

Variabilidade do vento na bacia hidrográfica do rio São Francisco durante a ocorrência da ZCAS

Variability of the wind in the hidrographic basin of the São Francisco river during ZCAS occurrence

Djane Fonseca da Silva¹
José Ivaldo B. Brito²

Resumo

O rio São Francisco é um dos rios brasileiros mais extensos e sua importância também está no volume de água transportado por ele através da região semi-árida, na sua contribuição histórica e econômica para fixação das populações ribeirinhas e na criação das cidades hoje plantadas ao longo do vale. O principal mecanismo produtor de chuvas sobre a bacia do rio São Francisco é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A intensidade e direção do vento são variáveis de grande interesse nos estudos de balanço de água. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo estudar a climatologia do vento e sua variabilidade na bacia do rio São Francisco. Foram utilizados dados mensais de ventos, componentes zonal e meridional, oriundos da Reanálise do NCEP/NCAR no período de 1982-1994, em três faixas de longitude (40°W, 42,5°W e 45°W) entre as latitudes de 25°S e 5°S. Observou-se que nas longitudes de 42,5°W e 45°W, a posição média da ZCAS está em torno de 20° S. Também foi observado que a posição da ZCAS apresenta uma grande variabilidade interanual, pois, de dezembro/1982 a fevereiro/1983 a ZCAS posicionou-se ao sul de 25°S, enquanto no período de dezembro/1988 a fevereiro/1989 estava em torno de 15°S. O posicionamento médio meridional da ZCAS em torno de 20° é de fundamental importância para produção de chuva sobre a bacia do rio São Francisco.

Palavras-chave: ZCAS; Bacia do rio São Francisco; vento.

1 M.Sc.; Meteorologista; Doutoranda em Recursos Naturais – UFCG; Bolsista CNPq/CT-Hidro; E-mail: djane Fonseca da Silva@yahoo.com.br

2 Dr.; Professor do Departamento de Ciências Atmosféricas/Meteorologia – UFCG (PB); E-mail: Ivaldo@dca.ufcg.edu.br

Abstract

The São Francisco is one of the longest Brazilian rivers. Its importance is also related to the volume of water transported to the semi-arid area, in its historical and economical contribution for the margin population fixation and the establishment of the cities currently existing along the river. The principal mechanism of rain production on the basin of the São Francisco river is the Zone of Convergence of the South Atlantic (ZCSA). The intensity and direction of the wind are very interesting variables in water balance studies. Therefore, the research focus has been on the wind climatology and its variability at the São Francisco basin. Monthly data of the zonal and meridional components of the wind were used. The data was obtained from NCEP/NCAR Re-evaluation covering the period of 1982-1994 in three longitude strips (40°W, 42,5°W and 45°W) between the latitudes of 25°S and 5°S. It was observed that in the longitudes of 42,5°W and 45°W, the meridional position of ZCAS is around 20° S. It was also observed that the position of ZCAS presents a great inter-annual variability. From December 1982 through February 1983 the ZCAS was positioned to the south of 25°S, while in the period from December 1988 through February 1989 it was around 15°S. The average ZCAS meridional position around 20°S is greatly important for rain production at the San Francisco river basin.

Key words: ZCSA; São Francisco river basin; wind.

Introdução

O vento é uma variável atmosférica de grande interesse para o desenvolvimento ambiental de determinadas localidades ou regiões. No semi-árido do Nordeste, as áreas serranas localizadas a barlavento, ou seja, frontal à direção de onde vem o vento, apresentam vegetação exuberante, os denominados Jardins suspensos do Sertão (CAVALCANTE, 2005; AB' SÁBER, 2005), enquanto, a sotavento, tem-se uma intensificação da semi-aridez, por exemplo, a cidade de Cabaceiras, na Paraíba, que apresenta o menor índice

pluviométrico do país, devido à sua localização geográfica, a sotavento da Serra do Caroió. No Ceará, a encosta oriental da Serra da Ibiapaba, devido à convergência dos ventos alísios com os de vale-montanha, experimenta chuvas relativamente abundantes e vegetação de porte elevado, o posto ocorre na encosta ocidental, contrária à direção dos ventos, onde se observa chuvas escassas e vegetação pouco elevada, tipo caatinga.

A importância de estudos sobre a climatologia e variabilidade interanual do vento sobre uma bacia hidrográfica está no fato de que a convergência do

fluxo de umidade da atmosfera, uma das variáveis-chave no cálculo do balanço de água, é função das componentes do vento.

Também é importante mencionar que em uma cultura vegetal o vento pode ser muito importante e/ou prejudicial ao desenvolvimento e crescimento das plantas. Os danos são estímulos excessivos à evapotranspiração até o efeito mecânico de quebra de galhos e arrancamento da planta do solo. A importância do vento está no transporte de pólen, semente e frutos a longas distâncias, sendo responsável pela multiplicação de diversas espécies. O vento afeta o crescimento das plantas sobre os seguintes aspectos: processo da transpiração, absorção de gás carbônico, efeitos mecânicos sobre as folhas e ramos e dispersão.

Do ponto de vista da limnologia, o vento pode ser considerado como o fator predominante na formação dos movimentos da água. Seu efeito varia com a velocidade e duração, da distância percorrida por ele ao longo da superfície do lago e profundidade da bacia. Os movimentos da água de um ecossistema aquático são provocados principalmente pela ação do vento na superfície.

Para o ambiente humano, o vento também apresenta importância capital, pois uma corrente de vento tanto pode refrescar como aquecer o ambiente.

O rio São Francisco é um dos rios brasileiros mais extensos e sua bacia está situada em áreas dos Estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Pernambuco, Sergipe e Alagoas e do Distrito Federal. A importância desse rio está no volume de água transportado por ele através da região semi-árida, na

sua contribuição histórica e econômica para fixação das populações ribeirinhas e criação das cidades hoje plantadas ao longo do vale. Seu potencial hídrico é fundamental na geração de energia elétrica, com 10.000 MW de potência instalados à jusante de Barra (BA), além do seu possível aproveitamento em futuros projetos de irrigação. De acordo com CODEVASF (2001), a bacia hidrográfica está compreendida entre as latitudes de 7°00' a 21°00'S e longitudes de 35°00' a 47°40'W e desse modo está inserida nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, como é mostrada na figura 1.

O vento pode ser definido como movimento do ar em relação à superfície terrestre. É gerado pela ação de gradientes horizontais de pressão atmosférica, mas sobre influência do movimento de rotação da Terra, da força centrífuga ao seu movimento e do atrito com a superfície, também é influenciado pelo contraste oceano-continental e topográfico (VAREJÃO-SILVA, 2001).

A direção predominante do vento é a que ocorre em maior frequência e é decorrente da posição do local em relação aos centros de pressão atmosférica, sofrendo influência da orografia e de obstáculos naturais e artificiais junto ao solo. O relevo tem um efeito pronunciado, podendo definir a direção predominante do vento. A região Nordeste é uma área de pequena frequência de ocorrência de calmarias. Predominam os ventos de SE, E e NE. Na região Sudeste, a ocorrência de calmaria é maior que na Nordeste, ocorrendo predominância de ventos de NE e SW no litoral, e de NE e E no interior (TUBELIS; NASCIMENTO, 1980).

Figura 1. Localização da Bacia do rio São Francisco, área em destaque, em relação ao território nacional



De acordo com Varejão-Silva (2001), em virtude da posição semi-fixa do anticiclone do Atlântico Sul, o regime de ventos predominantes no Brasil fica condicionado às atividades desse centro de ação. Em janeiro, a região NE é varrida por Alísios de NE e de SE e pelos ventos de E da convergência inter-tropical, na região Sudeste predominam os ventos de NE do anticiclone do Atlântico, e a região Centro-Oeste é varrida por ventos de N e NE do anticiclone do Atlântico. Em julho, o regime dos ventos é bastante semelhante, havendo intensificação dos ventos de SE na região Nordeste, de E na região Sudeste e de NE na região Centro-Oeste.

No estudo de Mello (1983) ficou evidenciado que, durante os períodos secos no Nordeste, os ventos Alísios de SE possuem uma magnitude superior

à dos períodos chuvosos na baixa troposfera sobre a região Nordeste do Brasil. Essas conclusões encontram-se em concordância com os resultados de Hastenrath e Heller (1977).

As componentes do vento, por si só, não são partes integrantes do balanço de água, mas estão diretamente envolvidas nele. A intensidade e direção do vento são variáveis de grande interesse nos estudos de balanço hídrico, pois, a convergência do fluxo de umidade na atmosfera, que é função das componentes do vento, é uma das variáveis-chave no cálculo do balanço de água.

A convergência ou divergência de ventos em uma determinada faixa de latitude, em geral, é decorrente das configurações impostas pelos sistemas meteorológicos de grande escala ou até mesmo de escala sinótica. Uma das áreas

do Globo Terrestre bastante conhecida devido à convergência de vento é a região onde se localiza a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical). Ressalta-se que a ZCIT não é fixa no espaço, pois, apresenta uma variação latitudinal de 12°N a 5°S.

Um outro sistema meteorológico que tem produzido convergência dos ventos sobre o oceano Atlântico Sul e continente Sul-americano é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que é convencionalmente definida como uma persistente faixa de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende do sul da Amazônia ao Atlântico Sul-Central por alguns milhares de quilômetros, bem caracterizada nos meses de verão (NOBRE, 1988).

A propósito, uma matéria da revista Globo Rural Online de dezembro de 2001 a ZCAS foi conceituada da seguinte maneira: “A ZCAS funciona para a meteorologia como a correição de formiga para o homem do campo: esperança de águas fartas. Ela tem hora certa para aparecer, em geral, entre novembro e março. Sua ausência explica em grande medida a seca, as chuvas esparsas e irregulares no ano 2000 e em 2001. É a ZCAS que traz boa parte das chuvas para o interior do Brasil. Sem ela, nada feito”. É importante mencionar que a Bacia do Rio São Francisco está inserida no interior do Brasil, portanto, é uma das áreas que recebe chuvas produzidas pela ZCAS.

Da Silva et al. (2001), ao estudarem a distribuição espaço-temporal das chuvas na Bacia do rio São Francisco, concluíram que o principal mecanismo produtor de precipitação é a ZCAS,

causada, principalmente, pelas frentes frias. Em muitos casos, no período de novembro a março, as frentes frias ficam estacionadas sobre o Estado de Minas Gerais e sul da Bahia por um período superior a uma semana e essa zona de estacionamento preferencial de sistemas frontais em que ocorre convergência dos ventos é onde, em geral, encontra-se a ZCAS (NOBRE, 1988).

A ZCAS é ainda um sistema pouco estudado, principalmente no que se refere à sua influência na precipitação no Nordeste. A ZCAS foi constatada climatologicamente devido ao seu caráter semi-estacionário e parece influenciar bastante na precipitação do sul e oeste do Nordeste (FERREIRA et al., 2004).

Diversos fatores foram citados por pesquisadores como importantes na formação da ZCAS. Oliveira (1986) propôs a convecção tropical (CT) observada no verão que é organizada como uma faixa de nebulosidade associada a um sistema frontal que se desloca em direção nordeste, enquanto Carleton (1979) observou que ocorre que durante os meses de a circulação zonal mais fraca na faixa de latitude de 25°S a 15°S, o que pode levar a formação de zonas de convergência.

Com relação à variabilidade temporal da ZCAS, ela é atuante de novembro a abril e está diretamente associada à estação chuvosa de importantes regiões do Brasil, como o sul e oeste do Nordeste, sul da Amazônia, região Sudeste do Brasil (SE), e também o Estado de Goiás. A ZCAS comumente desaparece por períodos de vários dias a semanas, e praticamente inexistente no período de inverno (NOBRE, 1988).

Os mecanismos que originam e mantêm a ZCAS não estão ainda totalmente definidos, porém, estudos observacionais e numéricos indicam que esse sistema sofre influências tanto de fatores remotos quanto locais. Aparentemente, as influências remotas, tal como a convecção na ZCPS, modulam o início, duração e localização da ZCAS, enquanto os fatores locais são determinantes para a ocorrência desse fenômeno, ou seja, sem eles o sistema provavelmente não existiria (NOBRE, 1988).

Para Da Silva (2005), a ZCAS atua na produção de chuva de novembro a março nas sub-bacias do Alto São Francisco (ASF) e Médio São Francisco (MSF). Ressalta-se que as precipitações observadas de abril a julho na sub-bacia do Baixo São Francisco (BSF), em geral, são decorrentes da atuação de perturbações ondulatórias de leste e da Zona de Convergência Secundária do Leste do Nordeste do Brasil (SILVA et al., 1993),

O objetivo principal deste trabalho é analisar o comportamento do vento ao longo da bacia hidrográfica do rio São Francisco durante a época de ocorrência da ZCAS (novembro a março), pois ela se localiza nas áreas de convergência dos ventos. O conhecimento do posicionamento da ZCAS é fundamental em estudo do meio ambiente da bacia do São Francisco, uma vez que este é o principal mecanismo produtor de chuvas sobre a Bacia.

Por outro lado, a ZCAS é a região onde ocorre convergência de umidade transportada pelo vento. Portanto, uma investigação do comportamento do vento sobre a Bacia deve ser o primeiro passo para um melhor entendimento do principal sistema indutor de chuvas na

região, o que justifica a realização desse estudo.

Um segundo objetivo é verificar se em anos de ocorrência de eventos El Niño ou La Niña são observados padrões de convergência de umidade sobre a Bacia.

Metodologia

A área de estudo é a bacia do rio São Francisco, que foi dividida em faixas de longitudes (45° W, $42,5^{\circ}$ W e 40° W) ao longo das latitudes de 5° S a 25° S.

Foram utilizados dados mensais das componentes u (zonal) e v (meridional) do vento para o período de novembro de 1982 a abril de 1994, obtidos da Reanálise do NCEP/NCAR (National Center Environment Prediction/National Center for Atmospheric Research) através de um CD distribuído aos sócios da Sociedade Americana de Meteorologia junto com o boletim de março de 1996. Os mesmos são dados em pontos de grade com resolução de $2,5^{\circ} \times 2,5^{\circ}$.

Foram feitos gráficos da média climática e da magnitude da velocidade do vento para as longitudes de 45° W, $42,5^{\circ}$ W e 40° W nos meses de novembro a abril de 1982 a 1994. Também foram gerados gráficos de fluxo de convergência de umidade no software PC GrADS, visando observar possíveis diferenças do posicionamento dos máximos e mínimos, em diferentes eventos de El Niño (anos de 1982/83 e 1991/92) e La Niña (1988/89) e como se comporta a ZCAS.

Resultados

Nas figuras 2 e 3 são apresentadas as componentes zonal (u) e meridional (v) do vento para a longitude de 45° W

na faixa de longitude de 25° S a 5° S. Observa-se que entre 25°S e 22,5°S de dezembro a fevereiro, meses de verão, o escoamento é de sudeste e em novembro, final da primavera, e em março-abril, início do outono, o escoamento é de nordeste. Nas demais latitudes (20° a

5° S), o escoamento é de nordeste, com exceção do mês de abril, entre as latitudes de 17,5° a 7,5° S. Esta configuração do escoamento está relacionada com o posicionamento e intensidade da alta pressão do Atlântico Sul, como sugerido por Varejão-Silva (2001). Ressalta-

Figura 2. Médias climáticas da componente u do vento a 10 m para longitude de 45° W

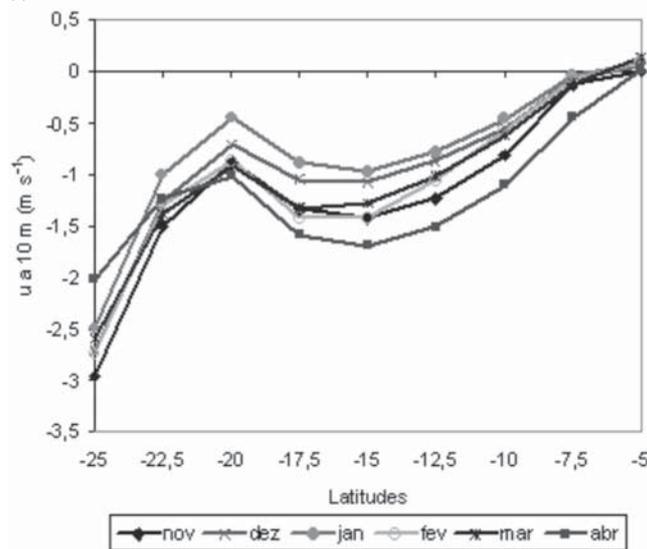
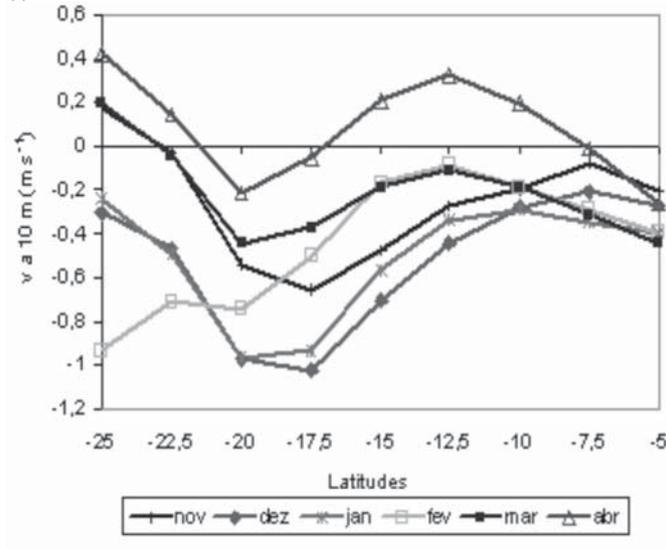


Figura 3. Médias climáticas da componente v do vento a 10 m para longitude de 45° W



se que ao longo de 45°W a bacia do São Francisco está confinada entre as latitudes de 21°S e 10,5°S. Portanto, ao longo de toda Bacia tem-se escoamento de nordeste, exceto nos meses de verão nos quais são observados convergência de vento no sul da Bacia. Isto ocorre devido ao Anticiclone semi-permanente do Atlântico sul.

Na figura 4 é mostrada a magnitude do vento para a longitude de 45° W. Verifica-se que os menores valores ocorreram em 20° S e 7,5° S; o primeiro é indicativo da posição média meridional convergência da ZCAS, na longitude de 45°W, e o segundo ainda necessita de uma investigação mais detalhada, mas possivelmente seja por motivo topográfico. A coordenada 45°w e 7,5°S pertence à bacia do rio Parnaíba, portanto, fora do São Francisco.

Os resultados mostrados nas figuras 2 a 4 são para condições médias climáticas. Entretanto, quando se faz uma análise individual mês a mês verifica-se

que as faixas de convergência de vento apresentam uma grande variabilidade interanual. Em janeiro/fevereiro de 1983 ocorreu convergência ao sul de 25°S, enquanto em janeiro/fevereiro de 1989 a convergência se deu em torno de 15°S. Estes resultados concordam com os de Ferreira et al. (2004).

O mínimo da magnitude do vento em 45°W e 20°S, no curso do Alto São Francisco é devido à convergência da ZCAS, que é o grande responsável pelas chuvas nesta parte da bacia, mostrando a importância do vento na produção de precipitação e, conseqüentemente, da vazão do rio.

As componentes zonal (u) e meridional (v) na longitude de 42,5° W e latitudes entre 5°S e 25°S são mostradas nas figuras 5 e 6, respectivamente. Observa-se que, em todas as faixas de latitudes, o escoamento é de nordeste de novembro a março e em abril, o escoamento é de sudeste entre 17,5°S e 7,5° S (Figura 6). Em 42,5°W a bacia do

Figura 4. Magnitude do vento a 10 m para longitude de 45° W

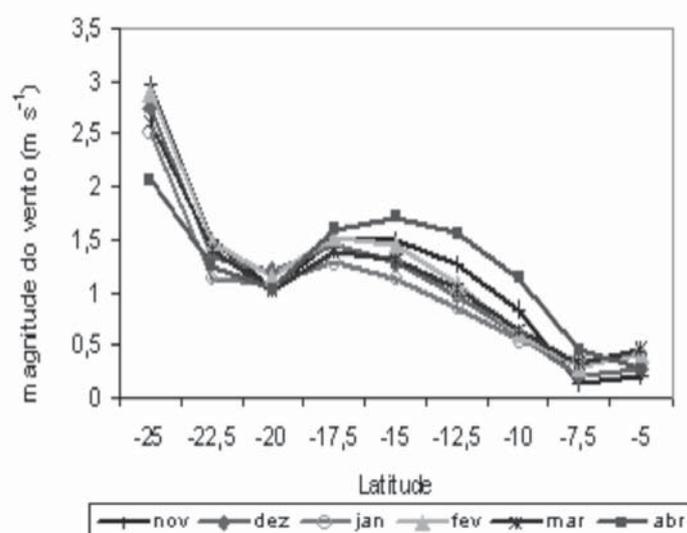


Figura 5. Médias climáticas da componente u do vento a 10 m para longitude de 42,5° W

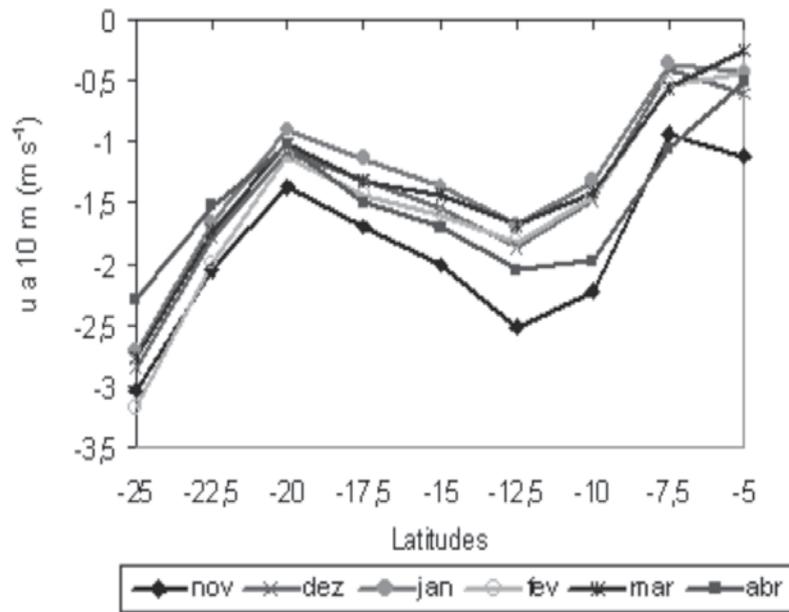


Figura 6. Médias climáticas da componente v do vento a 10 m para longitude de 42,5° W

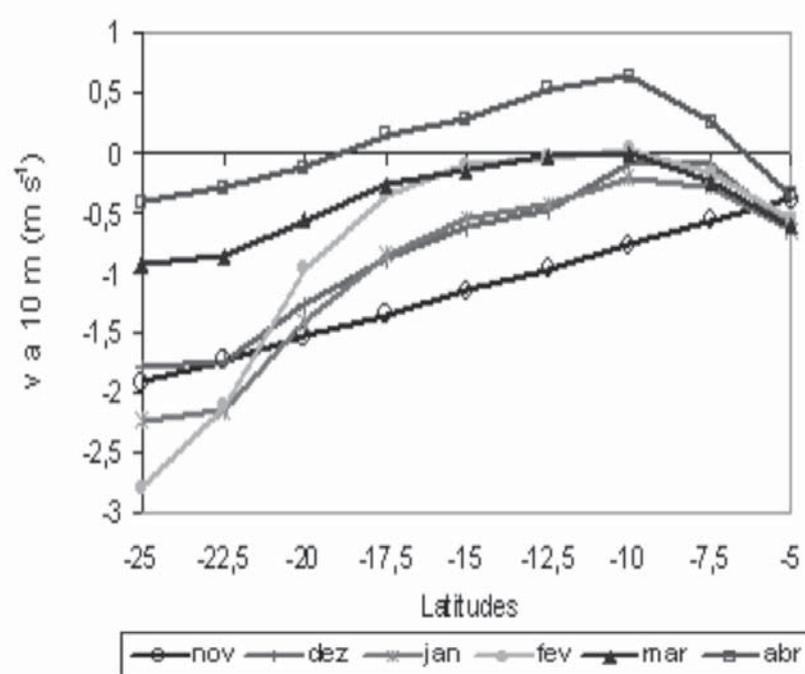


Figura 7. Magnitude do vento a 10 m para longitude de 42,5° W

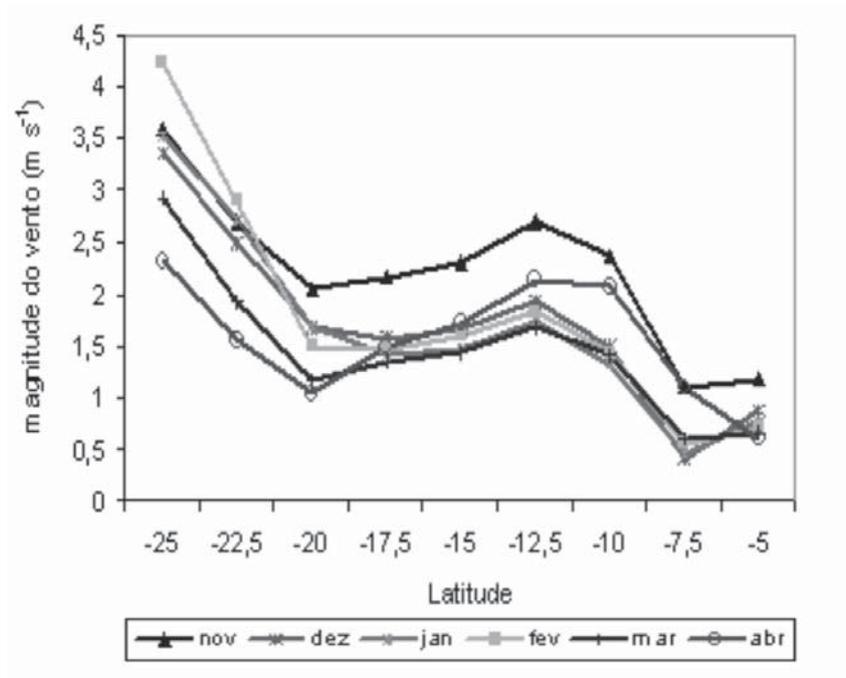


Figura 8. Médias climáticas da componente u do vento a 10 m para longitude de 40° W

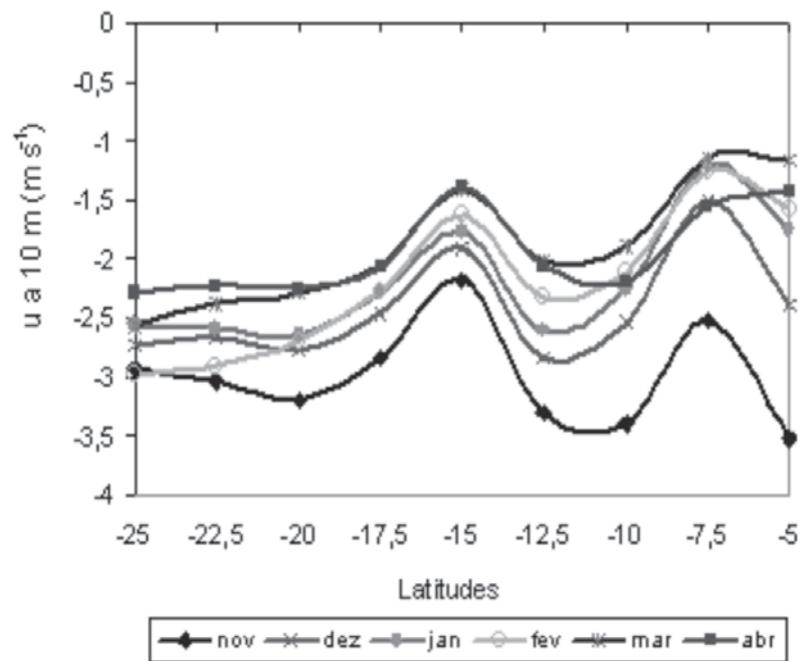


Figura 9. Médias climáticas da componente v do vento a 10 m para longitude de 40° W

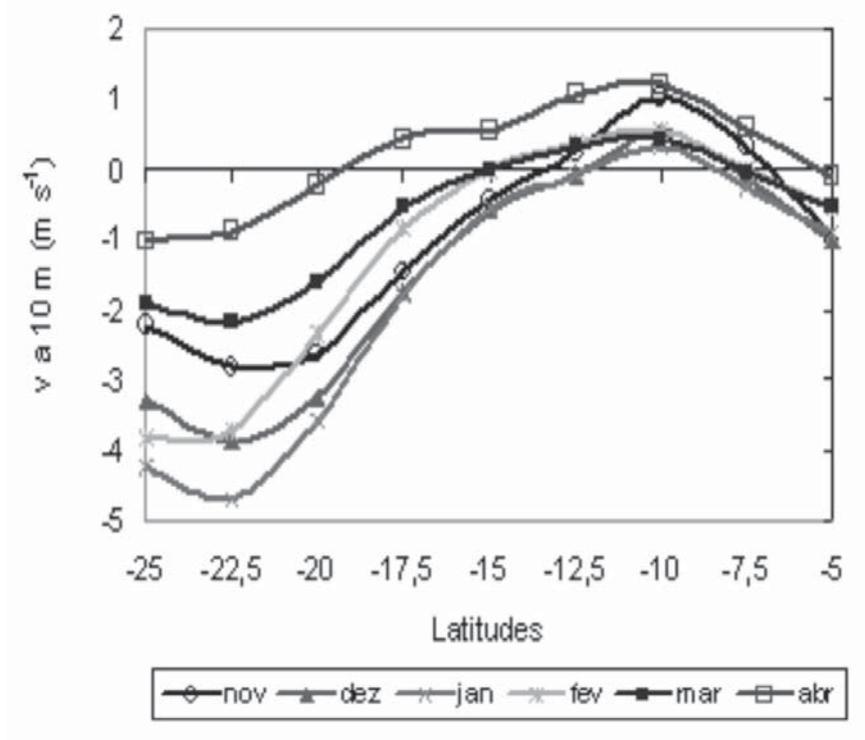
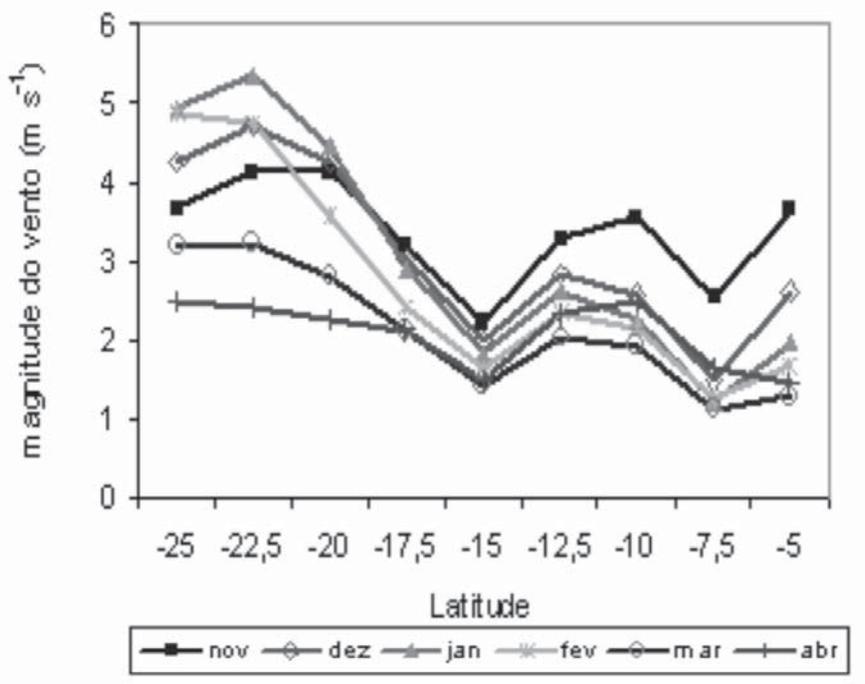


Figura 10. Magnitude do vento a 10 m para longitude de 40° W



rio São Francisco encontra-se entre as latitudes de 18°S e 9°S.

Sobre a bacia é observada a mesma configuração da magnitude do vento na longitude de 45°W, entretanto, os valores da magnitude apresentam mudanças significativas ao longo dos meses do ano, pois, em novembro o vento é de 2 m s⁻¹ passando a 1 m s⁻¹ em abril. Possivelmente, isto ocorra porque, em geral, em novembro a ZCAS ainda se encontra ao sul 22,5°S (NOBRE, 1988).

O posicionamento da ZCAS em 20°S, na mesma faixa de longitude, mostra que a mesma tem influência na produção de chuvas em todo Alto São Francisco, e, conseqüentemente, é responsável pelo escoamento de água ao longo de toda bacia. Isto mostra que a convergência de escala sinótica dos ventos, no verão sobre a bacia do Alto São Francisco é fundamental para manter o aporte de água do meio ambiente regional.

Assim, como na longitude de 45°W, em 42,5°W, a ZCAS também apresenta uma grande variabilidade interanual no seu posicionamento meridional.

Nas figuras 8 e 9 pode-se visualizar o comportamento das médias das componentes zonal (u) e meridional (v) do vento nos meses de novembro a abril de 1982 a 1994 para a longitude de 40° W. Ao longo da longitude de 40° W observa-se escoamento de sudeste em torno de 10° S (12,5° S a 7,5° S) de novembro até abril e escoamento de nordeste ao sul de 15° S, exceto abril.

A configuração da magnitude (Figura 10) do vento em 40° W está relacionada com a alta pressão do Atlântico Sul, pois à medida que se desloca em direção à Alta do Atlântico

Sul aumenta-se o gradiente de pressão, ou seja, o gradiente de pressão é mais elevado em 40° W do que 45° W; entretanto, o contraste oceano-contidente (17,5° S) e a orografia também são importantes, pois, em torno de 15° -12,5° S tem-se o Planalto Baiano e próximo de 10°S está a planície do Raso da Catarina. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Hastenrath e Heller (1977).

Ao longo da longitude de 40°W a faixa sobre a bacia do rio São Francisco vai de 11°S a 7,5°S. Nesta área é observado vento de sudeste. Em 40°W as menores magnitudes do vento são observadas em 15°S e 7,5°S (Figura 10), possivelmente devido a efeito topográfico, ou seja, a convergência dos ventos devido à orografia também produz chuva sobre a bacia, mas de magnitude inferior as da ZCAS.

No estudo da convergência de umidade durante o El Niño de 1982/83 (Figura 11), verificou-se que na costa norte do Nordeste e costa do Norte do Brasil estão os maiores valores de convergência de umidade possivelmente relacionados com a ZCIT, enquanto que, sobre a bacia do rio São Francisco a convergência de umidade é quase nula ao longo de toda sua extensão desde a nascente até a foz. No entanto, durante o El Niño de 1991/1992 (Figura 12) observou-se convergência na nascente do rio e divergência na foz. Isto mostra que durante período de El Niño não é observado nenhum padrão típico de escoamento de umidade sobre a bacia do rio São Francisco, ou seja, um evento EN tanto pode atuar para um aumento de transporte de umidade para a bacia como para uma diminuição deste transporte.

Figura 11. Média da umidade específica durante o EN de 1982/83

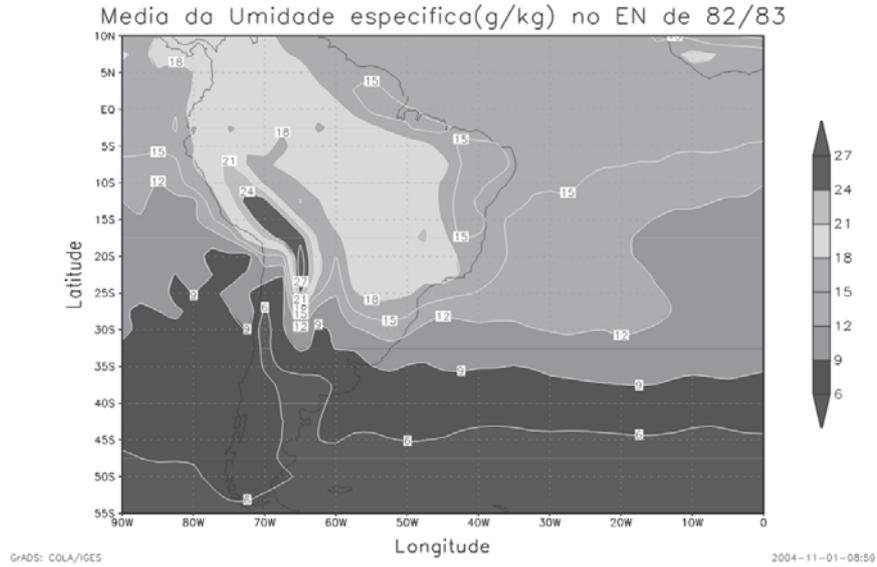
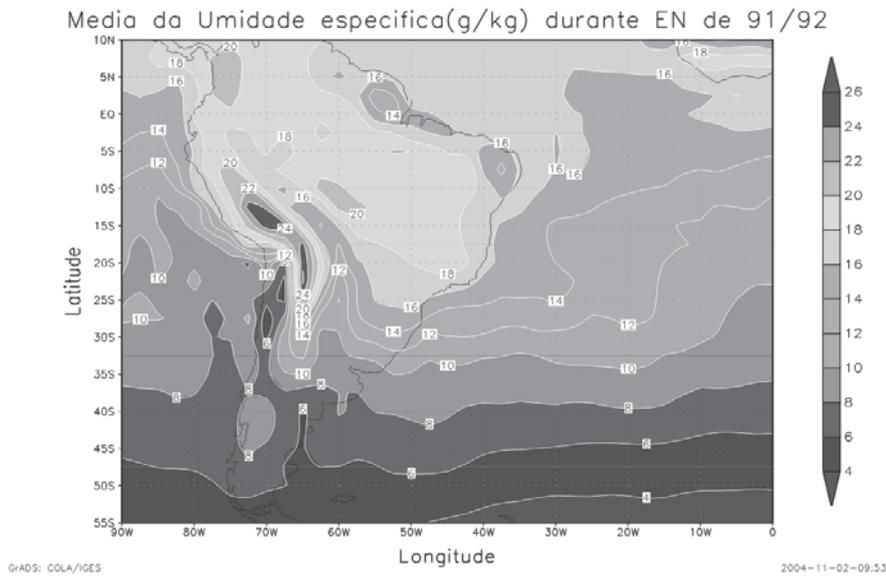


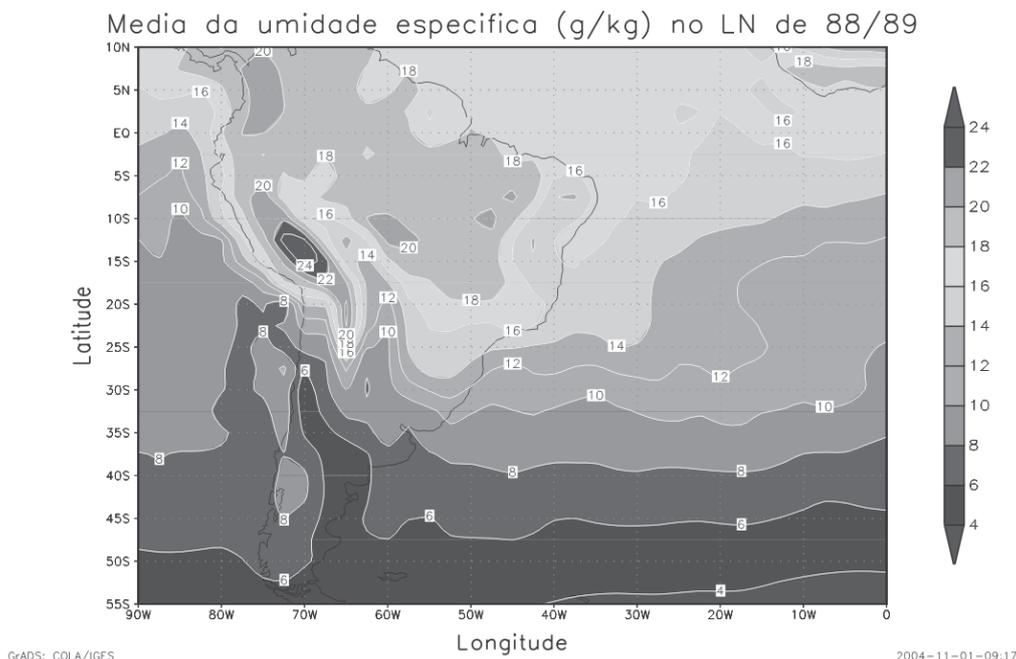
Figura 12. Média da umidade específica durante o EN de 1991/92



Por outro lado, os eventos de La Niña (Figura 13) são capazes de aumentar levemente a convergência de umidade sobre a bacia, como observado no fluxo de umidade sobre a bacia durante o LN de 1988/89.

A configuração tipo ZCAS, no campo da precipitação, foi melhor definida nos anos de El Niño do que no ano de La Niña (1988-89), possivelmente em decorrência do gradiente norte-sul da precipitação, pois, em ano de La Niña,

Figura 13. Média da umidade específica durante o LN de 1988/89



a precipitação no norte tende a ser mais elevada que em anos de El Niño, fazendo com que nos anos de La Niña seja observado um padrão claro da ZCAS.

Ferreira et al. (2004) também caracterizaram a ZCAS através da circulação atmosférica e da atividade convectiva em anos de EN e LN e concluíram que ocorre maior intensificação da convecção sobre o Oceano Atlântico Sudoeste para anos de EN e maior convecção sobre o continente em anos de LN.

Conclusões

A posição média da ZCAS em torno de 20° S entre as longitudes de 42,5° W e 45° W é fundamental para produção de chuva sobre a bacia do rio São Francisco.

Ao norte e ao sul da latitude de 20°S, ou seja, ao norte e sul da ZCAS, foram observadas faixas de ventos mais fortes, produzindo uma maior convergência de umidade na região da ZCAS.

Ao longo da longitude de 40° W a convergência de vento ocorre em torno da latitude de 15°S devido ao efeito topográfico.

Durante os eventos de El Niño não é observado nenhum padrão tipo de escoamento de umidade ao longo de toda bacia do rio São Francisco, ou seja, em alguns episódios de El Niño pode ser observado aumento de umidade sobre a bacia, enquanto em outros se observa uma diminuição.

Durante evento de La Niña observa-se uma leve convergência de umidade sobre a bacia do rio São Francisco.

Referências

- AB'SÁBER, A.N. Topografia, paisagem e ecologia. *Scientific American Brasil*, 32. ed., p. 122, janeiro de 2005.
- CARLETON, A. M. A Synoptic Climatology of satellite-observed extra-tropical cyclone activity for the Suthern Hemisphere winter. *Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser.*, n° 27, p. 265-279, 1979.
- CAVALCANTE, A. Jardins suspensos no sertão. *Scientific American Brasil*, ed.32, p. 38-38, janeiro de 2005.
- CODEVASF. *Almanaque Vale do São Francisco*, 412 p., 2001.
- DA SILVA, D. F.; MOLION, L. C. B.; LEMES, M. A. M. Variabilidade espacial das chuvas na Bacia do Rio São Francisco, In: *II Encontro nordestino de Biogeografia*, Anais... Maceió-Al. 2001.
- DA SILVA, D. F. *Variabilidade Espacial e Temporal de componentes dos Balanços de Água e de Energia sobre a Bacia do rio São Francisco com ênfase para a região da ZCAS*. Campina Grande. 132f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), UFCG. 2005.
- FERREIRA, N. J.; SANCHES, M.; SILVA DIAS, M. A. F. Composição da Zona de Convergência do Atlântico Sul em períodos de El Niño e La Niña. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.19, n.1, p. 89-98, 2004.
- Globo Rural: *A Zona de Convergência do Atlântico Sul*. (Revista Globo Rural). Disponível em: <<http://globorural.globo.com/barra.asp?d=/edic/195/girot.htm>>. Acesso em: 20 out. 2007.
- HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of Climatic hazards in Northeast Brazil. *Quarterly, Journal of the Royal Meteorological Society*, n° 103, v. 435, p.77-92, Jan. 1977.
- MELLO, C. C. *Um Estudo dos Aspectos Sinóticos da Região Nordeste do Brasil*. Campina Grande, 1983. 356 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), - UFCG.
- NOBRE, C. A., *Ainda sobre a Zona de Convergência do Atlântico Sul: a importância do Oceano Atlântico*. *Climanálise*, v. 3, n° 4, p. 30-33, 1988.
- OLIVEIRA, A. S. *Interação entre sistemas na América do Sul e convecção na Amazônia*. São José dos Campos, 1986. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas espaciais, INPE (INPE-4008-TDL/239).
- SILVA, A. M.; BRITO, J. I. B.; UVO, C. R. B. ; NOBRE, C. A. Previsibilidade da estação chuvosa do leste do Nordeste. REUNIÃO ANUAL DA SBPC 45. *Anais...* v.1, 681 p., UFPE, 11 a 16 de Julho de 1993.
- TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. *Meteorologia Descritiva: Fundamentos e Aplicações Brasileiras*, v. 01, 374 p., Livraria Nobel, Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - SP, 1980.
- VAREJÃO SILVA, M. A. *Meteorologia e Climatologia*, 2. ed., Pax gráfica e editora, 532 p., Brasília – DF, julho de 2001.

