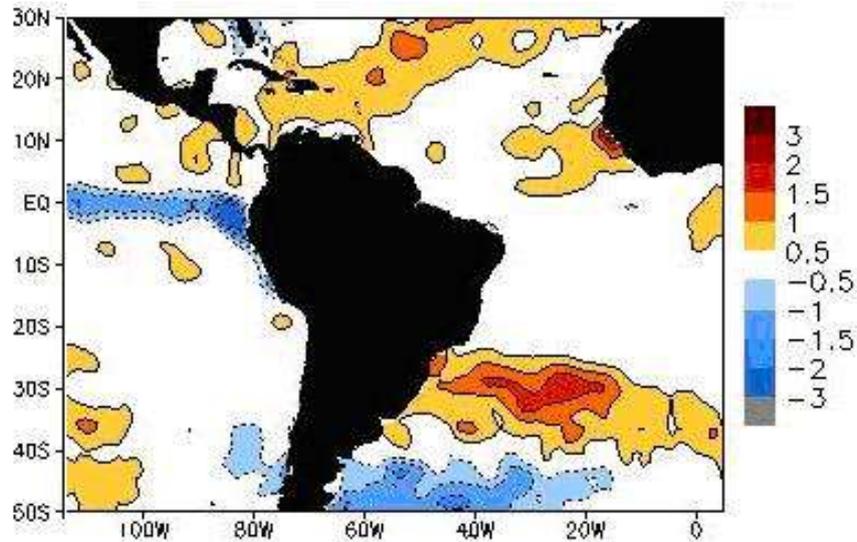


Figura 11 - Anomalias de TSM (média mensal) em março de 2007
Fonte: CPC/NCEP

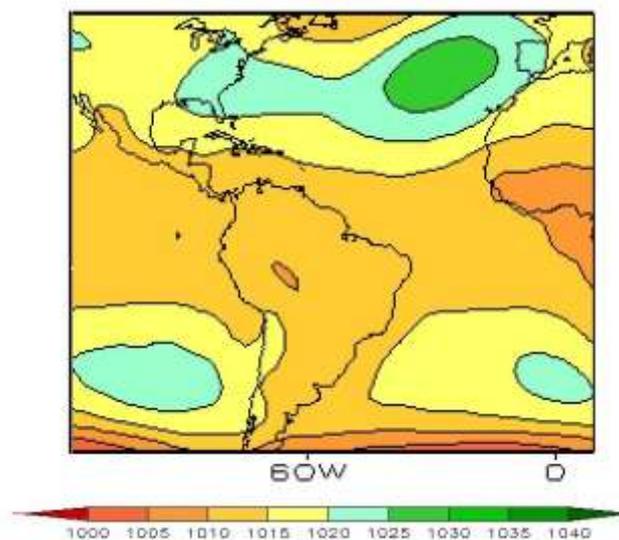


Figura 12 - Pressão ao Nível do Mar (PNM) em março de 2007
Fonte: CPTEC

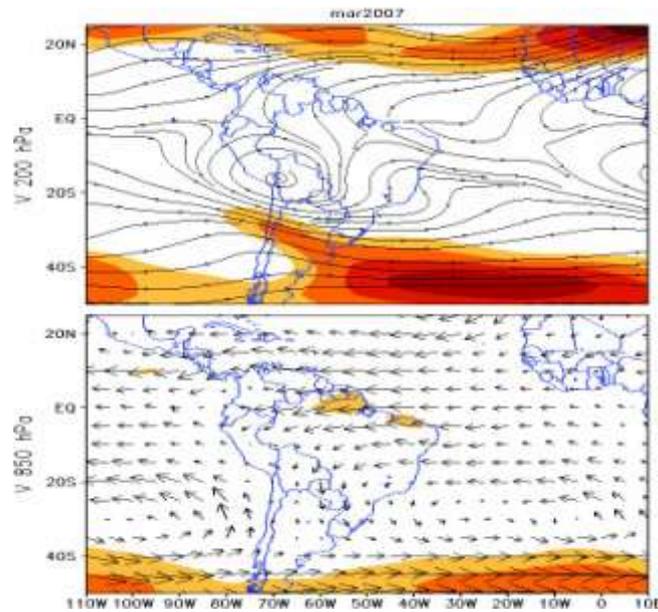


Figura 13 - Média mensal do escoamento atmosférico sobre a América do sul em março de 2007

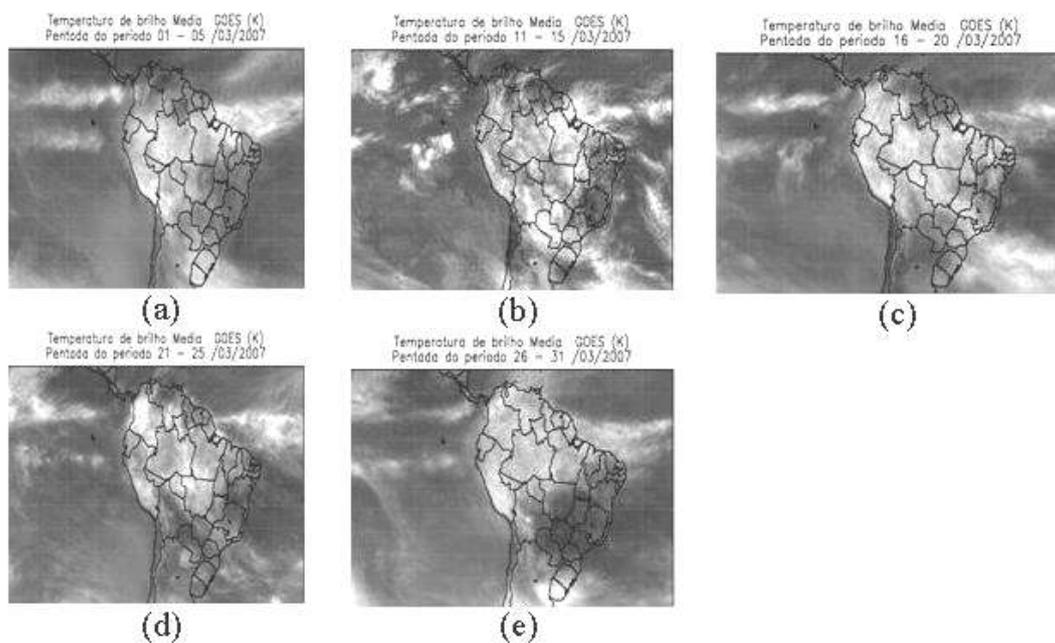


Figura 14 - Imagens do satélite GOES-10 para América do Sul, mostrando a temperatura de brilho, para as pênadas: (a) 1 a 5 de março de 2007; (b) 11 - 15; (c) 16 - 20; (d) 21 - 25 e (e) 26 a 31

A Figura 15 apresenta a variabilidade diária da precipitação em Macapá-AP para os meses de janeiro, fevereiro e março de 2007 (em dias julianos). Observa-se que o mês de janeiro teve muito pouca chuva, devido à ausência da ZCIT. A precipitação teve um aumento no início de fevereiro, quando houve a entrada na ZCIT na região de Macapá, e durante o mês de março esteve bem mais alta, com alguns casos de precipitação extrema. Isso está de acordo com Hastenrath e Heller (1977); Hastenrath (1984) e Moura e Shukla (1981).

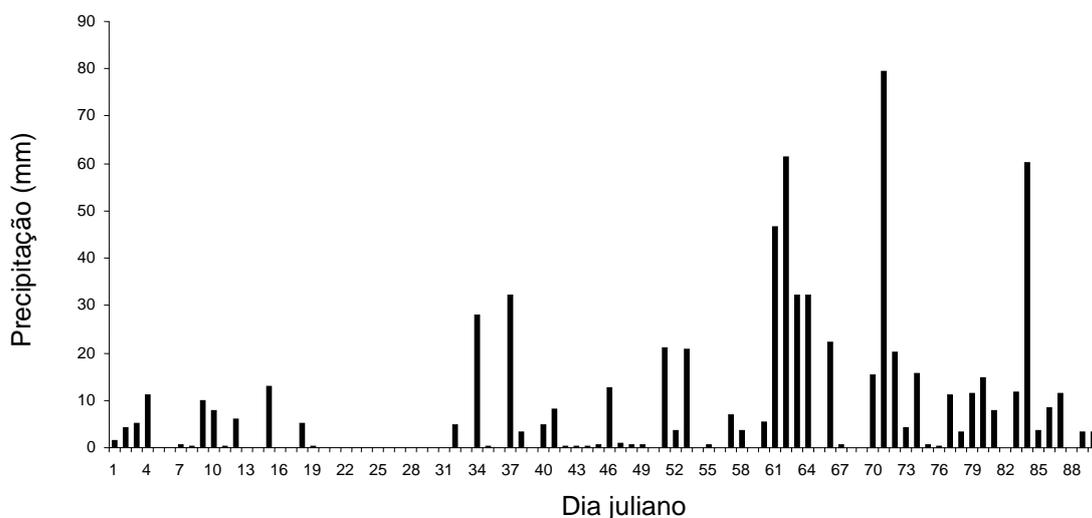


Figura 15 - Variabilidade da Precipitação Diária em Macapá-AP nos meses de janeiro (dias 1 a 31), fevereiro (dias 32 a 60) e março (dias 61 a 90) de 2007.

O total mensal de precipitação de janeiro foi de 64,6 mm, aproximadamente 22% da média climatológica do INMET (1961-1990) que é de 299,6 mm. Isso é condizente com a ausência da ZCIT observada no mês de janeiro de 2007. Em fevereiro, o total mensal foi de 154 mm, 44% da média (347 mm). Em março, o total mensal foi de 487 mm, 19% (80 mm) a mais do que a média (407 mm). Este valor acima da média deve-se à presença da ZCIT, que causou alguns eventos de precipitação extrema. A Figura 16 mostra a comparação entre os totais mensais de janeiro, fevereiro e março de 2007 e a média climatológica.

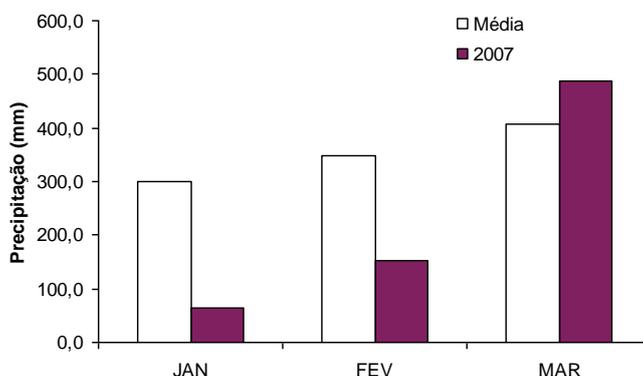


Figura 16 - Totais mensais de janeiro, fevereiro e março de 2007 (barras pretas) e a média climatológica 1961-1990 do INMET (barras brancas)

A análise da nebulosidade em Macapá no período de 1º de janeiro a 31 de março baseada nos boletins METAR mostra que, durante o mês de janeiro, houve a formação de poucas nuvens Cumulus baixas e rasas, apenas nos dias de chuva que essas nuvens tornavam-se um pouco mais profundas, chegando ao estágio de Cumulus Congestus, porém isoladas. No mês de fevereiro já havia mais nebulosidade, com cobertura de nuvens altas e baixas, que diariamente evoluíam para o estágio de Cumulus Congestus. Em março, predominou o tempo chuvoso, com tempo encoberto, nuvens baixas, médias e altas, e chuvas que começavam pela manhã, e

nos dias de precipitações extremas, se reintensificava à noite, proveniente de nuvens Cumulonimbus (Cb).

CONCLUSÃO

O gradiente térmico interemisférico no Atlântico Tropical apontando para norte, influenciou na posição climatológica da Zona de Convergência Intertropical, que no mês de janeiro ficou situada a norte de sua posição média. Isso causou uma redução de 78% nas chuvas em Macapá-AP neste mês em relação à média climatológica. Em fevereiro, as condições de grande escala favoreceram o deslocamento da ZCIT para latitudes mais a sul, ocasionando o aumento da precipitação na região. Mesmo assim a precipitação ficou em 44 % da média climatológica. Houveram alguns casos de tempestades com precipitação extrema, em março, que fizeram com que o total mensal de chuva ficasse acima da média climatológica.

Embora o Oceano Atlântico Tropical estivesse mais quente na sua bacia norte do que na bacia sul, outros mecanismos devem agir para determinar a posição da ZCIT, como por exemplo, a circulação de grande escala, porque houve a migração da ZCIT para latitudes mais a sul, como esperado.

A observação das condições de tempo à superfície no aeroporto de Macapá mostra que a ZCIT influencia a mudança do tempo aumentando a nebulosidade. Em janeiro, apenas nuvens cumulus de bom tempo isoladas se formavam, algumas cresciam verticalmente e produziam alguma chuva no final da tarde e início da noite; em fevereiro já se observava um aumento na cobertura de nuvens altas e nuvens mais profundas com mais chuvas, e em março já acontecia chuva pela manhã, e houve o desenvolvimento de algumas tempestades à noite, causando precipitações extremas.

REFERÊNCIAS

BOLETIM CLIMANÁLISE. São José dos Campos: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE), Vol. 22, N. 1, Jan. 2007. Disponível em: <<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/index0107.shtml>> Acesso em: 21 mar. 08

BOLETIM CLIMANÁLISE. São José dos Campos: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE), Vol. 22, N. 2, Fev. 2007. Disponível em: <<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/index0207.shtml>> Acesso em: 21 mar. 08

BOLETIM CLIMANÁLISE. São José dos Campos: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE), Vol. 22, N. 3, Mar. 2007. Disponível em: <<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/index0307.shtml>> Acesso em: 21 mar. 08

HASTENRATH, S., HELLER, L. Dynamics of Climatic Hazards in Northeast Brazil. **Quarterly Journal of The Royal Meteorological Society**, Vol. 103, N. 435, pp. 77-92. Jan. 1977.

HASTENRATH, S. Interannual Variability and Annual Cycle: Mechanisms of Circulation and Climate in the Tropical Atlantic Sector. **Monthly Weather Review**, Vol. 112, N. 6, pp.1097-1107, Jun. 1984.

_____. **Regional Circulation Systems: Equatorial Through Zone**. In: **Climate Dynamics of the Tropics: Updated Edition from Climate and circulation of the tropics**. EUA: Springer, 1991. pp.159-160.

MELO et al, 2002: A Zona de Convergência Intertropical sobre o Oceano Atlântico: Climatologia. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12, 2002, Foz do Iguaçu-PR. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Rio de Janeiro: SBMET, 2002.

MOURA, A.D., SHUKLA, J. On the Dynamics of Droughts in Northeast Brazil: Observations, Theory and Numerical Experiments with a General Circulation Model. **Journal of Atmospheric Sciences**, Vol. 38, N. 12, pp. 2653 – 2675. Dez. 1981

PHILANDER, S.G.H. et al. Why the ITCZ Is Mostly North of the Equator. **Journal of Climate**, Vol. 9, N. 12, pp. 2958-2972. Dez. 1996

REDE DE PREVISÃO CLIMÁTICA E HIDROLÓGICA DO ESTADO DO PARÁ – RPCH. Seminários de Janeiro, fevereiro e março de 2007. Não publicado.

RIEHL, H. **Precipitation and Evaporation**. In: **Climate and Weather in the Tropics**. Londres: Academic Press, 1979. pp.81-122

UVO et al. The Relationships between Tropical Pacific and Atlantic SST and Northeast Brazil Monthly Precipitation. **Journal of Climate**, Vol. 11, N. 4. pp. 551-562. Abr. 1998.

WALISER, E. W., GAUTHIER, C. A Satellite-derived Climatology of the ITCZ. **Journal of Climate**, Vol. 6. pp. 2162-2174. 1993