



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE METEOROLOGIA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GLEYCIANO MENDES TEIXEIRA

**ESTUDO DE CASO DA OSCILAÇÃO DE MADDEN-JULIAN E SUA
INFLUÊNCIA NA VARIABILIDADE CLIMÁTICA INTRASAZONAL
DA AMAZÔNIA E NORDESTE BRASILEIRO**

245

BELÉM – PARÁ
DEZEMBRO – 2008

GLEYCIANO MENDES TEIXEIRA

**ESTUDO DE CASO DA OSCILAÇÃO DE MADDEN-JULIAN E SUA INFLUÊNCIA
NA VARIABILIDADE CLIMÁTICA INTRASAZONAL DA AMAZÔNIA E
NORDESTE BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Faculdade de Meteorologia do Instituto de
Geociências (IG) da Universidade Federal do Pará
(UFPA), como requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Meteorologia.

Orientador: Prof. Dr. Everaldo Barreiros de Souza

Belém - PA

2008

GLEYCIANO MENDES TEIXEIRA

**ESTUDO DE CASO DA OSCILAÇÃO DE MADDEN-JULIAN E SUA INFLUÊNCIA
NA VARIABILIDADE CLIMÁTICA INTRASAZONAL DA AMAZÔNIA E
NORDESTE BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Faculdade de Meteorologia do Instituto de
Geociências (IG) da Universidade Federal do
Pará (UFPA), como requisito para a obtenção do
título de Bacharel em Meteorologia.

Aprovado em ____/____/____.

Banca examinadora:

Prof. Everaldo Barreiros de Souza – Orientador
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Prof. Galdino Viana Mota – Membro
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Prof. Alexandre M. Casseb do Carmo – Membro
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Prof. Paulo Fernando de Souza Souza
Diretor da Faculdade de Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Dedico este trabalho à:

Minha "FORTALEZA" Odenize Maria Dos Santos Mendes;
por sempre me apoiar em todas as minhas decisões e me
incentivar a nunca desistir dos meus objetivos.

Meu querido AMIGO e Padrasto Antonio Carlos Barbosa
Gavinho (*in memoriam*); por me ensinar a disciplina e o
valor das coisas simples e boas da vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por iluminar meu caminho e sempre atender minhas orações.

À minha mãe Odenize Maria Dos Santos Mendes e meu Padrasto Antonio Carlos Barbosa Gavinho.

Ao Prof. Dr. Everaldo Barreiros de Souza por ter orientado este trabalho e por ter me dado a primeira oportunidade de demonstrar e aprimorar meus estudos acadêmicos.

Ao Projeto “Rede Estadual de Previsão Climática e Hidrometeorológica do Estado do Pará – RPCH” pela estrutura e espaço físico onde pude realizar todo este trabalho.

À todos os meus amigos da turma de 2005 e as amizades realizadas ao longo do período acadêmico em especial a Daniela dos Santos Ananias, Andréia Campos Tavares, Raimundo Nonato Aarão, Ciane Maciel, Kleber Brandão e Luciano Davi pelos momentos felizes e de amizade verdadeira.

A Simone Matos por me ajudado nos estudos e ao Douglas Batista pelas dicas e conselhos na elaboração deste trabalho.

MUITO OBRIGADO!!!

Há que tornar a ungir os cavalos guerreiros e
levar a luta até ao fim; porque quem nunca descansa,
quem com o coração e o sangue pensa em conseguir o
impossível, esse triunfa!
(I Ching)

RESUMO

Dados observacionais analisados no presente trabalho evidenciaram que a estação chuvosa dos anos de 1992 e 1994 caracterizou-se com um padrão sazonal de precipitação predominantemente abaixo e acima do normal, respectivamente, em associação as condições desfavoráveis (favoráveis) de TSM sobre o Atlântico intertropical. Com base em estudos de caso, foram analisadas as variações intrasazonais (estimadas em médias semanais) de convecção tropical e de precipitação sobre a Amazônia e Nordeste do Brasil resultantes da atuação da Oscilação de Madden-Julian (OMJ), antes e durante a sua passagem pela América do Sul. Os resultados demonstraram que há variações intrasazonais significativas induzidas pela propagação da OMJ, independente da modulação sazonal do Oceano Atlântico, quer seja favorável ou desfavorável ao padrão de chuva sazonal. Portanto, mesmo num ano com chuvas abundantes observadas no período chuvoso (como observado em 1994) ou com chuvas deficientes (como observado em 1992), a passagem da OMJ pode, efetivamente, modificar a atividade convectiva associada à Zona de Convergência Inter Tropical e Zona de Convergência do Atlântico Sul e alterar o sinal da precipitação regional.

Palavras-chave: Climatologia. Oscilação de Madden-Julian. Precipitação. Variabilidade intrasazonal. Amazônia. Nordeste Brasileiro.

ABSTRACT

Observational data analyzed in this study showed that the rainy season during 1992 and 1994 years were characterized by a seasonal precipitation pattern predominantly drier and wetter than normal, respectively, in association with unfavorable (favorable) SST conditions verified in the intertropical Atlantic. Based on case studies, the intraseasonal variations (as estimated from weekly means) of tropical convection and precipitation over Amazon and Brazil Northeast related to propagation of the Madden-Julian oscillation (OMJ), before and during its passage through South America were investigated. The results showed that there are significant intraseasonal variations induced by the OMJ, independent of the Atlantic seasonal modulation to be favorable or unfavorable to the seasonal precipitation. Therefore, even in years with abundant rainfall observed during the rainy season (as observed in 1994) or with deficient rainfall (as observed in 1992), the passage of OMJ can effectively change the convective activity associated with Inter Tropical Convergence and Zone and Convergence Zone of the South Atlantic and thus change the sign of regional precipitation.

Key words: Climatology. Madden-Julian oscillation. Precipitation. Amazon. Brazil Northeast. Intraseasonal variability.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Secção transversal vertical da OMJ e sua propagação sobre o cinturão tropical do globo. Fonte: Madden e Julian (1971, 1972).....	16
FIGURA 2. Evolução esquemática das variações da convecção tropical (ROL) associada a propagação da OMJ ao redor do globo. Fonte: Weickmann et al. (1985, p. 948).....	17
FIGURA 3. Diagrama esquemático da estrutura tridimensional vertical de uma OMJ. Os círculos ovais (vermelhos) azuis indicam circulações (ciclônica) anticiclônicas. As setas pretas indicam o padrão de vento com convergência em baixos níveis, movimento ascendente troposférico e divergência na altos níveis. Fonte: Rui e Wang (1990).	19
FIGURA 4. Esquematização da seleção dos episódios individuais da OMJ propagando-se para leste ao longo do cinturão tropical ao redor do globo.....	24
FIGURA 5. Anomalias sazonais (média trimestral de janeiro a março de 1992) de TSM ($^{\circ}\text{C}$), ROL (W/m^2) e precipitação durante a estação chuvosa de 1992.	26
FIGURA 6. Anomalias sazonais (média trimestral de janeiro a março de 1994) de TSM ($^{\circ}\text{C}$), ROL (W/m^2) e precipitação durante a estação chuvosa de 1994.	27
FIGURA 7. Diagrama de Hovmöller das anomalias semanais de ROL (cores; unidade: W/m^2) e anomalias negativas de CHI em 200 hPa (isolinhas verdes; unidade: m^2/s^2). No eixo y têm-se os meses de dezembro/1991 a fevereiro/1992 e os números de 1 a 10 representam o tempo em semanas. A linha diagonal indica a propagação da OMJ. As anomalias referem-se à média entre 5°S - 5°N conforme ilustra o mapa na base da figura.	28
FIGURA 8. Idem a FIGURA 7, porém para os meses de janeiro a março de 1994.....	29
FIGURA 9. Evolução temporal das anomalias semanais de ROL (cores; unidade: W/m^2) e anomalias de CHI em 200 hPa (isolinhas; unidade: m^2/s^2) durante os meses	

de dezembro/1991 a janeiro/1992. Os números de 3 a 10 representam o tempo em
semanas..... 31

FIGURA 10. Evolução temporal das anomalias semanais de TSM (painel à esquerda;
unidade: °C) e anomalias de ROL (painel à direita; unidade: W/m^2) durante os meses
de dezembro/1991 a janeiro/1992. Os números de 3 a 10 representam o tempo em
semanas..... 33

FIGURA 11. Evolução temporal das anomalias semanais de precipitação (mm)
durante os meses de dezembro/1991 a janeiro/1992. Os números de 3 a 10
representam o tempo em semanas. 34

FIGURA 12. Evolução temporal das anomalias semanais de ROL (cores; unidade:
 W/m^2) e anomalias de CHI em 200 hPa (isolinhas; unidade: m^2/s^2) durante os meses
janeiro e fevereiro de 1994. Os números de 6 a 11 representam o tempo em semanas. 36

FIGURA 13. Evolução temporal das anomalias semanais de TSM (painel à esquerda;
unidade: °C) e anomalias de ROL (painel à direita; unidade: W/m^2) durante os meses
janeiro e fevereiro de 1994. Os números de 6 a 11 representam o tempo em semanas. 38

FIGURA 14. Evolução temporal das anomalias semanais de precipitação (mm)
durante os meses janeiro e fevereiro de 1994. Os números de 6 a 11 representam o
tempo em semanas..... 39

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AS –América Do Sul

CHI - Velocidade Potencial

CPC – *Climate Prediction Center*

Eofs – Funções Ortogonais Empíricas

NCEP – *National Centers For Environmental Prediction*

NEB– Nordeste Brasileiro

NOAA– *National Oceanic And Atmospheric Administration*

OMJ – Oscilação De Madden-Julian

PNM – Pressão Ao Nível Médio Do Mar

PRP - Precipitação

ROL–Radiação De Onda Longa

TSM – Temperatura Da Superfície Do Mar

VCAN – Vórtice De Altos Níveis

ZCAS – Zona De Convergência Do Atlântico Sul

ZCIT – Zona De Convergência Intertropical

ZCPS – Zona De Convergência Do Pacífico Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 ESTRUTURA GLOBAL DA OMJ	16
2.2 IMPACTO DA OMJ NA AMÉRICA DO SUL.....	20
3 DADOS E METODOLOGIA.....	22
3.1 DADOS.....	22
3.2 ESTRATÉGIA DA ABORDAGEM OBSERVACIONAL	23
3.3 CRITÉRIO DE SELEÇÃO DOS EPISÓDIOS DA OMJ	23
4 RESULTADOS	25
4.1 ANÁLISE SAZONAL.....	25
4.2 ANÁLISE INTRASAZONAL: ESTUDO DE CASO DA OMJ	27
4.2.1 Seleção dos eventos da OMJ	27
4.2.2 Análise de um caso da OMJ no ano desfavorável (1992)	30
4.2.3 Análise de um caso da OMJ no ano favorável (1994).....	35
5. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Descoberta por dois pesquisadores norte-americanos, R. Madden e P. Julian, no início da década de 70, a oscilação intrasazonal ou oscilação de 30-60 dias ou Oscilação de Madden-Julian (OMJ), como atualmente é mais conhecida, é definida como um mecanismo do tipo onda atmosférica tropical (Madden e Julian, 1970; 1971). Análises observacionais publicadas nas últimas duas décadas demonstraram que a OMJ funciona como o modo climático dominante da variabilidade atmosférica e convecção tropical do globo na escala intrasazonal (Madden e Julian, 1994). A variabilidade intrasazonal é uma variação que se processa dentro de um período sazonal, por exemplo, dentro da estação chuvosa.

Basicamente, a OMJ consiste de um mecanismo de escala planetária com distúrbios em ambos os padrões tropicais de circulação e de convecção úmida profunda, o qual propaga-se para leste ao longo do equador como uma onda atmosférica tropical, cujo ciclo completo ao redor do globo apresenta duração de aproximadamente 30 a 60 dias (Souza e Ambrizzi, 2006). Durante o seu ciclo de vida, o ambiente de grande escala da OMJ afeta diretamente a variabilidade atmosférica regional das inúmeras regiões oceânicas e continentais dentro dos trópicos, inclusive na América do Sul (Kousky e Kayano, 1994; Repelli et al., 1998; Souza e Ambrizzi, 2006).

Souza e Ambrizzi (2006), com base na composição de 21 eventos intrasazonais, evidenciaram a assinatura da OMJ funcionando como o principal mecanismo de escala global capaz de induzir variações significantes na precipitação regional sobre o leste da Amazônia e Nordeste do Brasil. Durante a fase de convecção profunda associada à OMJ, quando da sua passagem sobre os trópicos da América do Sul e Oceano Atlântico, verifica-se um coerente sinal de anomalias positivas de precipitação se expandindo espacialmente e intensificando-se num sinal de propagação de sul para norte.

Por outro lado, no que se refere à variabilidade climática na escala de tempo sazonal (estações do ano) e interanual (de ano para ano), em particular da Amazônia e Nordeste do Brasil, que são as regiões foco do presente trabalho, inúmeros trabalhos científicos comprovaram a modulação exercida pelos modos climáticos de grande escala dominantes sobre os dois oceanos tropicais adjacentes: O Oceano Pacífico e o Oceano Atlântico tropical. Tais modos climáticos desencadeiam interações acopladas entre o oceano e a atmosfera e estão relacionados basicamente ao:

- Ciclo do El Niño/Oscilação Sul (ENOS) sobre o Oceano Pacífico (Trenberth, 1997);
- Fases do Gradiente meridional e inter-hemisférico das anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) na bacia intertropical do Oceano Atlântico (Nobre e Shukla, 1996; Souza et al., 1998; Souza et al., 2000).

O ciclo do ENOS apresenta duas fases extremas conhecidas como El Niño e La Niña. As condições de El Niño associam-se ao aquecimento anômalo em grande-escala nas águas oceânicas sobre o oceano Pacífico equatorial centro-leste, perdurando por pelo menos cinco meses entre o verão e outono do HS. Inversamente, as condições de La Niña relacionam-se ao resfriamento anormal das águas oceânicas equatoriais sobre a bacia centro-leste (Trenberth, 1997).

No Atlântico, as fases do gradiente consistem da fase em que o gradiente térmico inter-hemisférico aponta para a bacia norte (sul) do Atlântico intertropical, em associação a presença concomitante de anomalias positivas/negativas (negativas/positivas) de TSM na bacia norte/sul do Atlântico. A situação do gradiente apontando em direção ao Atlântico Norte também é conhecida como Dipolo positivo. E a condição oposta, gradiente apontando em direção ao Atlântico Sul, também é conhecida como Dipolo negativo (Moura e Shukla, 1981; Souza e Nobre, 1998).

Souza et al. (2005), com base nos tradicionais índices de monitoramento do ENOS e do Gradiente de TSM no Atlântico observados entre 1982-2001, definiram dois cenários de contraste climático caracterizados como Cenário Favorável (FAV) e Cenário Desfavorável (DESAFV) ao regime chuvoso da Amazônia e Nordeste. O cenário DESAFV caracteriza-se pela manifestação simultânea de El Niño sobre o Pacífico e do gradiente térmico apontando para a bacia norte do Atlântico intertropical (ou dipolo positivo). O cenário FAV caracteriza-se pela ocorrência concomitante de La Niña sobre o Pacífico e do gradiente térmico apontando para a bacia sul do Atlântico intertropical (ou dipolo negativo). Ambos cenários provocam mudanças significativas nas circulações de Walker e Hadley, de maneira que no cenário DESAFV (FAV) observa-se a predominância de anomalias de vento descendente (ascendente) na região equatorial que resultam na inibição (intensificação) da ZCIT ao sul do equador e conseqüentemente contribuem diretamente para um regime chuvoso predominantemente seco (chuvoso) em grande parte da Amazônia oriental e Nordeste do Brasil.

1.1. OBJETIVO

Considerando a modulação do Oceano Atlântico na estação chuvosa da Amazônia e Nordeste em anos FAV e DESFAV, existem indicações de variabilidade intrasazonal significativa associada com a passagem da OMJ pela região?

O objetivo deste trabalho é analisar, através de estudo de caso, as variações intrasazonais, em particular de convecção tropical sobre o Brasil e de precipitação sobre a Amazônia e Nordeste Brasileiro, induzidas diretamente pela atuação OMJ antes e depois de sua passagem pela América do Sul. Essas análises observacionais serão conduzidas para duas situações opostas (cenário FAV e DESFAV), com a finalidade de se investigar o impacto da OMJ no padrão climático sazonal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Estrutura global da OMJ

No artigo que introduziu a descoberta da OMJ, Madden e Julian (1970, 1971), esquematizaram a secção transversal vertical equatorial da OMJ se propagando pelo cinturão tropical, indicando as mudanças na atividade convectiva (formação de nuvens convectivas), precipitação e padrão de circulação atmosférica ao longo do plano zonal ao redor do globo. Esta esquematização é reproduzida na FIGURA 1.

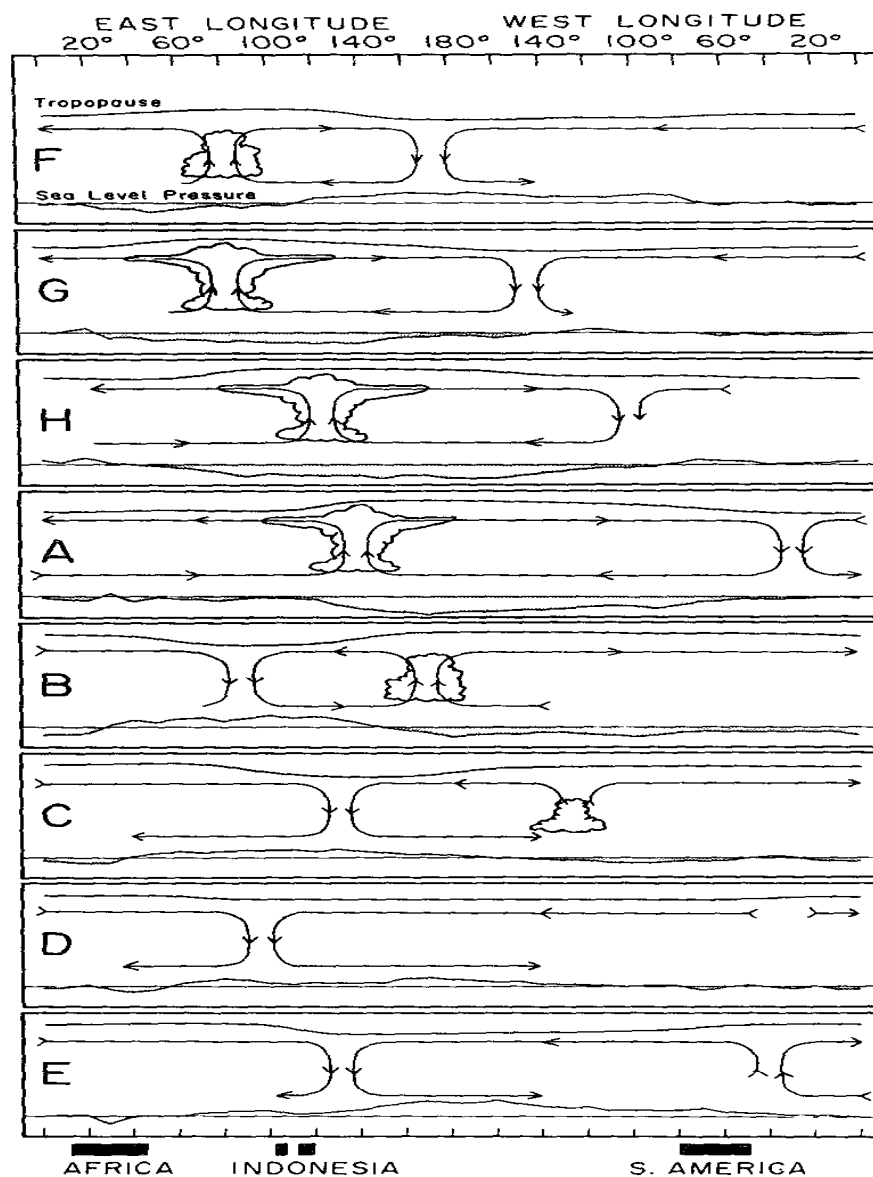


FIGURA 1: Secção transversal vertical da OMJ e sua propagação sobre o cinturão tropical do globo. Fonte: Madden e Julian (1971, 1972).

Yasunari (1980) analisou imagens de satélite sobre a região da Índia no período de 1966 a 1972, e evidenciou a periodicidade em torno de 30-40 dias dos padrões de nebulosidade se deslocando para leste sobre a Índia e Oceano Índico.

Weickmann (1983) aplicou Funções Ortogonais Empíricas (EOF) nos dados meteorológicos pentadais (média de 5 dias) para 6 estações de inverno (novembro a maio) do Hemisfério Norte (HN) nos anos de 1974-75 a 1979-80. Nestas análises, os três primeiros modos da EOF detectaram a propagação para leste (da África para a bacia do Pacífico central) dos padrões anômalos de convecção tropical, sendo que o período dessas flutuações foi de 35 a 80 dias.

Krishnamurti *et al.* (1985) mostraram a existência da divergência do vento na troposfera global superior, possuindo um padrão de onda zonal 1 e movendo-se para leste com um período de 40-50 dias, durante o verão de 1979 no HN.

Weickmann *et al.* (1985) encontraram padrões estatisticamente significantes com períodos de 28-72 dias nas séries temporais pentadais para 10 anos (1974 a 1984) de radiação de onda longa (ROL) e de 8 anos (1974 a 1982) de função de corrente em 250 hPa, durante o período de inverno (novembro a abril) do HN. Estes autores documentaram as regiões padrões onde a convecção de grande escala associada à evolução da OMJ ocorre ao redor do cinturão tropical, conforme mostra a FIGURA 2. As anomalias de ROL contornam os trópicos, movendo-se sequencialmente da região 1 para 2, 3 e 4, sendo que as regiões 1-3 e 2-4 tendem a oscilar fora de fase. A propagação das anomalias de ROL se estabelece de oeste para leste, sendo que na fase inicial o deslocamento da oscilação é mais lento do que no restante do cinturão tropical.

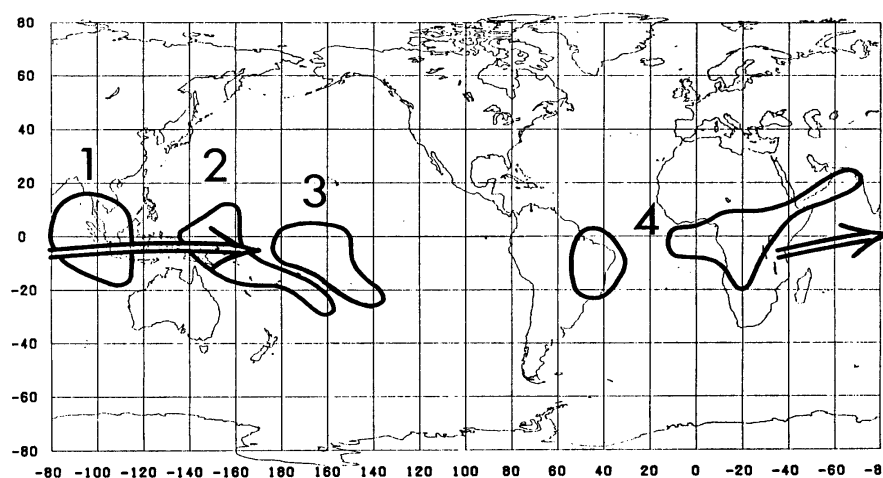


FIGURA 2. Evolução esquemática das variações da convecção tropical (ROL) associada a propagação da OMJ ao redor do globo. Fonte: Weickmann et al. (1985, p. 948).

Lau e Chan (1986), com base nos cálculos de EOF para 10 anos de dados diários de ROL nas estações de inverno (novembro a abril) e verão (maio a outubro) do HN, reportaram evidências observacionais de que a OMJ é a componente dominante da variabilidade intrasazonal relacionada à convecção tropical de grande escala. Esta oscilação consiste de um dipolo com orientação leste-oeste, cuja propagação é relativamente rápida do Oceano Índico em direção a Indonésia e Pacífico equatorial central.

Knutson *et al.* (1986) indicaram que as anomalias do vento zonal em 250 hPa, associada a propagação da OMJ, possuem estrutura zonal de número de onda 1 com uma característica de propagação mais consistente quando comparadas com as anomalias de ROL (que mostraram-se mais proeminentes sobre o Oceano Índico e Pacífico tropical oeste). Numa amostra de mais de 30 eventos, as flutuações intrasazonais de ROL e vento zonal em 200 hPa apresentaram escala preferencial de 30-60 dias propagando-se para leste ao longo dos trópicos.

Rui e Wang (1990) consideraram a OMJ como um “sistema dinâmico” de baixa frequência, consistindo basicamente de um movimento sistemático para leste envolvendo anomalias na circulação de grande escala e convecção tropical profunda. Baseado nesse pressuposto dinâmico, estes autores sugerem que é relevante investigar o comportamento dos eventos individuais. Com base na composição de vários episódios da OMJ, Rui e Wang (1990) estabeleceram a representação idealizada da estrutura tridimensional na região ativa da onda, a qual é reproduzida na FIGURA 3. Associada ao padrão de convergência de vento em baixos níveis tem-se movimento vertical ascendente e formação de convecção profunda (nuvens com desenvolvimento vertical intenso). Em altos níveis ocorre a divergência associada a difluência do vento na alta troposfera. Na parte dianteira e traseira desta área de convecção profunda, tem-se convergência na alta troposfera, movimento atmosférico subsidente (que inibe a formação de nuvens convectivas) e difluência do vento em baixos níveis. Essa estrutura anômala se propaga zonalmente para leste ao longo do cinturão dos trópicos.

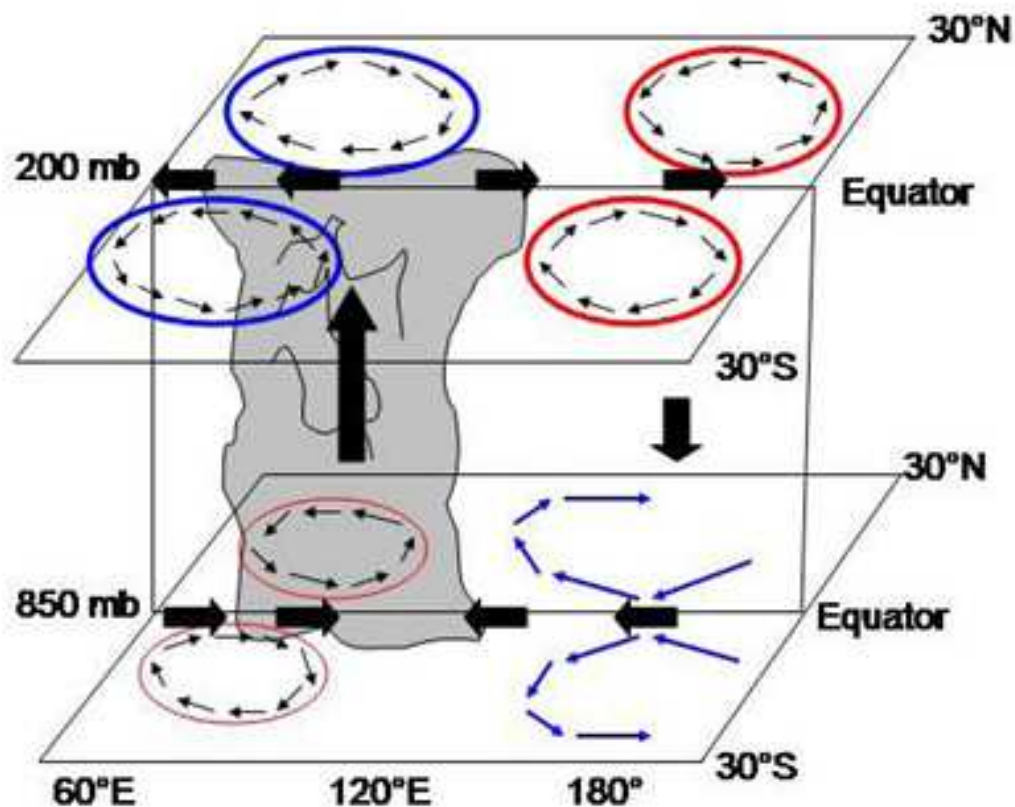


FIGURA 3. Diagrama esquemático da estrutura tridimensional vertical de uma OMJ. Os círculos (vermelhos) azuis indicam circulações (ciclônicas) anticiclônicas. As setas pretas indicam o padrão de vento com convergência em baixos níveis, movimento ascendente troposférico e divergência nos altos níveis. Fonte: Rui e Wang (1990).

Kayano e Kousky (1999), aplicando EOF estendidas em diversas variáveis atmosféricas filtradas na banda 25-87 dias, documentaram os padrões dominantes de propagação da OMJ considerando as estações de verão e inverno em separado. Em ambas as estações a OMJ apresentou um período médio de 45 dias.

Matthews (2000) estudou os mecanismos dinâmicos de propagação da OMJ e sugeriu que a OMJ assemelha-se a uma onda de Kelvin equatorial completando o circuito de 360° ao longo do globo. Durante o percurso da OMJ há certa influência das barreiras orográficas localizadas na área equatorial e também ocorrem interações entre a convecção e os padrões de TSM tropicais (Woolnough *et al.*, 2000).

Carvalho *et al.* (2004) mostraram que as características da variabilidade espacial e da intensidade dos eventos de precipitação no centro-leste da América do Sul são relacionadas às

fases de propagação da OMJ durante o verão austral, da mesma forma que existe um papel dessa oscilação na modulação das anomalias de supressão prolongada.

Souza (2003) e Souza e Ambrizzi (2006) estudaram sobre a variabilidade pluviométrica intrasazonal sobre a Amazônia Oriental e Nordeste Brasileiro durante o outono austral. Os autores encontraram picos significativos de oscilação intrasazonal em 20, 37 e 55 dias nos dados de precipitação. Um dos resultados relevantes observados foi à influência de bandas convectivas associadas a atuação conjunta da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), as quais contribuem na modulação de parte do sinal pluviométrico durante a estação chuvosa da Amazônia e Nordeste brasileiro.

2.2. Impacto da OMJ na América do Sul

Na América do Sul, a OMJ tem sido associada às variações na posição e na intensidade da ZCAS e com flutuações de escala global na circulação da alta troposfera e na convecção tropical (Casarin e Kousky, 1986).

Kayano e Kousky (1999) utilizaram dados de reanálise no período de 1979 a 1995 para investigar a evolução da OMJ no verão do Hemisfério Sul (HS). A OMJ apresenta fortes variabilidades regionais, indicando a interação dessa onda com a atividade convectiva tropical, em particular do nordeste da América do Sul.

Embora o sinal da OMJ sobre a América do Sul não seja tão forte como no Índico e Pacífico oeste, é evidente que uma extensa área é afetada pela passagem da OMJ, incluindo a região da ZCAS e ZCIT (Kousky e Kayano, 1994, Carvalho et al., 2004, Souza e Ambrizzi, 2006).

Kousky e Kayano (1994) mostraram que a OMJ possui grande influência no padrão de nebulosidade sobre a América do Sul tanto na fase positiva quando a onda encontra-se sobre a região intensificando a convecção regional, quanto na fase negativa da onda situada no Pacífico oeste quando a onda inibe a nebulosidade regional. Repelli et al. (1998) observaram que mesmo durante um ano em que as condições de grande escala não são muito favoráveis para que a precipitação seja acima da média sobre o NEB, a passagem de uma onda pode gerar condições para ativar a convecção e iniciar precipitação na região durante um período de 5 a 15 dias. Kayano e Kousky (1999) encontraram que a OMJ tem um grande impacto na convecção sobre o Nordeste. Nobre e Melo (2001) estudaram a variabilidade intrasazonal

sobre o Nordeste entre 1998-2000 para os meses de janeiro a dezembro e identificaram a recorrência de anomalias positivas e negativas da precipitação diária com período oscilando entre 30 a 45 dias. Estes autores observaram a ocorrência de episódios secos e chuvosos dentro da estação chuvosa nos anos de 1999 e 2000, estando associadas a OMJ. Marques (2005) mostrou que mesmo durante um verão (janeiro e fevereiro de 1998) em que as condições de grande escala não favoreciam a precipitação acima da média, devido à presença do El Niño, mostrou-se que houve precipitação em praticamente todo o Nordeste devido ao sinal positivo da OMJ.

3. DADOS E METODOLOGIA

3.1. DADOS

Os seguintes dados observacionais foram utilizados neste trabalho:

ROL – Radiação de Onda Longa: A resolução espacial dos dados de ROL é de $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ de latitude e longitude. Os dados de ROL foram empregados como uma aproximação da atividade convectiva tropical. Esses dados consistem de médias diárias de ROL estimado por satélites meteorológicos de órbita polar pertencentes a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA).

TSM – Temperatura da superfície do mar: Os dados de TSM têm resolução de $1^\circ \times 1^\circ$ de latitude e longitude e foram usados para analisar os padrões anômalos sobre a superfície oceânica do Atlântico tropical. Estes dados foram adquiridos junto ao *Climate Prediction Center* (CPC/NCEP).

CHI – Velocidade potencial em 200 hPa: A resolução espacial de CHI é de $2,5^\circ \times 2,5^\circ$ de latitude e longitude e foram derivados do conjunto de reanálise NCEP/NCAR. Essa variável é usada como indicativo da divergência do vento nos altos níveis da atmosfera, associada com a convecção tropical profunda.

PREC – Precipitação: Os dados de precipitação observada sobre o Brasil foram obtidos junto ao CPC/NCEP. Estes dados foram disponibilizados recentemente para o período de janeiro de 1978 até o presente. A precipitação diária é gerada através da interpolação espacial dos dados observados das estações meteorológicas reportada na codificação SYNOP das 12 UTC. Essas estações são derivadas da rede observacional do INMET, CPTEC, ANEEL, ANA e diversos centros estaduais de meteorologia. Na geração desta base de dados utiliza-se um controle de qualidade e métodos de interpolação espacial descritos detalhadamente em Shi et al. 2000, sendo que alguns resultados sobre a consistência destes dados foram reportados em Silva et al. (2005).

3.2. ESTRATÉGIA DA ABORDAGEM OBSERVACIONAL

Os dados utilizados consistem de médias semanais de ROL, TSM, CHI e precipitação.

Para alcançar os objetivos deste trabalho, procurou-se na base de dados, dois anos com cenários climáticos contrastantes. Para esses dois anos, foram identificados um episódio da OMJ (um para cada ano) a fim de se investigar o impacto da OMJ na variabilidade intrasazonal sobre a América do Sul, com ênfase à Amazônia oriental e Nordeste brasileiro.

3.3. CRITÉRIO DE SELEÇÃO DOS EPISÓDIOS DA OMJ

O critério objetivo de seleção dos episódios individuais da OMJ propagando-se zonalmente para leste sobre o cinturão tropical foi baseado na metodologia de Souza (2003). O critério é baseado nos diagramas de hovmöller plotados para as anomalias semanais de ROL e CHI em 200 hPa que indicam a presença de convecção profunda e divergência na alta troposfera, conforme esquematização da FIGURA 2. As duas referidas variáveis são consideradas “traçadoras” da onda atmosférica de escala planetária associada a OMJ e por isso, elas são comumente utilizadas no monitoramento da oscilação intrasazonal. A esquematização montada na FIGURA 4 ilustra o método de seleção dos episódios da OMJ. A presença de uma banda alongada zonalmente e inclinada para cima contendo anomalias negativas de ROL (indicativo da convecção tropical profunda) e de CHI em 200 hPa (indicativo de divergência associada à atividade convectiva na alta troposfera) são definidas como um evento individual da OMJ propagando-se pelo cinturão tropical ao redor do globo.

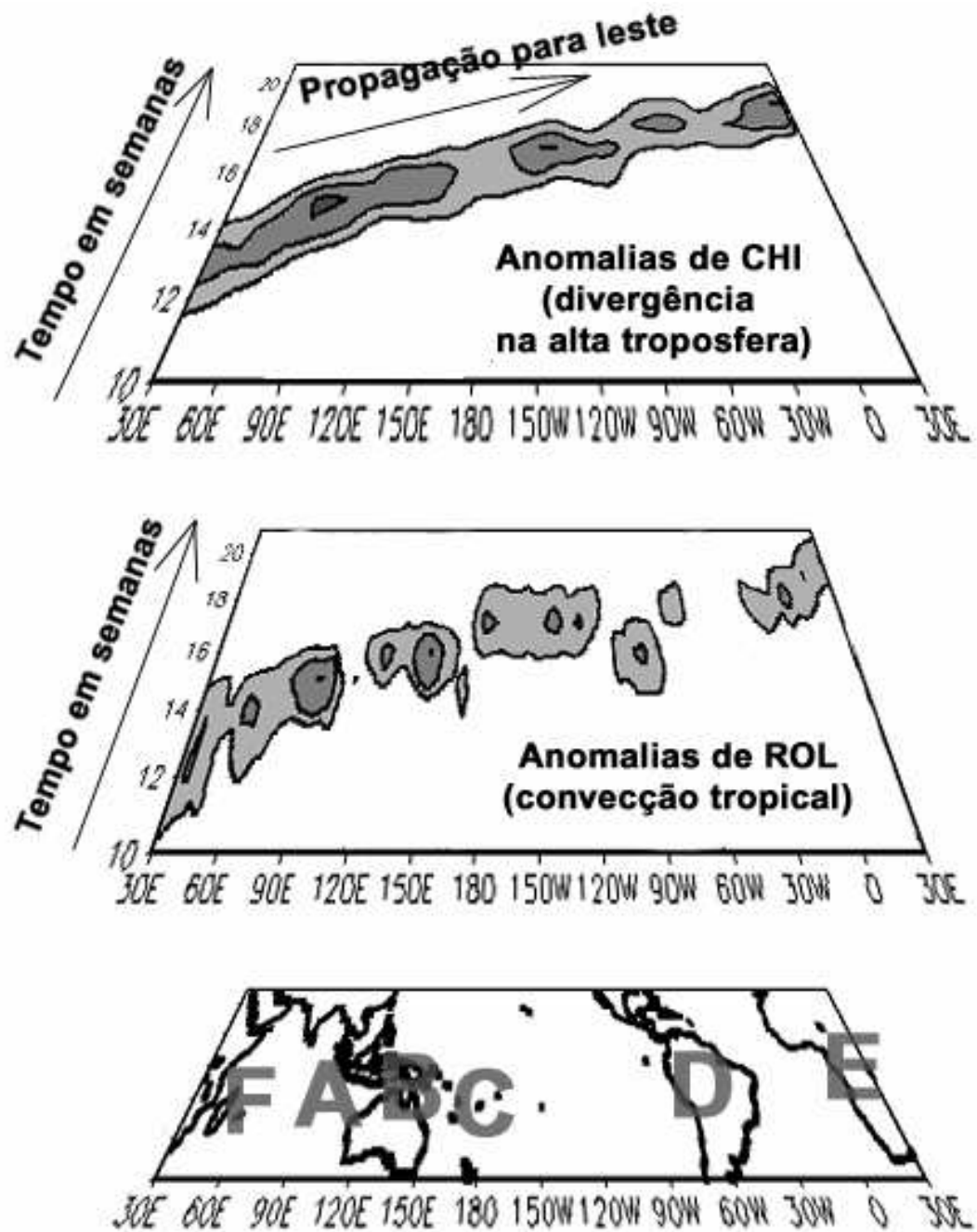


FIGURA 4. Esquematização da seleção dos episódios individuais da OMJ propagando-se para leste ao longo do cinturão tropical ao redor do globo. Fonte: Souza (2003).

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE SAZONAL

Nesta secção, apresentam-se os resultados da análise sazonal considerando a média trimestral dos meses chuvosos da Amazônia oriental, ou seja, de janeiro a março.

A FIGURA 5 mostra as anomalias de TSM sobre o Atlântico tropical, anomalias de ROL sobre a América do Sul/Atlântico tropical e anomalias de precipitação sobre o Brasil no trimestre de janeiro a março de 1992. As anomalias de TSM sobre o Oceano Atlântico mostram claramente a configuração do gradiente térmico apontando para a bacia norte, o qual associa-se à presença concomitante de anomalias positivas sobre o Atlântico Norte e anomalias negativas sobre o Atlântico Sul. Esta configuração é também conhecida como dipolo quente ou positivo. As anomalias de ROL demonstram que a banda de convecção associada à ZCIT, que neste período deveria estar sobre o Atlântico Sul, na verdade encontra-se posicionada ao norte de sua posição climatológica, sobre a faixa zonal em torno de 5°N próximo a África, conforme mostra as anomalias negativas de ROL. Nota-se sobre o estado do Pará, a presença de anomalias positivas de ROL, indicando convecção anormalmente suprimida. Em contrapartida, verifica-se uma grande área contendo anomalias negativas de ROL sobre a região nordeste do Brasil, associada, possivelmente, com a atividade convectiva anormalmente realçada pela manifestação da ZCAS. As anomalias de precipitação são consistentes com o campo de anomalias de ROL. Em associação a ZCIT posicionada ao norte do Atlântico equatorial, observa-se a predominância de anomalias negativas de precipitação, ou seja chuva abaixo do normal, em grande parte da Amazônia (Amazonas, Pará e Amapá) e do norte do Nordeste (centro-norte do Maranhão e Piauí). Contrariamente, na região central e leste do nordeste do Brasil (desde a Bahia até o Ceará), parte da região centro-oeste (Mato Grosso e Goiás) e sudeste do Brasil (Minas Gerais e Espírito Santo), observa-se uma grande área de anomalias positivas de precipitação, indicativas de chuvas acima do normal, a qual, pela época do ano, pode estar relacionada diretamente com a presença da ZCAS.

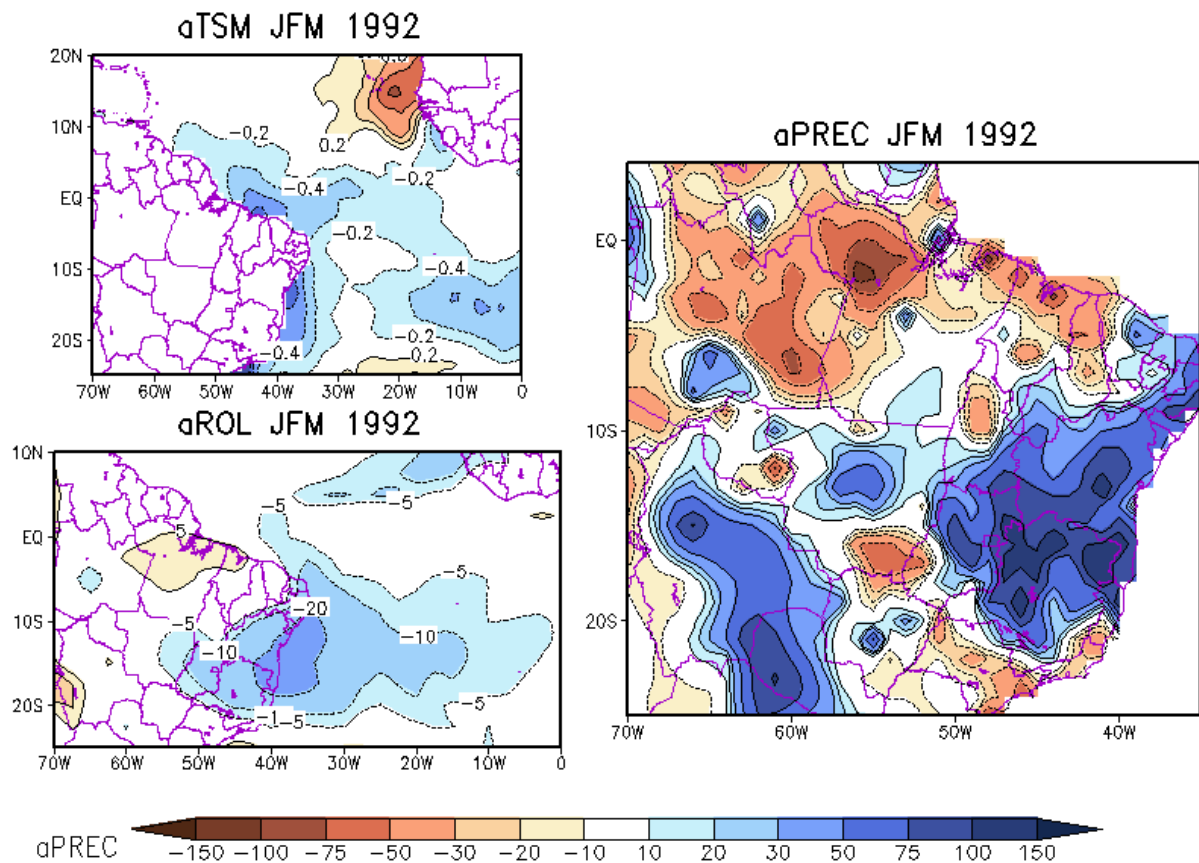


FIGURA 5. Anomalias sazonais (média trimestral de janeiro a março de 1992) de TSM ($^{\circ}\text{C}$), ROL (W/m^2) e precipitação durante a estação chuvosa de 1992.

A FIGURA 6 mostra as anomalias de TSM sobre o Atlântico tropical, anomalias de ROL a América do Sul e Atlântico tropical e anomalias de precipitação sobre o Brasil observadas no trimestre de janeiro a março de 1994. As anomalias de TSM evidenciam a configuração típica de um ano favorável ao regime de precipitação na Amazônia e Nordeste do Brasil, em associação a configuração do gradiente térmico apontando em direção a bacia sul do Oceano Atlântico. Observa-se a manifestação simultânea de anomalias positivas de TSM predominando na bacia sul e de anomalias negativas de TSM na bacia norte, indicando a presença do dipolo frio ou negativo. O campo de ROL mostra a predominância de uma grande área contendo anomalias negativas (convecção anormalmente realçada) sobre a Amazônia oriental e Nordeste do Brasil, incluindo uma faixa zonal sobre o Oceano Atlântico equatorial, a qual indica a posição da banda de nebulosidade convectiva associada à ZCIT. Essa posição da ZCIT favoreceu a ocorrência de anomalias positivas de precipitação em grande parte da Amazônia (principalmente os Estados do Amapá, Pará e Tocantins) e Nordeste do Brasil (principalmente os Estados do Maranhão, Ceará e Rio Grande do Norte).

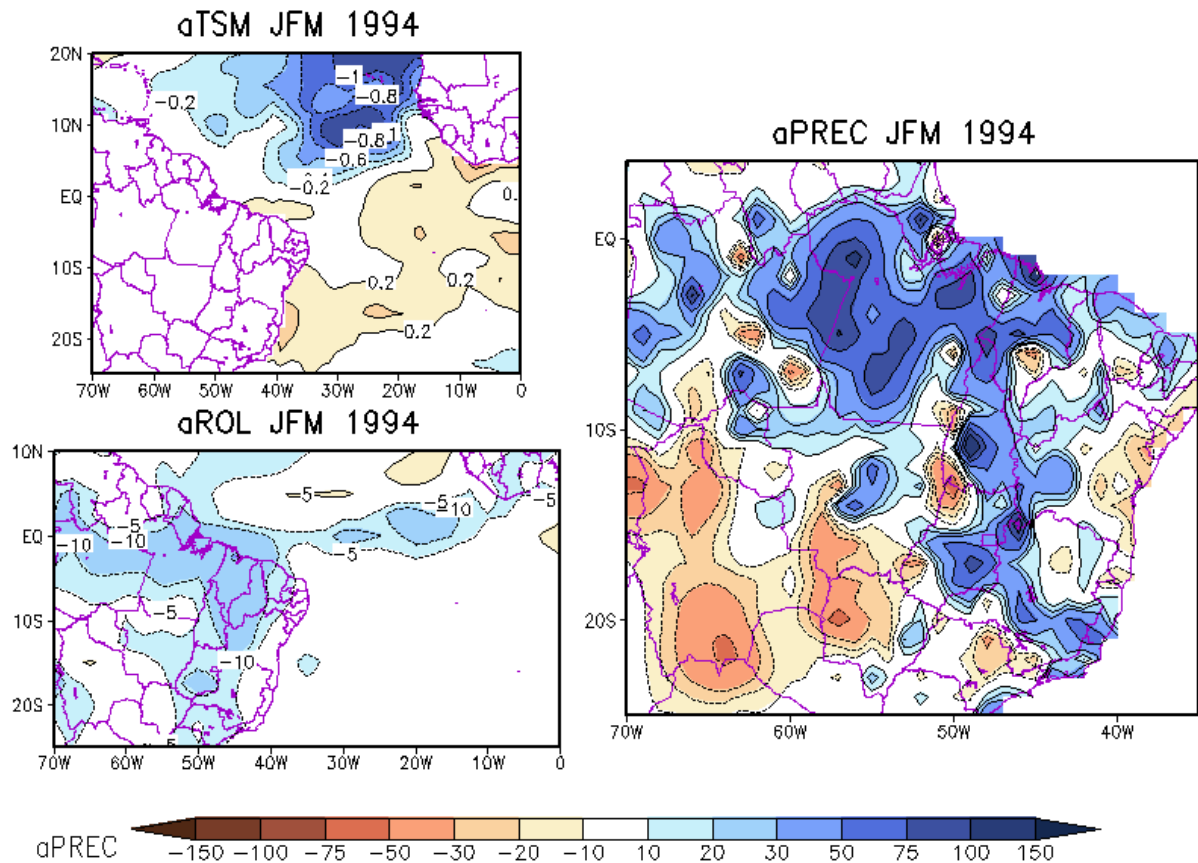


FIGURA 6. Anomalias sazonais (média trimestral de janeiro a março de 1994) de TSM ($^{\circ}\text{C}$), ROL (W/m^2) e precipitação durante a estação chuvosa de 1994.

4.2 ANÁLISE INTRASAZONAL: ESTUDO DE CASO DA OMJ

Nesta secção, apresentam-se as análises observacionais da variabilidade intrasazonal diretamente associada com a propagação da OMJ. A ideia básica é investigar o sinal da convecção tropical e precipitação sobre a Amazônia oriental e Nordeste naqueles anos de cenário contrastante, ou seja, na estação chuvosa de 1992 (predomínio de chuva abaixo do normal) e de 1994 (predomínio de chuva acima do normal).

4.2.1 Seleção dos eventos da OMJ

A FIGURA 7 mostra o diagrama de Hovmoller das anomalias de ROL e de CHI em 200 hPa, médias entre 5°S-5°N ao longo do cinturão tropical global, observadas entre dezembro/1991 e janeiro/1992. Conforme metodologia descrita no item 3.2.1, o evento da OMJ configura-se quando observam-se anomalias negativas de ROL e de CHI em 200 hPa

indicando convecção profunda anormalmente realçada e divergência em altos níveis, respectivamente. A linha diagonal na FIGURA 7 ilustra a propagação global da OMJ, com sua fase inicial de convecção ativa sobre a região do Oceano Índico e Indonésia durante a segunda quinzena de dezembro de 1991 (semanas 3 e 4), em seguida propagando pelo Oceano Pacífico oeste e central durante a primeira quinzena de janeiro de 1992 (semanas 5 e 6), depois pela região do Pacífico leste durante a semana 7 e finalmente chegando sobre a América do sul e Oceano Atlântico durante a segunda quinzena de janeiro de 1992 (semanas 8 e 9). Assim sendo, o ciclo de vida deste episódio da OMJ foi de um mês e meio (meados de dezembro/1991 até o final de janeiro/1992), ou seja, a OMJ percorreu o cinturão tropical global num tempo de aproximadamente 45 dias. Esse episódio representa o caso observado durante a estação chuvosa de 1991/92 caracterizada pelo predomínio de chuva deficiente sobre a Amazônia oriental e Nordeste do Brasil, devido a condição desfavorável sobre o Atlântico intertropical.

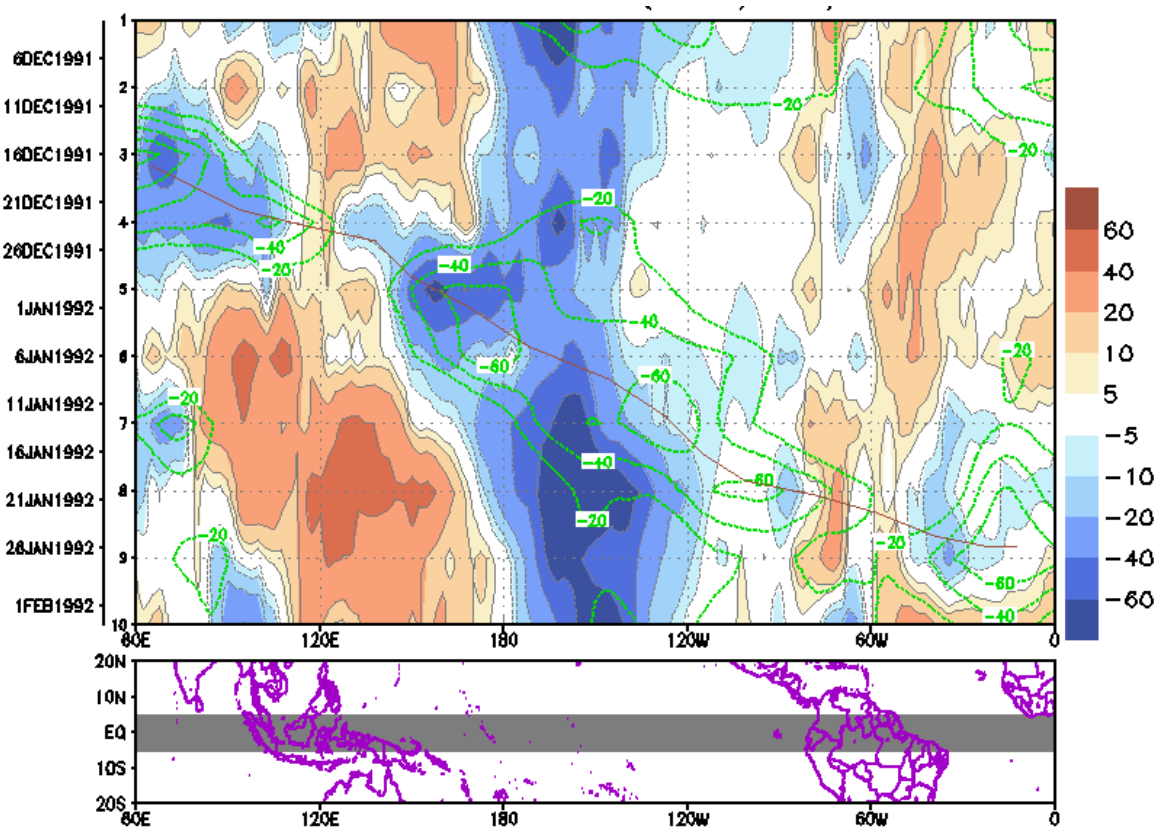


FIGURA 7. Diagrama de Hovmöller das anomalias semanais de ROL (cores; unidade: W/m^2) e anomalias negativas de CHI em 200 hPa (isolinhas verdes; unidade: m^2/s^2). No eixo y têm-se os meses de dezembro/1991 a fevereiro/1992 e os números de 1 a 10 representam o tempo em semanas. A linha diagonal indica a propagação da OMJ. As anomalias referem-se à média entre 5°S-5°N conforme ilustra o mapa na base da figura.

A FIGURA 8 mostra o diagrama de Hovmoller das anomalias de ROL e de CHI em 200 hPa, médias entre 5°S-5°N ao longo do cinturão tropical global, observadas entre janeiro a março/1994. Acompanhando a linha diagonal na FIGURA 7, indicativa de convecção anormalmente realçada e divergência em altos níveis (anomalias negativas de ROL e de CHI em 200 hPa), verifica-se a fase inicial da OMJ sobre a região leste do Oceano Índico na primeira semana de fevereiro (semana 6), em seguida propagando-se sobre a Indonésia/Pacífico oeste durante a segunda semana de fevereiro (semana 7), passando pelo Pacífico leste na terceira semana de fevereiro (semana 8) e posteriormente atingindo a região tropical da América do Sul e Oceano Atlântico durante a última semana de fevereiro (semana 9). Em relação ao anterior, este episódio da OMJ teve um ciclo de vida mais curto, em torno de 30 dias (início de fevereiro até o início de março), ou seja, a OMJ deu uma volta ao redor do cinturão tropical global num tempo de aproximadamente 30 dias. Esse episódio representa o caso observado durante a estação chuvosa de 1994 caracterizada pelo predomínio de chuva abundante sobre a Amazônia oriental e Nordeste do Brasil, devido a condição favorável sobre o Atlântico intertropical.

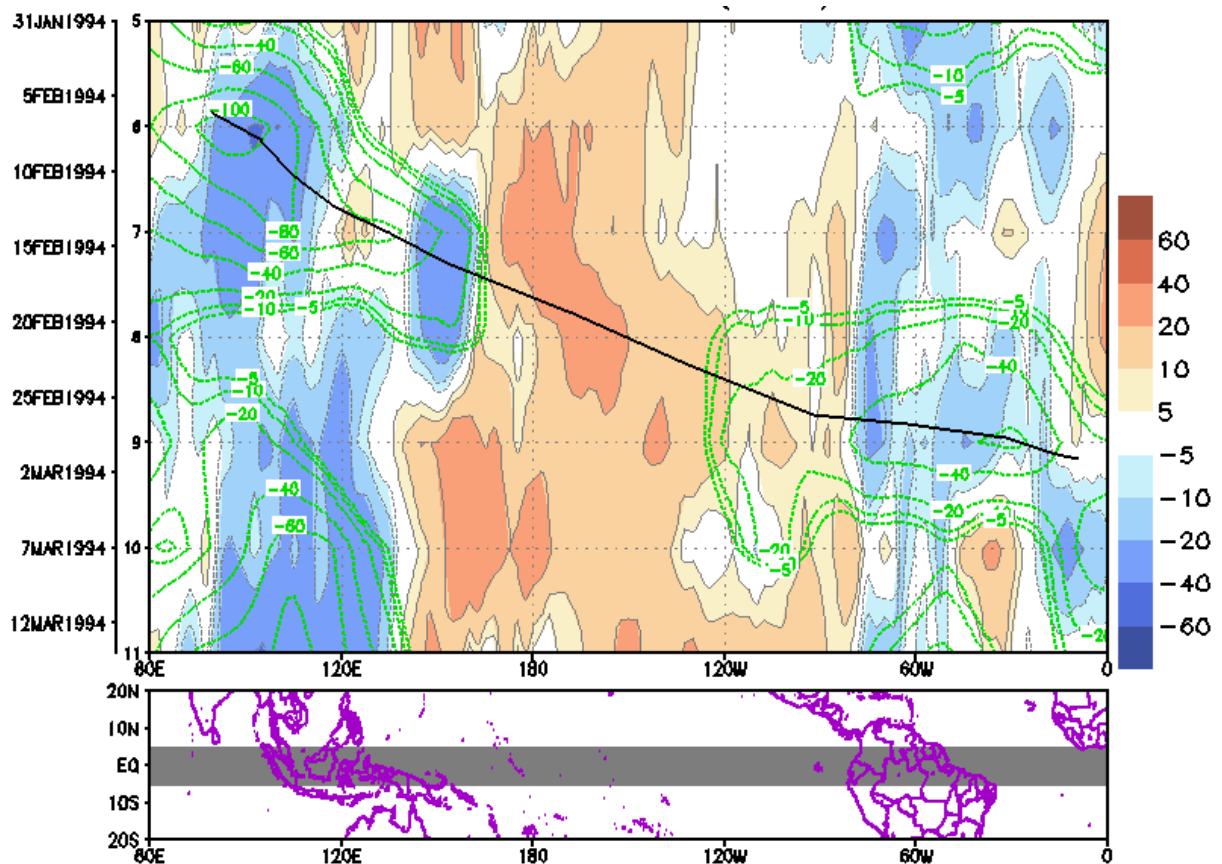


FIGURA 8. Idem a FIGURA 7, porém para os meses de janeiro a março de 1994.

4.2.2 Análise de um caso da OMJ no ano desfavorável (1992)

Nesta secção apresenta-se o estudo de caso selecionado na FIGURA 7 para a estação chuvosa deficiente observada em 1992.

Conforme esquematização vertical associada à OMJ (FIGURA 3), a interpretação física da FIGURA 9, que mostra a evolução temporal das anomalias semanais de ROL e de CHI em 200 hPa, deve ser feita analisando-se a fase de convecção anormalmente ativa através da manifestação das anomalias negativas de ROL (cores em tons de azul) e da divergência em altos níveis através das anomalias negativas de CHI em 200 hPa (isolinhas verdes) e, inversamente, a fase da convecção anormalmente inativa pelas anomalias positivas de ROL (cores em tons de vermelho) e da convergência em altos níveis pelas anomalias positivas de CHI em 200 hPa (isolinha vermelha). Embora este trabalho não mostre o campo de movimento vertical, sabe-se que a região de divergência (convergência) em altos níveis associa-se com a presença de movimento ascendente (descendente) relacionado com a formação (inibição) de nebulosidade tropical convectiva.

Analisando a configuração associada à propagação da OMJ, quando do seu deslocamento sobre o Oceano Índico durante as semanas 3 e 4, observa-se a presença da forte atividade convectiva acima do normal com a divergência associada nos altos níveis da troposfera (ver anomalias negativas de ROL e de CHI na FIGURA 9) e, pelo princípio da continuidade de massa, a presença simultânea de atividade convectiva anormalmente suprimida com convergência na alta troposfera (anomalias positivas de ROL e de CHI) sobre a região da Austrália e extremo oeste do Pacífico. Em seguida a OMJ desloca-se sobre a porção oeste e central do Oceano Pacífico durante as semanas 5, 6 e 7, quando verifica-se a formação de nuvens convectivas nessas regiões, indicadas pela presença das anomalias negativas de ROL e de CHI em 200 hPa. Neste período, a inibição anômala das nuvens convectivas com convergência na alta troposfera e subsidência associada ocorre na retaguarda da OMJ, ou seja, na região do Oceano Índico e Austrália. Essa inibição de convecção também se observa na frente da OMJ, ou seja na região da América do Sul, principalmente na semana 7, quando nota-se a presença de uma área significativa contendo anomalias positivas de ROL e de CHI na FIGURA 9. E posteriormente, durante as semanas 8 e 9, evidencia-se a fase ativa da OMJ propagando por sobre a região da América do Sul e Oceano Atlântico tropical, com a intensificação da atividade convectiva profunda em grande parte do Brasil.

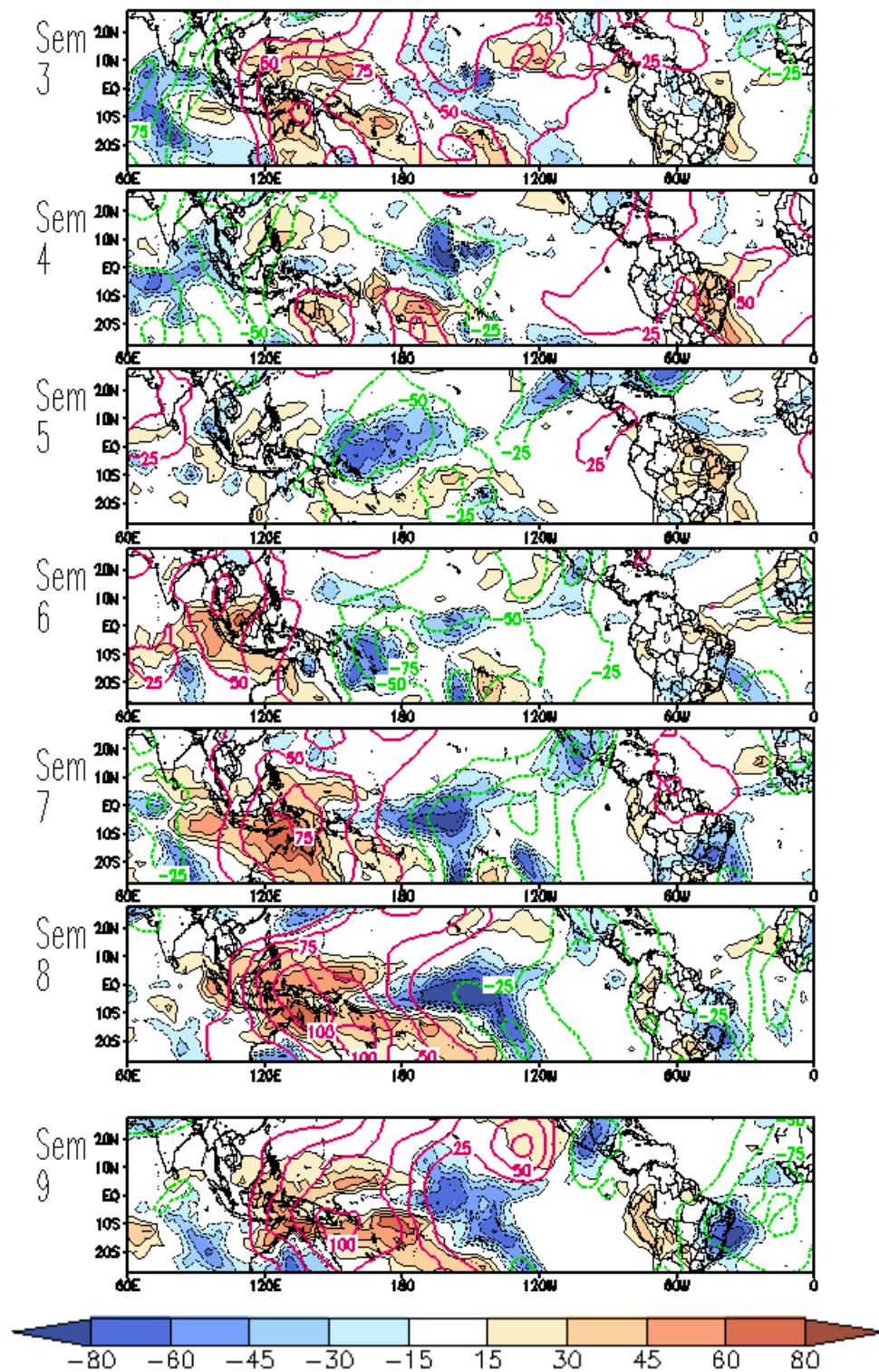


FIGURA 9. Evolução temporal das anomalias semanais de ROL (cores; unidade: W/m^2) e anomalias de CHI em 200 hPa (isolinhas; unidade: m^2/s^2) durante os meses de dezembro/1991 a janeiro/1992. Os números de 3 a 10 representam o tempo em semanas.

As análises das FIGURAS 10 e 11 visam à investigação da variabilidade intrasazonal no campo observado de anomalias semanais de TSM sobre o Atlântico, de convecção sobre a América do Sul e de precipitação sobre o Brasil (com ênfase a região da Amazônia e Nordeste), buscando entender o impacto da propagação da OMJ antes e durante a sua passagem sobre a região.

Analisando as configurações de TSM e ROL no Atlântico/América do Sul, durante as semanas 3, 4, 5 e 6 quando a fase ativa da OMJ encontra-se propagando pelo Oceano Índico/Indonésia/Austrália/Pacífico oeste, nota-se o predomínio de anomalias positivas de ROL (FIGURA 10), ou seja, atividade convectiva anormalmente suprimida na região da ZCIT e ZCAS. Consistentemente, as anomalias de precipitação configuram-se predominantemente com sinal negativo, chuvas abaixo do normal, na maior parte da Amazônia oriental e Nordeste do Brasil (FIGURA 11). Essas configurações associam-se a presença do dipolo positivo devido o registro de anomalias positivas de TSM na bacia norte e anomalias negativas de TSM na bacia sul do Atlântico intertropical, cuja configuração inibe a atuação da ZCIT ao sul do equador. Além disso, notam-se anomalias positivas de TSM sobre o Atlântico subtropical sul, associadas à inibição da banda de nebulosidade da ZCAS.

Durante as semanas 8 e 9 quando a OMJ encontra-se propagando por sobre o continente Sul Americano e Oceano Atlântico, evidencia-se a reversão do sinal das anomalias em algumas regiões (FIGURAS 10 e 11). O padrão de anomalias associado ao dipolo do Atlântico não sofre alterações significativas. Entretanto, observa-se que a configuração da TSM sobre o Atlântico sul evoluem para condições mais frias do que o normal, anomalias negativas de TSM. No padrão de anomalias de ROL verifica-se a manifestação da ZCAS sobre o Brasil, devido à presença de uma grande área contendo anomalias de ROL na região que vai desde o sul da Amazônia, passando pelo sul do Nordeste, norte do Sudeste até o Atlântico sul (FIGURA 10). Conseqüentemente, já na semana 7, observa-se a intensificação das anomalias positivas de precipitação (chuva acima do normal) na região Sudeste do Brasil e também na Bahia, e posteriormente, com a chegada efetiva da OMJ e da intensificação da ZCAS, evidencia-se a generalização da área contendo anomalias positivas de precipitação, principalmente nos Estados do Pará e Tocantins (Amazônia oriental), praticamente todos estados do Nordeste, Mato Grosso e Goiás (Centro-Oeste) e Minas Gerais e Espírito Santo (Sudeste), conforme mostra a FIGURA 11.

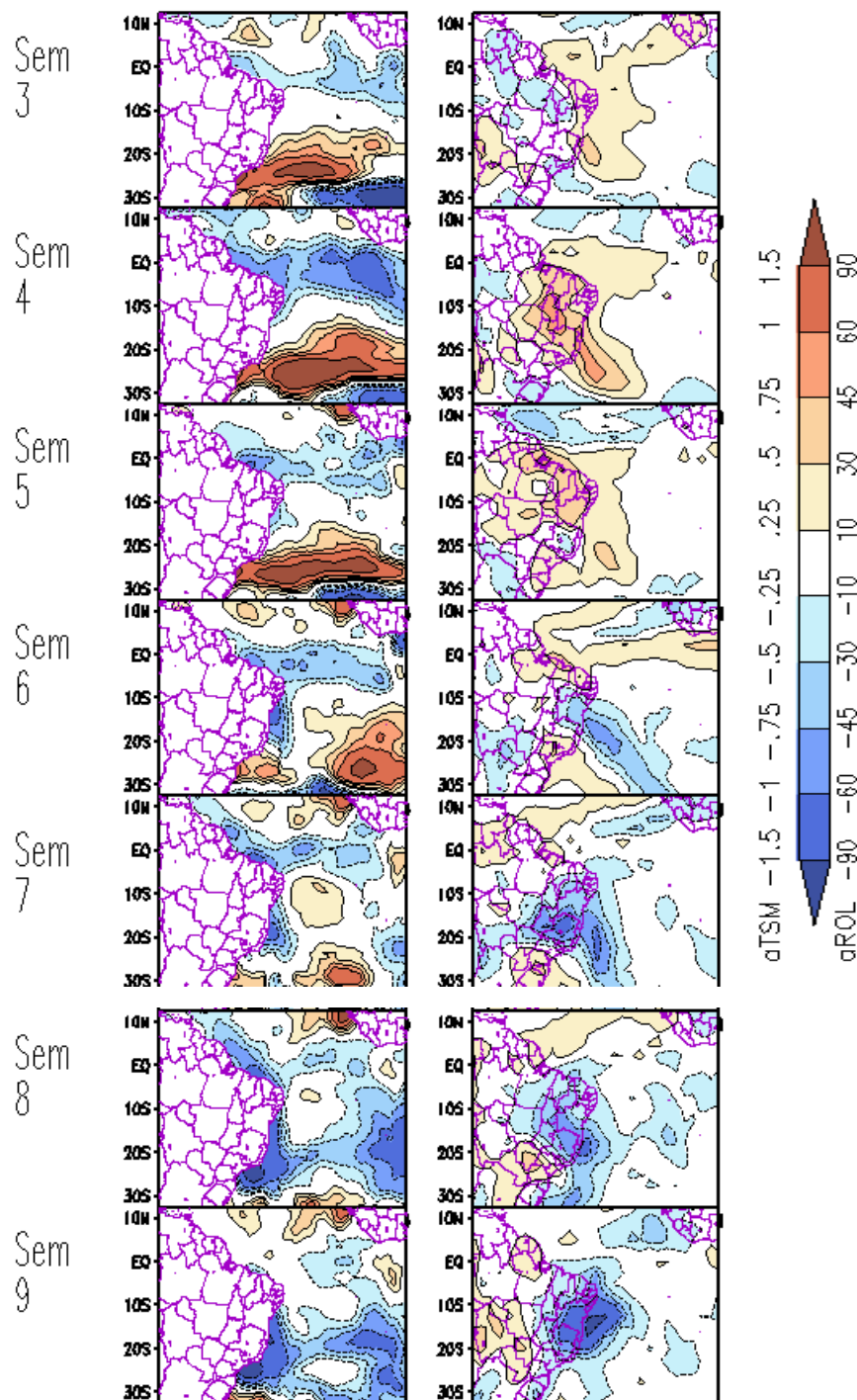


FIGURA 10. Evolução temporal das anomalias semanais de TSM (painel à esquerda; unidade: $^{\circ}\text{C}$) e anomalias de ROL (painel à direita; unidade: W/m^2) durante os meses de dezembro/1991 a janeiro/1992. Os números de 3 a 10 representam o tempo em semanas.

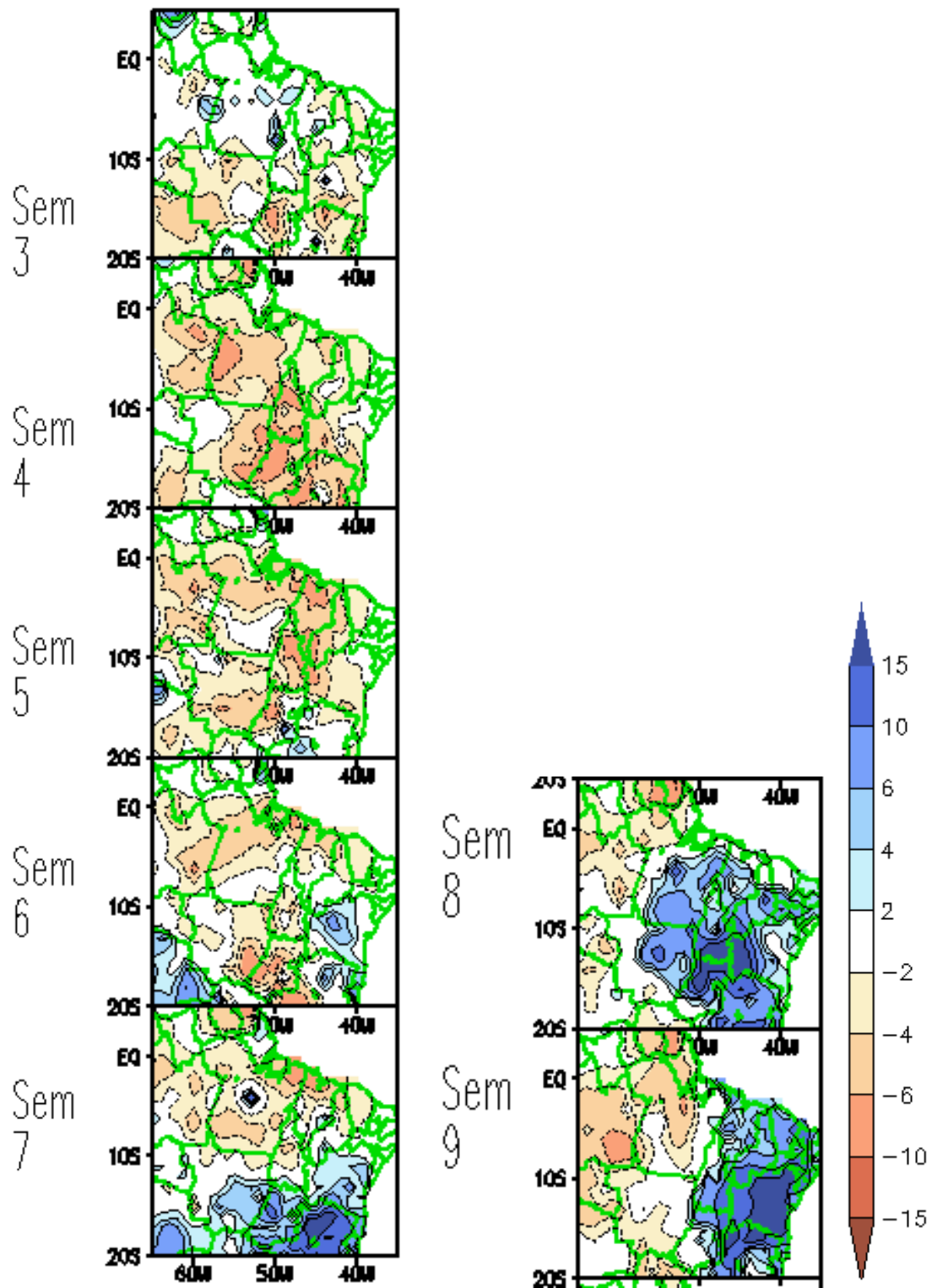


FIGURA 11. Evolução temporal das anomalias semanais de precipitação (mm) durante os meses de dezembro/1991 a janeiro/1992. Os números de 3 a 10 representam o tempo em semanas.

4.2.3 Análise de um caso da OMJ no ano favorável (1994)

Nesta secção apresenta-se o estudo de caso selecionado na FIGURA 8 para a estação chuvosa abundante observada em 1994.

A FIGURA 12 mostra a evolução temporal das anomalias semanais de ROL e de CHI em 200 hPa. Lembrando da esquematização vertical da OMJ mostrada na FIGURA 3, interpreta-se a fase de convecção ativa através da presença das anomalias negativas de ROL (cores em tons de azul) e da divergência em altos níveis através das anomalias negativas de CHI em 200 hPa (isolinhas verdes) e, inversamente, a fase da convecção inativa pelas anomalias positivas de ROL (cores em tons de vermelho) e da convergência em altos níveis pelas anomalias positivas de CHI em 200 hPa (isolinha vermelha). Do ponto de vista dinâmico, sabe-se que a região de divergência (convergência) em altos níveis associa-se com a presença de movimento ascendente (descendente) relacionado com a formação (inibição) de nebulosidade tropical convectiva.

Assim sendo, analisando a propagação da OMJ pelos campos da FIGURA 12, nota-se na semana 6 a fase de convecção anormalmente realçada com divergência na alta troposfera (anomalias negativas de ROL e de CHI) sobre a região do Oceano Índico leste e, concomitantemente, o predomínio de convecção anormalmente suprimida com convergência na alta troposfera (anomalias positivas de ROL e de CHI) sobre o Oceano Pacífico oeste. Na semana seguinte, semana 7, ocorre o deslocamento para leste da OMJ com a presença de convecção ativada sobre a região da Austrália/Indonésia e convecção desativada atuando mais para o Pacífico central. Na semana 8, ocorre uma certa supressão do sinal da OMJ com a passagem da onda pelo Pacífico leste e oeste da América do Sul. E finalmente, na semana 9, observa-se a fase ativa da OMJ propagando pela América do Sul e Oceano Atlântico tropical, com a intensificação da atividade convectiva profunda em grande parte do Brasil. Na semana 10, verifica-se o declínio da OMJ em direção ao continente Africano.

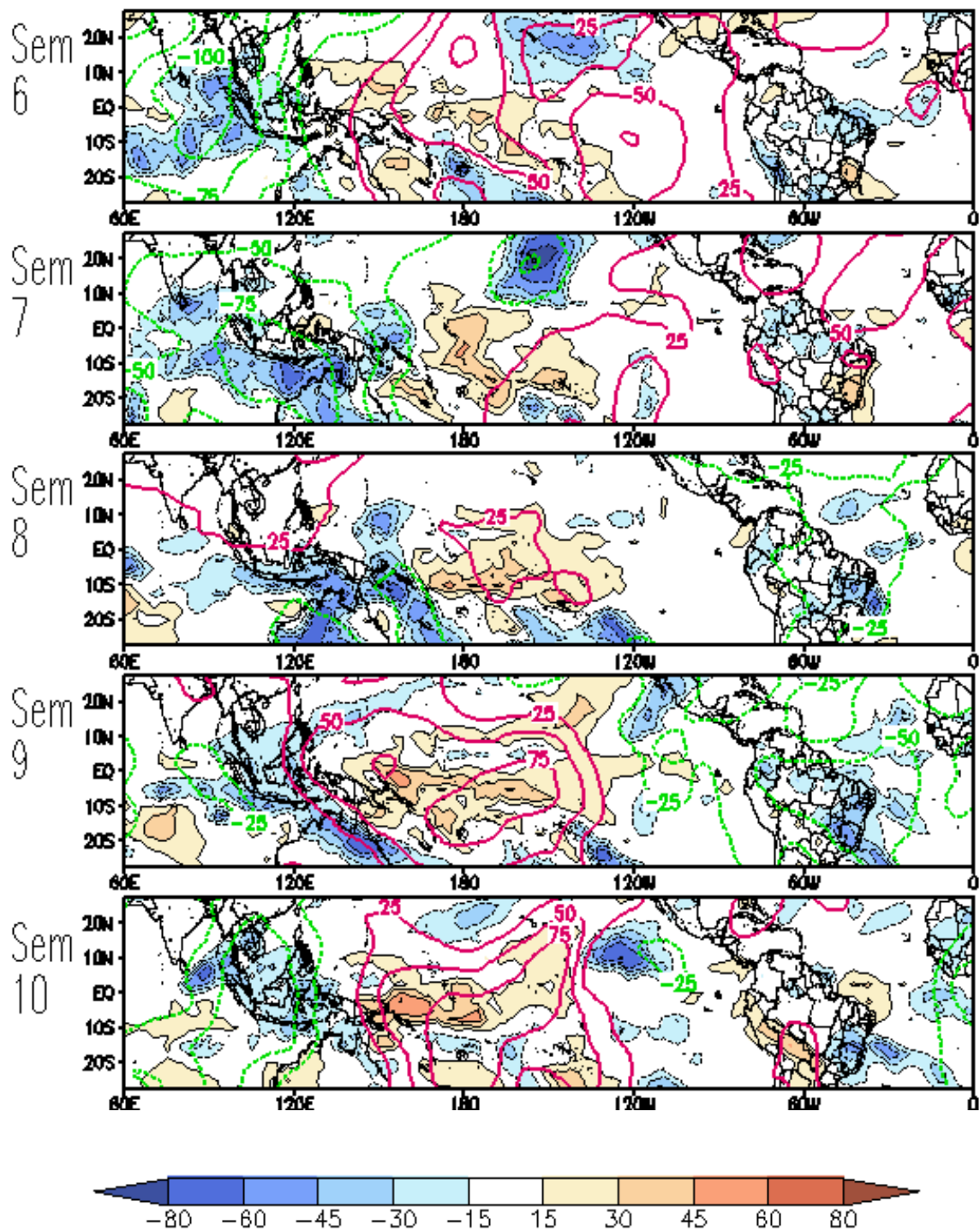


FIGURA 12. Evolução temporal das anomalias semanais de ROL (cores; unidade: W/m^2) e anomalias de CHI em 200 hPa (isolinhas; unidade: m^2/s^2) durante os meses janeiro e fevereiro de 1994. Os números de 6 a 11 representam o tempo em semanas.

A FIGURA 13 mostra as anomalias semanais de TSM sobre o Oceano Atlântico e das anomalias de ROL sobre a América do Sul e Oceano Atlântico, com a idéia de se analisar quais são as variações intrasazonais induzidas pela OMJ antes e durante sua passagem pela região. Essa análise é complementada pela FIGURA 14 que irá permitir investigar qual o impacto da propagação da OMJ na variabilidade semanal da precipitação sobre o Brasil, com ênfase a região da Amazônia e Nordeste do Brasil.

Durante a fase ativa da OMJ propagando por sobre as regiões do Oceano Índico (semana 6) e Austrália/Indonésia/Pacífico oeste (semana 7), evidencia-se a presença do gradiente térmico apontando em direção ao Atlântico equatorial sul (dipolo negativo) associado a manifestação de anomalias negativas de TSM na bacia norte e positivas na bacia equatorial sul incluindo a região costeira do norte/nordeste do Brasil. Na semana 6, a configuração do dipolo negativo relaciona-se com a presença de uma banda zonal contendo anomalias negativas de ROL (convecção anormalmente intensificada) sobre o Atlântico equatorial e Amazônia oriental e Nordeste do Brasil (FIGURA 13). Essa configuração de ROL assemelha-se a ZCIT atuando na região, explicando a ocorrência de anomalias positivas de precipitação principalmente nos Estados do Amapá e Pará sobre a Amazônia oriental e Maranhão, Piauí e Ceará sobre a região Nordeste (FIGURA 14). Na semana 7, quando observa-se a convergência na alta troposfera (anomalias positivas de CHI na FIGURA 12) que relaciona-se com movimento descendente, observa-se uma certa diminuição na intensidade da ZCIT com as anomalias negativas de ROL ficando restritas numa pequena área da Amazônia oriental (FIGURA 13) e com ocorrência de chuva acima do normal (anomalias positivas de precipitação na FIGURA 14) somente no Estado do Pará. Nesta semana, o impacto maior na convecção suprimida ocorre na região da ZCAS, particularmente na região centro-oeste (Mato Grosso e Goiás), sul do Nordeste (Bahia) e sudeste (Minas Gerais), onde evidencia-se a predominância de anomalias positivas de ROL e anomalias negativas de precipitação. Essas condições ocorrem em associação à presença de anomalias positivas de TSM na região do Atlântico subtropical.

Na semana 8, com a proximidade da OMJ em direção à América do Sul, aparece uma área contendo convecção acima do normal (anomalias negativas de ROL) sobre a região da Bahia e Oceano adjacente (FIGURA 13) que já provoca o aparecimento de chuva acima do normal (anomalias positivas de precipitação na FIGURA 14) no centro-oeste e porção sul da região Nordeste. Na semana 9, com a passagem da OMJ em cima do Brasil, percebe-se claramente a intensificação ZCAS com a convecção tropical anormalmente realçada e com

alinhamento NW-SE que vai desde a Amazônia até o Atlântico sul. Em decorrência disso, observa-se também a intensificação da precipitação em grande parte do Brasil, especialmente no Pará, Maranhão, Piauí, Mato Grosso, Goiás, Bahia, São Paulo e Rio de Janeiro.

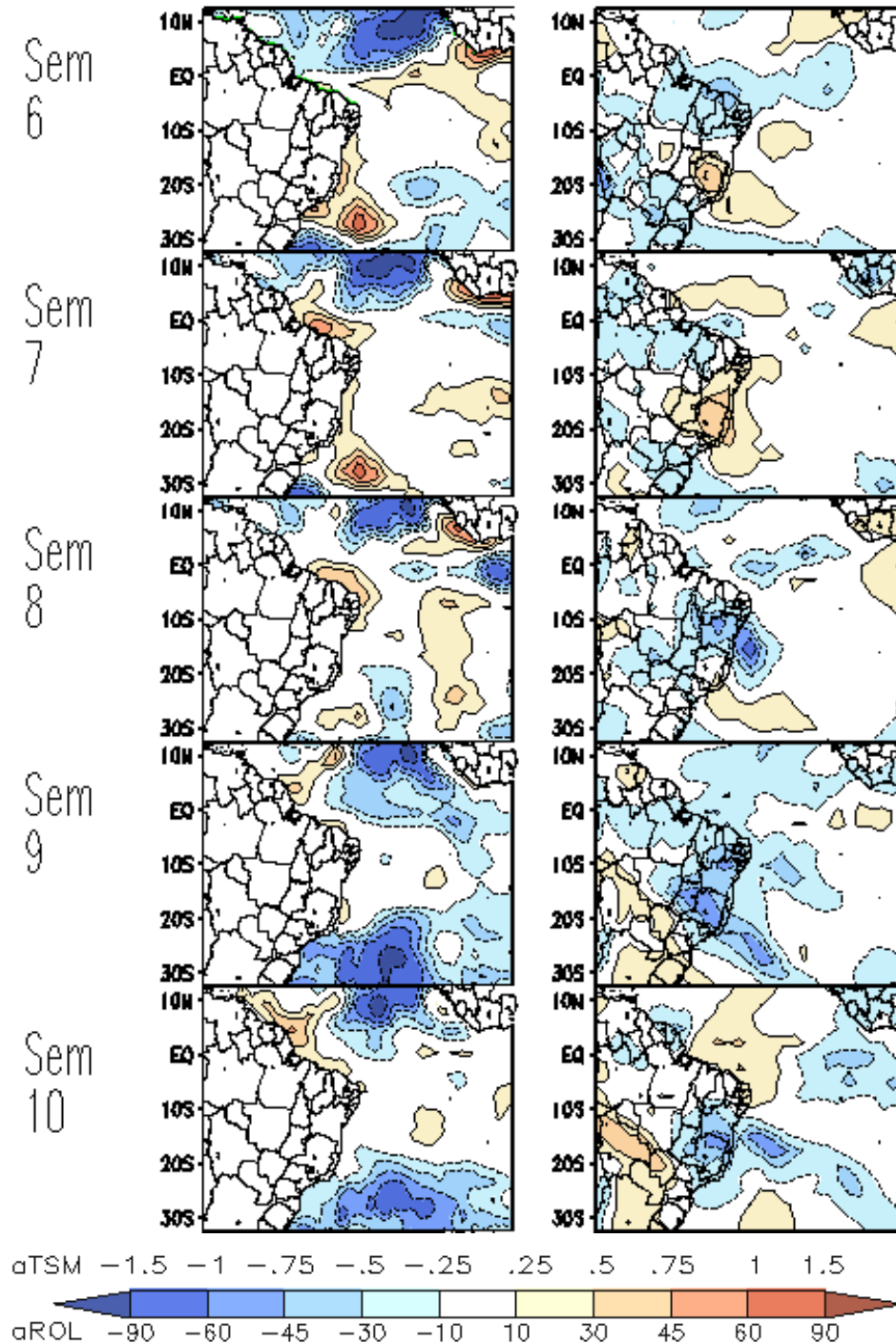


FIGURA 13. Evolução temporal das anomalias semanais de TSM (painel à esquerda; unidade: °C) e anomalias de ROL (painel à direita; unidade: W/m²) durante os meses janeiro e fevereiro de 1994. Os números de 6 a 11 representam o tempo em semanas.

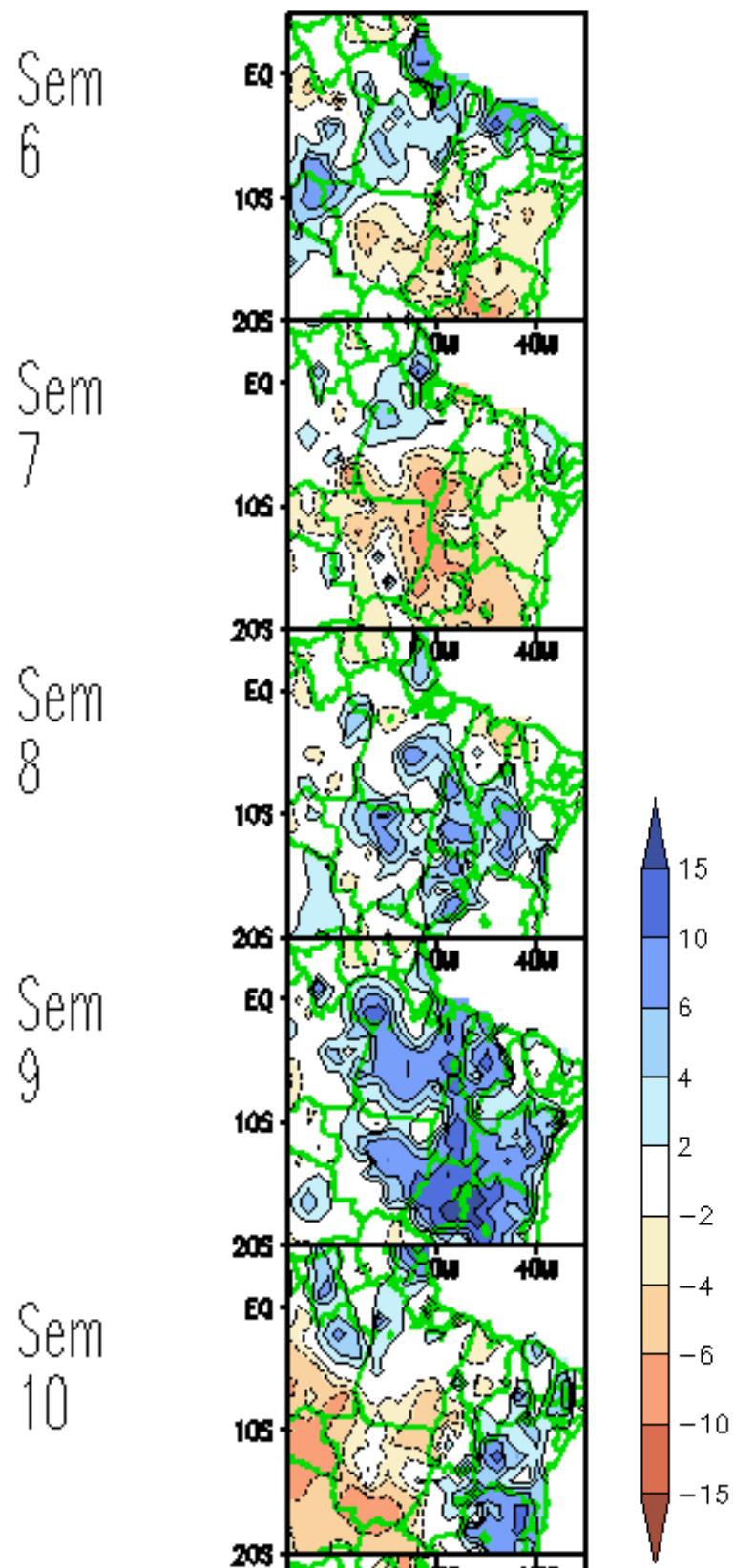


FIGURA 14. Evolução temporal das anomalias semanais de precipitação (mm) durante os meses janeiro e fevereiro de 1994. Os números de 6 a 11 representam o tempo em semanas.

5. DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Neste trabalho investigou-se a variabilidade da convecção tropical (ROL) e precipitação durante o período chuvoso da Amazônia e Nordeste do Brasil (verão do HS) para dois padrões sazonais contrastantes. Um em 1992 com cenário DESFAVORAVEL em que a ZCIT posicionou-se ao norte do Equador, devido as condições de dipolo positivo sobre o Atlântico, ocasionando precipitação abaixo do normal em grande parte da Amazônia e do norte do Nordeste. E outro em 1994, com cenário FAVORAVEL em que a ZCIT posicionou-se exatamente na faixa equatorial favorecendo a ocorrência de anomalias positivas de precipitação em grande parte da Amazônia e Nordeste brasileiro.

Para estes dois anos (1992 e 1994), usando um critério objetivo foram selecionados dois episódios da OMJ (um para cada ano), com a finalidade de se investigar qual o impacto no sinal da convecção e precipitação induzido pela OMJ antes e durante a sua passagem sobre a América do Sul. Confirmamos neste trabalho que a OMJ é o principal mecanismo modulador na variabilidade intrasazonal, independente do cenário é FAVORÁVEL ou DESFAVORAVEL. Os estudos de caso demonstraram que a passagem da OMJ gera condições favoráveis para ativar ou desativar a convecção tropical e modular o sinal da precipitação acima ou abaixo do normal, principalmente sobre o Nordeste Brasileiro e leste da Amazônia, exatamente sobre o Amapá, Pará e Tocantins. Essa interferência na precipitação regional associa-se ao impacto da OMJ nas bandas de nebulosidade da ZCIT e da ZCAS.

Portanto, em ambas as situações, FAVORÁVEL e DESFAVORAVEL, a OMJ exerce um direto e significativo impacto na variabilidade climática regional.

REFERÊNCIAS

- AMBRIZZI, T. Atmospheric response for two convections schemes in sensitivity experiments using SST anomalies over the South Atlantic Ocean. **CLIVAR Newsletter Exchanges Seasonal Predictability**, n.33, 2006.
- Kayano, M. T., and V. E. Kousky, 1999: Intraseasonal (30–60 day) variability in the global tropics: Principal modes and their evolution. *Tellus*, **51A**, 373–386.
- Knutson K, Lindstrand A, Lidgren L. Survival of knee arthroplasties. A nation wide multicenter investigation of 8000 cases. *J Bone Joint Surg (Br)* 1986; 68 (5):795-803
- Kousky, V. E. & M. T. Kayano, 1994: Principal modes of outgoing longwave radiation and 250-mb circulation for the South American sector. *J. Climate*, **7**, 1131-1143.
- Madden, R.A. & P. R. Julian, 1994: Observations of the 40-50 day tropical oscillation - a review. *Mon. Wea. Rev.*, **122**, 814-837.
- Madden, R.A.; Julian, P.R. Description of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. *J. Atmos. Sci.*, **28**: 702-708, 1971.
- Madden, R.A.; Julian, P.R. Description of global-scale circulation cells in the tropics with 40-50 day period. *J. Atmos. Sci.*, **29**: 1109-1123, 1972.
- Madden, R.A.; Julian, P.R. Observations of the 40-50 day tropical oscillation – A review. *Mon. Wea. Rev.*, **122**(5): 814-837, 1994.
- Moura AD, Shukla J (1981) On the dynamics of droughts in northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. *J Atmos Sci* **38**: 2653-2675.
- P. H. Chan, 1986: Aspects of the 40–50 day oscillation during the northern summer as inferred from outgoing longwave radiation. *Mon. Wea. Rev.*, **114**, 1354–1367.
- Repelli, C.A.; Souza, E.B.; Quadro, M.F.L.; Alves, J.M.B.; Sakamoto, M.S. O episódio de chuvas intensas no NEB no final de março/1997: influências da oscilação de 30-60 dias. *Rev. Bras. Met.*, **13**(1): 09-18, 1998.

Rui, H., e B. Wang, 1990: Development characteristics and dynamic structure of tropical intraseasonal convection anomalies. *J. Atmos. Sci.*, **47**, 357–379.

Souza EB, Alves JMB, Nobre P (1998) Anomalias de precipitação nos setores norte e leste do Nordeste Brasileiro em associação aos eventos do Padrão de Dipolo observados sobre o Atlântico Tropical. **Rev Bras Meteo** 13(2): 45-56.

Souza EB, Nobre P (1998) Uma revisão sobre o Padrão de Dipolo no Oceano Atlântico tropical. **Rev Bras Meteo** 13(1): 31-44.

Trenberth KE (1997) The definition of *El Niño*. Bull **Amer Meteo Soc** 78: 2771- 2777.
Weickmann, K. M. 1983: Intraseasonal circulation and outgoing longwave radiation modes during northern hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, **111**, 1828-1858.

Weickmann, K. M. 1983: Intraseasonal circulation and outgoing longwave radiation modes during northern hemisphere winter. **Mon. Wea. Rev.**, **111**, 1828-1858.

Weickmann, K. M., G. R. Lussky & J. E. Kutzbach, 1985: Intraseasonal (30-60 day) fluctuations of outgoing longwave radiation and 250 mb streamfunction during northern winter. *Mon. Wea. Rev.*, **113**, 941-961.

Yasunari, T. 1980: Quase-stationary appearance off 30-40 day period in the cloudiness fluctuations during summer monsoon over India. **J Meteor, Soc**, Japan, 58,225-229.

Climate Prediction Cente.

Disponível: www.cpc.ncep.noaa.gov

Acesso: 05 Dezembro 2008