

PADRÃO DE VERÃO: ZCAS-VCAN ATUANDO SOBRE A REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

María Cleofé Valverde Brambila⁽¹⁾, Nelson Jesus Ferreira⁽¹⁾, Haroldo Fraga do Campos Velho⁽³⁾

⁽¹⁾ CPTEC, ⁽³⁾ Laboratório de Computação

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

C.P. 515, CEP: 12201-970, São José dos Campos – SP Brasil.

E-mails: valverde@cptec.inpe.br, nelson@ltid.inpe.br, haroldo@lac.inpe.br

ABSTRAC

This paper analyzes the interaction between the upper level cyclonic vortices in the vicinity of Northeast Brazil (CVNE) and South Atlantic Convergence Zone (SACZ) during the southern summer, from December, January and February, 1997-2002. This interaction is known in this work how SACZ- CVNE pattern. The results show the pattern in the upper air wind fields, involving mainly an anticyclonic circulation (AT) located between Southerastern Brazil and adjacent oceanic areas, cyclonic vortices in the vicinity of Northeast of Brazil (CVNE) and Bolivian high (BH). The results also suggest that, in general, the convective activity over Southeastern Brazil is enhancing with the interaction these systems: (SACZ- CVNE) and the precipitation is intensified.

RESUMO

Este trabalho analisa a interação existente entre a zona de convergência do Atlântico sul (ZCAS) e o vórtice ciclônico de altos níveis (VCAN) no Nordetse do Brasil, para os verões de 1997- 2002. Esta interação foi denominada como padrão ZCAS-VCAN. A circulação associada a este padrão, em altos níveis, evidenciou uma circulação anticiclônica sobre o Atlântico sul e Sudeste do Brasil (AT), o VCAN e na maioria dos casos a Alta da Bolívia. A interação existente entre estes dois sistemas reforça a convectividade sobre a região Sudeste do Brasil o qual influencia diretamente no incremento da precipitação sobre a região.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo dar ênfase na interação existente entre a zona de convergência intertropical (ZCAS) e o vórtice ciclônico de altos níveis sobre a região Nordeste do Brasil (VCAN). A maioria das pesquisas (Kodama, 1992; Quadros, 1994; Kousky e Gan, 1981; Gan, 1982; Valverde Ramírez, 1996; Valverde Ramírez et al. 1999) tem estudado estes dois sistemas separadamente, porém continuamente observa-se que quando um deles acontece, ou outro também está presente, e vice-versa. Poucos são os estudos que ressaltaram a interação destes dois sistemas,

Valverde Ramírez (1996) em um estudo observacional sobre os VCANs, verificou que outro mecanismo de formação dos VCANs, diferente ao proposto por Kousky e Gan (1981), estaria associado a formação de um sistema anticiclônico (AT) em altos níveis (200 hPa) localizado ao sul ou sudeste do VCAN. Sendo que em muitos casos foi verificado que esta circulação anticiclônica sobre a região Sudeste e Atlântico Sul esteve associada a ZCAS em superfície. Ainda foi enfatizado que aparentemente a liberação de calor latente na ZCAS intensifica o centro anticiclônico em altitude e por conservação da vorticidade se origina o centro de circulação ciclônica (Valverde Ramírez et al., 1999).

Em relação aos efeitos da interação destes sistemas sobre as chuvas existentes pouco ou nada se tem documentado, embora saibamos que por serem sistemas de verão, eles estão diretamente relacionados com as chuvas sobre a região onde eles atuam. Pode ser observado nas imagens de satélite que com a interação destes dois sistemas as configurações de nebulosidade se reforçam, sobretudo na região Sudeste.

Este estudo também pretende focar este aspecto e analisar até que ponto este padrão, que neste trabalho se denomina padrão ZCAS-VCAN, influencia no incremento de chuvas sobre a região Sudeste.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

O presente estudo envolve a utilização dos seguintes tipos de dados:

- a) dados de precipitação diária de estações meteorológicas dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. O período de estudo compreende as estações de verão e inverno de 1997 até 2002;
- b) saídas do modelo regional Eta do CPTEC para o período de verão compreendido entre dezembro e fevereiro (1997 a 2002), e o período de inverno: junho – agosto (1998 a 2002);
- c) imagens do satélite GOES-8, do período de 1997 até 2002.

2.2 MÉTODOS

A identificação do padrão ZCAS-VCAN foi feita através de uma análise subjetiva. As análises foram feitas tendo como base os campos de circulação gerados pelo modelo Eta (Mesinger, 1984; Chou, 1999) do CPTEC, nos níveis de 700, 500, 300 e 200 hPa e utilizaram-se os critérios de Quadros (1993) e Kodama (1992) para determinar a ocorrência de ZCAS, e de Gan (1982) e Valverde Ramírez (1996) para a identificação de VCANs próximos do Nordeste. O software de visualização utilizado foi o GrADs (Doty, 1992).

3. RESULTADOS

3.1 Climatologia

Esta climatologia está baseada no estudo de Valverde Ramirez (2003), previsão e análise da precipitação na região Sudeste do Brasil, na qual foi observada uma constante interação das ZCAS com o VCAN influenciando as chuvas sobre região Sudeste do Brasil. Como mencionado na introdução, acostumamos estudar estes sistemas separadamente, porém, estudos observacionais (Valverde Ramirez, 1996; Valverde Ramírez, et al. 1999, Ferreira et al., 2004), assim como de modelagem (Figuroa, 1997), demonstraram que estes sistemas freqüentemente atuam juntos na época de verão e são os principais responsáveis pelas chuvas na Amazônia, Nordeste e Sudeste do Brasil.

A climatologia, ou melhor, a estatística (por ser um período curto de estudo) aqui apresentada é referente a cinco verões compreendidos entre 1997 até 2002. A Tabela 1 mostra a freqüência de ocorrência de ZCAS e VCANs. Destas ocorrências se contabilizaram aqueles casos nos quais os dois sistemas atuaram em conjunto: ZCAS-VCAN. Também as condições de escala global referente aos períodos ENOS foram avaliadas.

No período de estudo contabilizaram-se 16 ocorrências de ZCAS e 43 ocorrências de VCANs do Nordeste (Tabela 1). Das 16 ocorrências de ZCAS, 12 delas atuaram conjuntamente com VCANs do Nordeste. Dentro do período de estudo na fase de La Niña (fase madura), foi observado com maior freqüência a ocorrência do padrão ZCAS-VCAN. Em relação ao número de dias de ocorrência da ZCAS, o fenômeno oscilou entre um mínimo de 4 dias a um máximo de 13 dias.

Os números entre parênteses na coluna das ZCAS e ZCAS-VCAN correspondem às datas nas quais os eventos aconteceram.

**TABELA 1 – SISTEMAS SINÓTICOS QUE AFETARAM A REGIÃO DE ESTUDO NOS VERÕES
COMPREENDIDOS ENTRE 1997-2002**

		ZCAS		ZCAS-VCAN	VCANs	Escala Global
		Eventos	Duração (dias)			
Verão 1997-1998	Dez	-	-	-	4	El Niño
	Jan	-	-	-	3	El Niño
	Fev	1(12-16)	4	1	3	El Niño
Verão 1998-1999	Dez	-	-	-	2	La Niña
	Jan	1(6-18)	13	1	5	La Niña
	Fev	2 (19-23) (25-28)	5 4	1(19-23)	3	La Niña
Verão 1999-2000	Dez	2 (8-14) (16-20)	7 5	1(8-14)	2	La Niña
	Jan	2 (1-9) (21-24)	9 4	1(1-9)	4	La Niña
	Fev	1 (6-13)	8	1	1	La Niña
Verão 2000-2001	Dez	2 (1-8) (17-22)	8 6	2	2	La Niña
	Jan	1(1-4)	4	1	3	La Niña
	Fev	-	-	-	2	La Niña
Verão 2001-2002	Dez	2 (17-21) (23-28)	5 6	1 (23-28)	2	Normal
	Jan	-	-	-	4	Normal
	Fev	2(4-7) (16-24)	4 9	2	3	Normal
TOTAL		16	-	12	43	

3.2 Estudo Sinóptico

Nesta seção são descritas as diferentes situações sinóticas, na qual atua o padrão ZCAS-VCAN. Foi selecionado apenas um caso de ocorrência por verão que caracterizou os diferentes tipos de circulação.

No **verão 1997-1998**, se teve apenas uma ocorrência de ZCAS entre o período de 12 a 16 de fevereiro de 1998, sendo que este sistema esteve associado ao padrão ZCAS-VCAN. A configuração sinótica é mostrada na Figura 1 para o dia 12 de fevereiro de 1998. Na imagem de satélite observa-se a banda de nebulosidade atravessando o continente pela região Sudeste com

orientação NW-SE, e a nebulosidade do setor nordeste do VCAN. No campo de linhas de corrente em 200 hPa observa-se a circulação ciclônica fechada sobre o oceano, próximo ao Nordeste do Brasil. Ao sudoeste do VCAN observa-se a circulação anticiclônica fechada (AT). Esta situação já tinha sido observada anteriormente (Valverde Ramírez, 1996; Valverde Ramírez et al., 1999), sendo que a circulação anticiclônica fechada está associada à faixa de vorticidade positiva (ou divergência) observada no campo de vorticidade. Esta característica é típica de ZCAS e foi documentada nos estudos de Kodama, 1999 e Quadro, 1995. Para este caso específico não foi observada a alta de Bolívia (AB) bem definida.

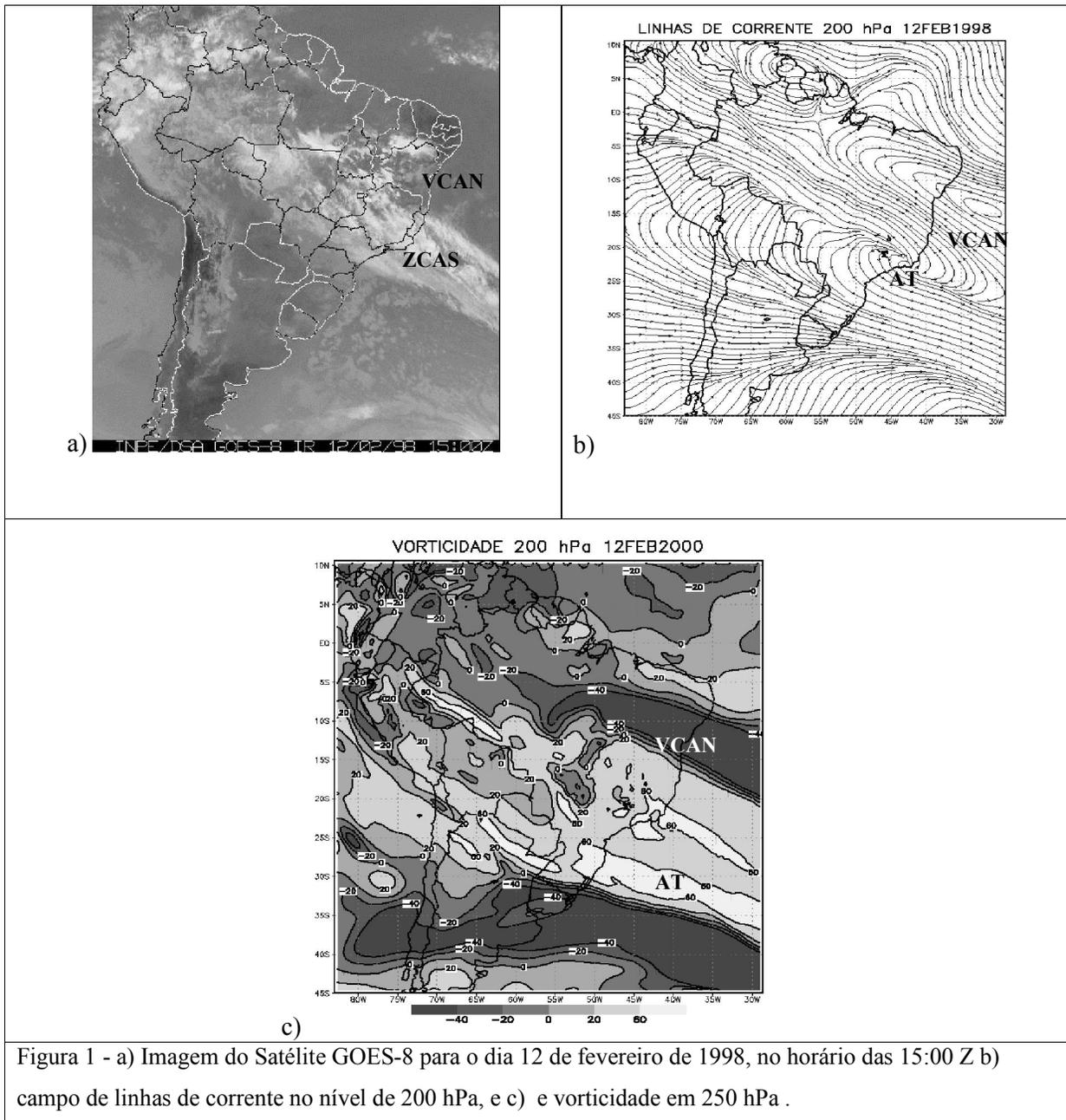
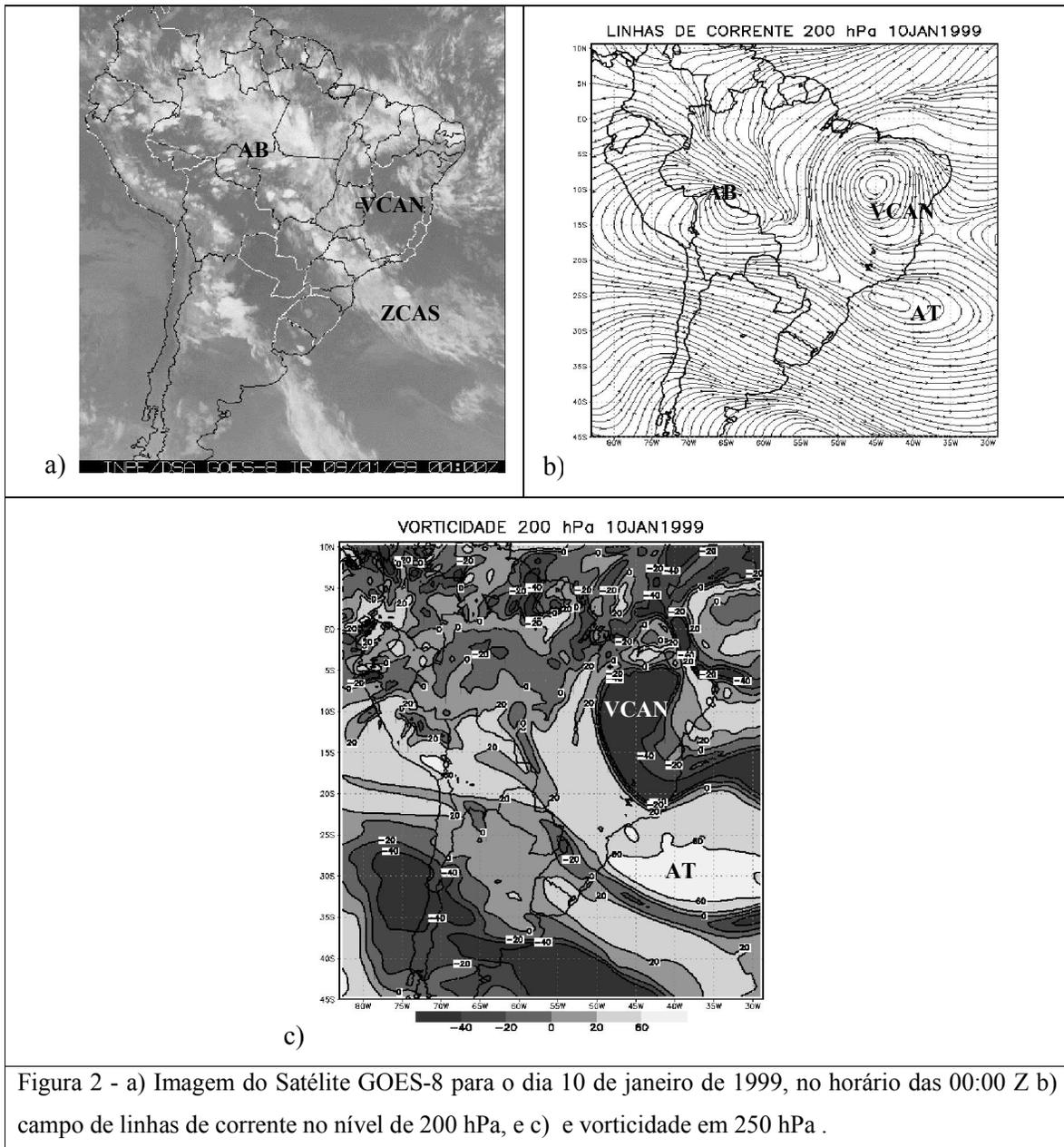
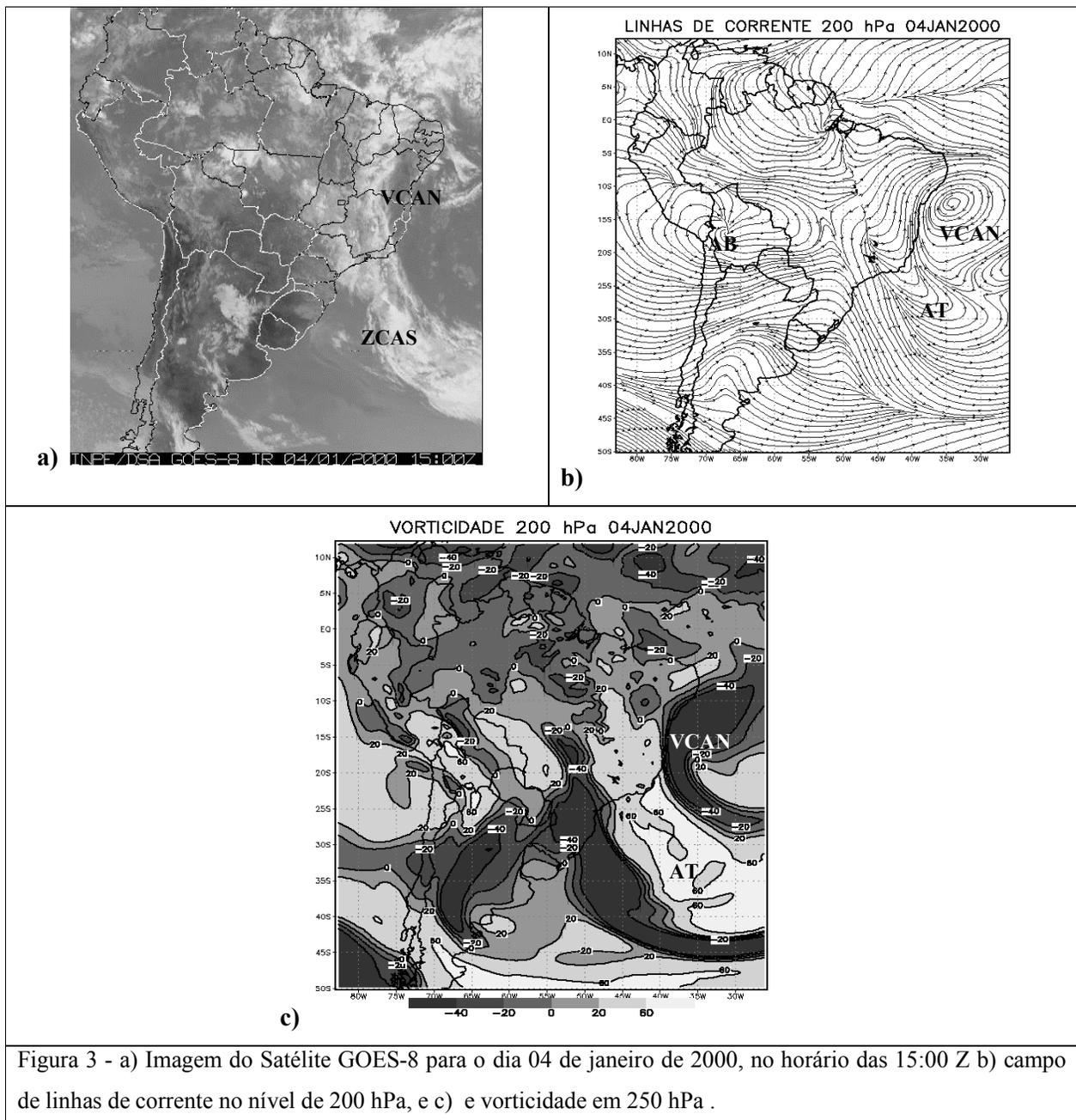


Figura 1 - a) Imagem do Satélite GOES-8 para o dia 12 de fevereiro de 1998, no horário das 15:00 Z b) campo de linhas de corrente no nível de 200 hPa, e c) e vorticidade em 250 hPa .

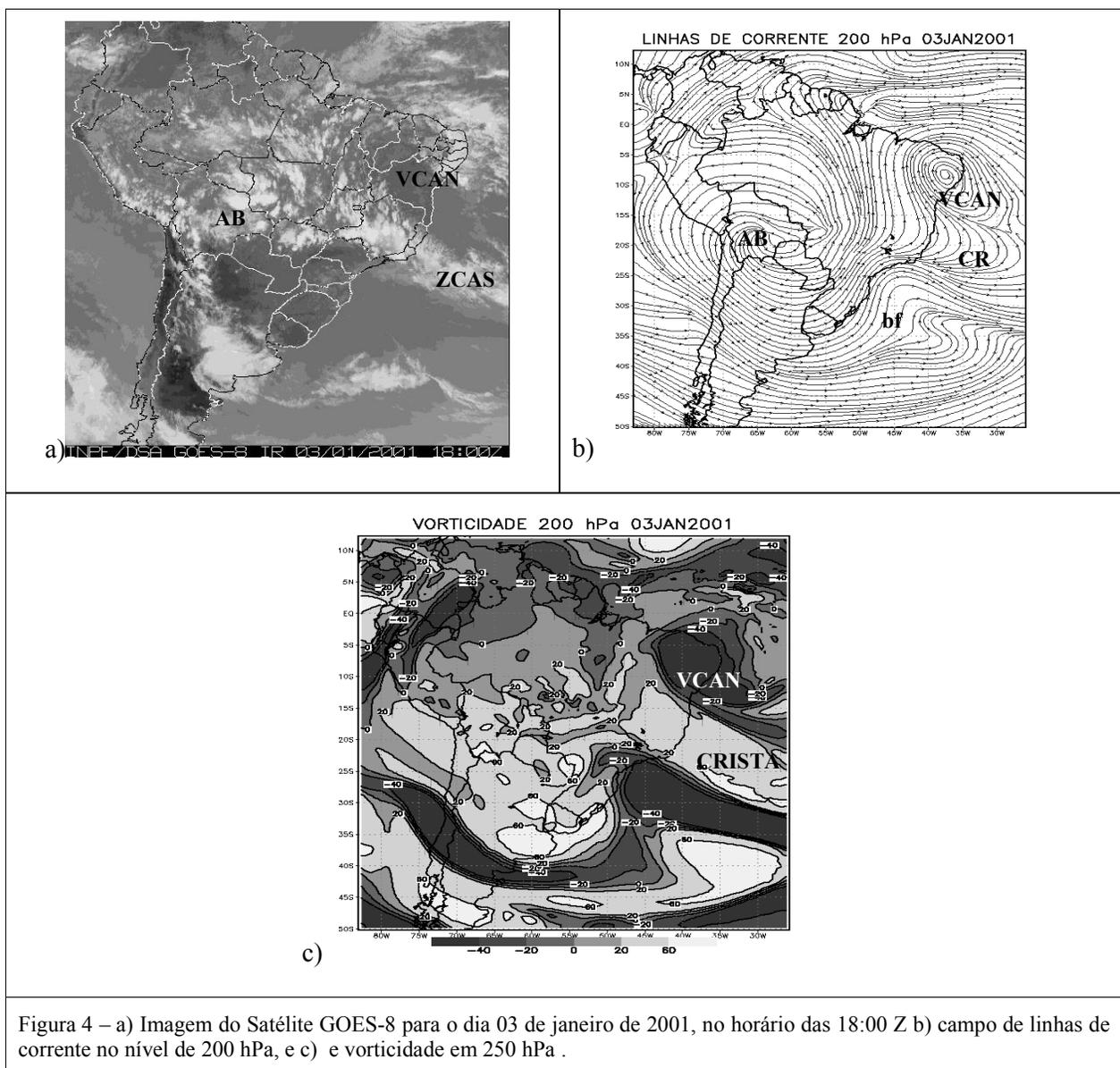
Para o verão 1998 – 1999, se exemplifica o caso ocorrido entre 6 a 18 de janeiro de 1999. Este caso teve uma duração de 13 dias e o VCAN deslocou-se até o centro do continente. A Figura 2 mostra a imagem e os campos de circulação para o dia 10 de janeiro. Observa-se na imagem de satélite uma clara interação da nebulosidade do VCAN com a banda da ZCAS. Observa-se tanto na imagem quanto nos campos de linhas de corrente e vorticidade, que o VCAN situa-se no interior da região Nordeste de Brasil (Bahia, Tocantins), e a circulação anticiclônica, ao sudeste do VCAN como indicativo da existência da ZCAS. No campo de vorticidade observa-se a faixa de vorticidade anticiclônica intensa sobre a região das ZCAS. Para este caso observou-se a presença da AB melhor definida, interagindo com o padrão de nebulosidade ZCAS-VCAN.



Para o verão 1999-2000, exemplifica-se o terceiro caso de ZCAS-VCAN ocorrido entre o período: 1 a 9 de janeiro 2000. A Fig. 3 mostra a imagem e os campos de circulação para o dia 4 de janeiro. A imagem de satélite mostra a banda da ZCAS com extensão quase meridional se fusionando com a nebulosidade do VCAN. O campo de linhas de corrente evidencia o VCAN próximo à costa do Nordeste, e no seu setor sul uma crista bem pronunciada associada a AT. A AB está presente, porém, não está muito bem definida. O campo de vorticidade confirma a intensidade dos sistemas, tanto no setor do VCAN quanto da ZCAS, mas no setor da AB apresenta-se fraca em relação ao AT. Na imagem de satélite também observa-se fraca nebulosidade na área da AB.



A Figura 4 exemplifica outro caso de ZCAS-VCAN para o **verão 2000-2001** ocorrido entre 1 a 4 de janeiro de 2001. A imagem de satélite e os campos de circulação mostrados na figura correspondem ao dia 3. Observa-se na imagem a banda de nebulosidade associada as ZCAS atravessando a região de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo, interagindo também com a do VCAN e a da AB, que neste caso encontra-se bem definida no campo de circulação. Também se observa que a AB apresenta uma extensão quase meridional, pois a crista em seu setor sul estende-se até o centro da Argentina. Já no caso da crista (CR) associada a ZCAS ela apresenta menor extensão e atravessa o continente sobre a região de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. O campo de vorticidade define muito melhor as áreas de divergência (vorticidade anticiclônica), tanto no centro da Argentina quanto na região de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Também pode se observar claramente no campo de linhas de corrente um cavado sobre o litoral de São Paulo associada a uma bifurcação (bf).



No verão 2001–2002, foi selecionado o segundo caso do mês de dezembro compreendido entre o período de 23 ao 28 de dezembro de 2001. Pode-se observar na figura 5 a imagem da satélite do dia 23 de dezembro a banda de nebulosidade com uma orientação um tanto meridional atravessando a região de São Paulo, Minas Gerais, Rio Janeiro e Espírito Santo. O VCAN não é muito evidente, porém a nebulosidade do seu setor leste pode ser observada. No campo de linhas de corrente e vorticidade do VCAN sobre o oceano é evidente, inclusive no campo de vorticidade observam-se dois núcleos de vorticidade ciclônica próximo do Nordeste. O núcleo da AB está deslocado para o leste e também é evidente no campo de vorticidade. É evidente também a crista (CR) bem pronunciada estendendo-se ao longo da posição da ZCAS.

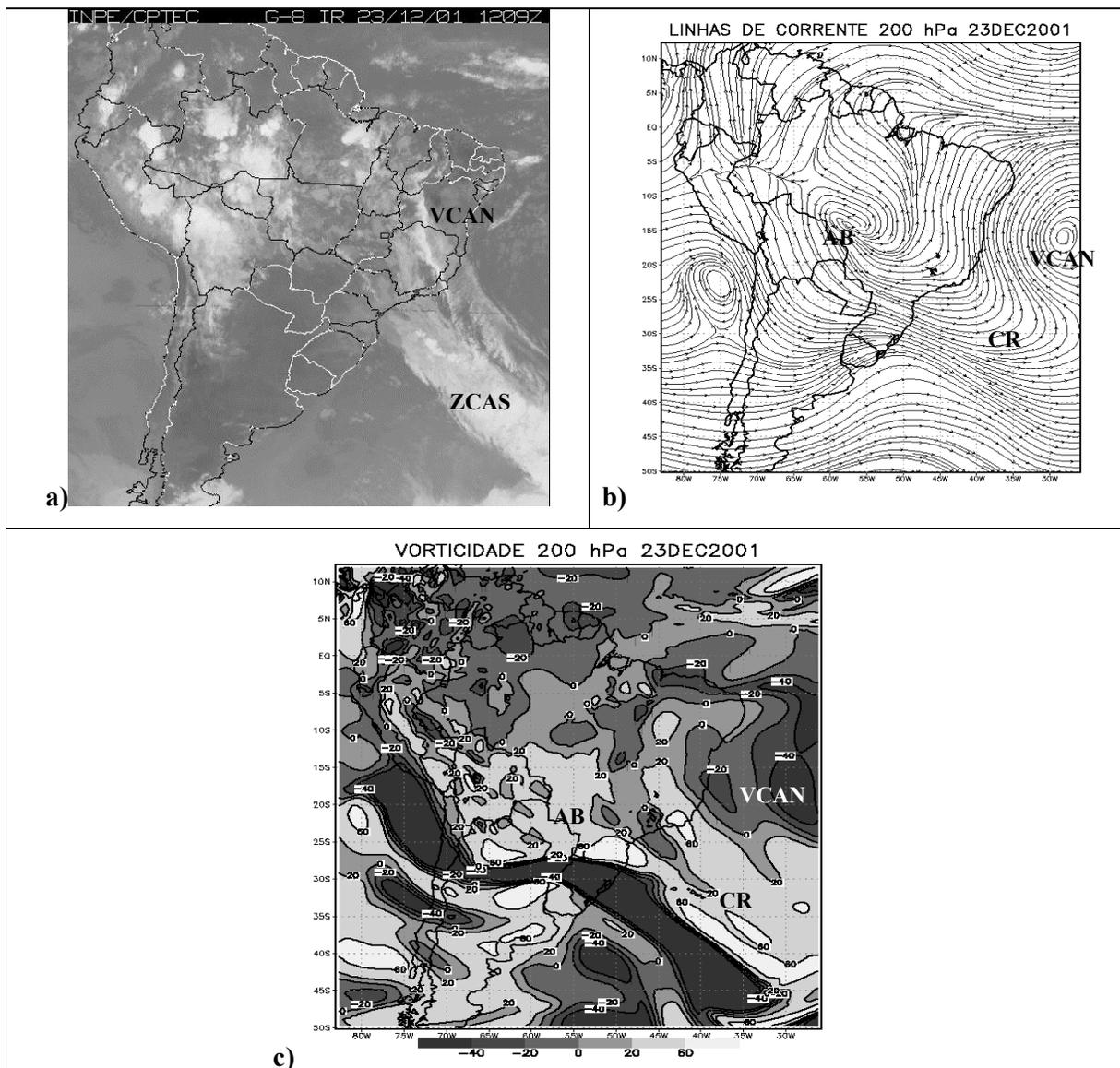


Figura 5 – a) Imagem do Satélite GOES-8 para o dia 23 de dezembro de 2001, no horário das 12:00 Z b) campo de linhas de corrente no nível de 200 hPa, e c) e vorticidade em 200 hPa .

3.3 Impacto do padrão ZCAS-VCAN sobre as chuvas na região Sudeste.

Nesta seção analisam-se as chuvas apenas na região Sudeste, pois se observou que a interação destes dois sistemas ZCAS e VCAN reforçava a nebulosidade significativamente sobre a região Sudeste. Para isto, selecionaram-se algumas estações meteorológicas dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (Tabela 2) para estudar o comportamento e distribuição das precipitações.

A Figura 6 mostra o gráfico de distribuição de chuvas de três estações: Guarulhos (GR), Piller (RJ5) e Lagoa (MG1), localizadas em São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais respectivamente, para o verão de 1999-2000. Neste gráfico destacam-se os períodos de ocorrência de ZCAS e de ZCAS-VCAN. Segundo a Tabela 1, nesse verão se observou cinco ocorrências de ZCAS, sendo que duas delas estiveram associadas ao padrão ZCAS-VCAN, um em dezembro (8 a 14) (ZCAS1) e o outro em janeiro (1 a 9) (ZCAS3). Pode-se observar no gráfico os períodos assinalados da ocorrência de ZCAS1 (8 a 14 de dezembro) que afetou as três estações, sendo que RJ5 e MG1 foram as mais afetadas com picos de até 40 mm em RJ5. No segundo caso desse verão, assinalado como ZCAS3 (Ver Fig. 3), pode ser observado que a chuva afetou consideravelmente as três estações, inclusive observando-se picos de até 100 mm/dia (dia 3) na estação MG3 e de 60 mm (dia 1) em GR. A ZCAS5 do mês de fevereiro também esteve associada ao padrão VCAN, afetando as estações com chuvas moderadas durante seu período de atuação, especificamente em MG1.

Os outros eventos de ZCAS que não estiveram associados a VCAN também causaram chuvas sobre a região, o segundo caso do mês de dezembro (16 a 20) não afetou as estações, pois se situou sobre o sul da Bahia. O caso de janeiro (21 a 24) (ZCAS4), de curta duração, não afetou a estação de GR por localizar-se ao norte do estado de SP, porém as estações de RJ5 e MG3 foram afetadas com chuvas de menor intensidade.

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DOS ESTADOS DE SÃO PAULO, RIO DE JANEIRO E MINAS GERAIS

Estados	Nome da Estação	Código	Latitude	Longitude	Altitude (m)
<i>São Paulo</i>	Guarulhos	GR	23° 26' S	46° 28' W	803
<i>Rio de Janeiro</i>	Piller	2242003-RJ5	22° 24'	42° 21'	670
	Represa do Paraíso	2242012-RJ6	22° 30'	42° 55'	60
<i>Minas Gerais</i>	Lagoa	1947008-MG1	19.88°	47.37°	-
	Fazenda Escola	1944007-MG5	19.88°	44.41°	745
	Ibirité	2044012-MG6	20.03°	44.03°	1073

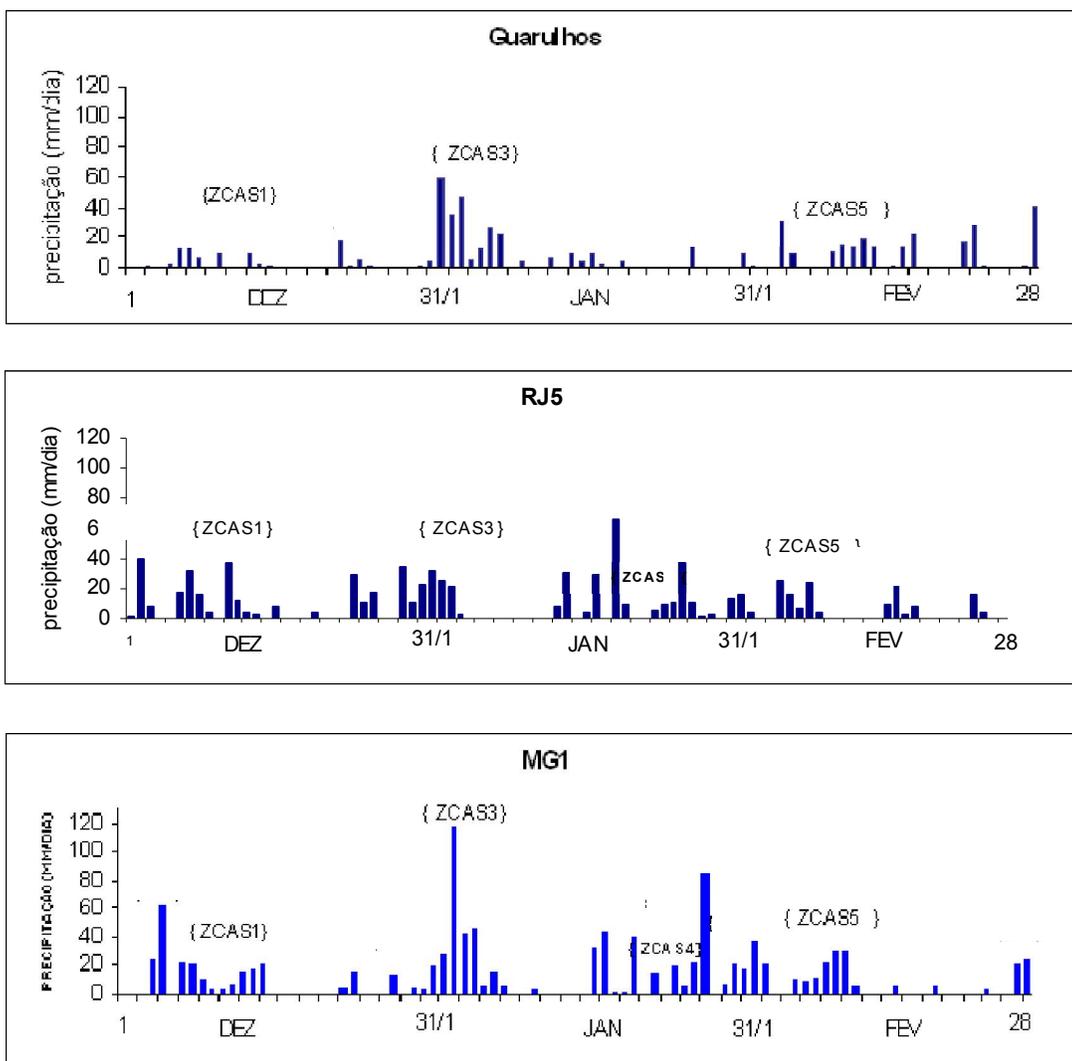


Fig. 6 – Distribuição da precipitação nas estações de GR, RJ5 e MG1 localizadas no estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais durante o verão 1999-2000.

A Figura 7 mostra o gráfico de distribuição de chuva para o verão 2000-2001, onde foi selecionada uma estação do estado de Rio de Janeiro: Represa do Paraíso (RJ6), e duas do estado de Minas Gerais: Fazenda Escola (MG5) e Ibirite (MG6). Não se selecionou nenhuma estação do estado de São Paulo, pois neste verão as ZCASs posicionaram-se ao norte do estado. Os três casos de ZCAS estiveram associados ao padrão ZCAS-VCAN. Observa-se que o primeiro caso ao início do mês de dezembro (duração de 8 dias) afetou com maior continuidade e intensidade a estação RJ6, com um pico de 60 mm no dia 5. Já nas estações MG5 e MG6 as chuvas foram menos contínuas, porém registraram-se picos significativos de até 70 mm em MG6 (dia 5).

No segundo caso entre 17 a 22 de dezembro de 2000, a estação de RJ6 também foi afetada nos primeiros dias com chuvas moderadas, já nas estações de Minas Gerais registraram-se apenas

picos isolados de até 100 mm/dia em MG5 e MG6 no dia 18 de dezembro, causando danos consideráveis sobre a região. O terceiro caso de ZCAS-VCAN (ver figura 4) ao início do mês de janeiro, afetou as três estações (RJ6, MG5 e MG6), porém os picos mais significativos se registraram nas estações RJ6 (85 mm) e MG6 (80 mm).

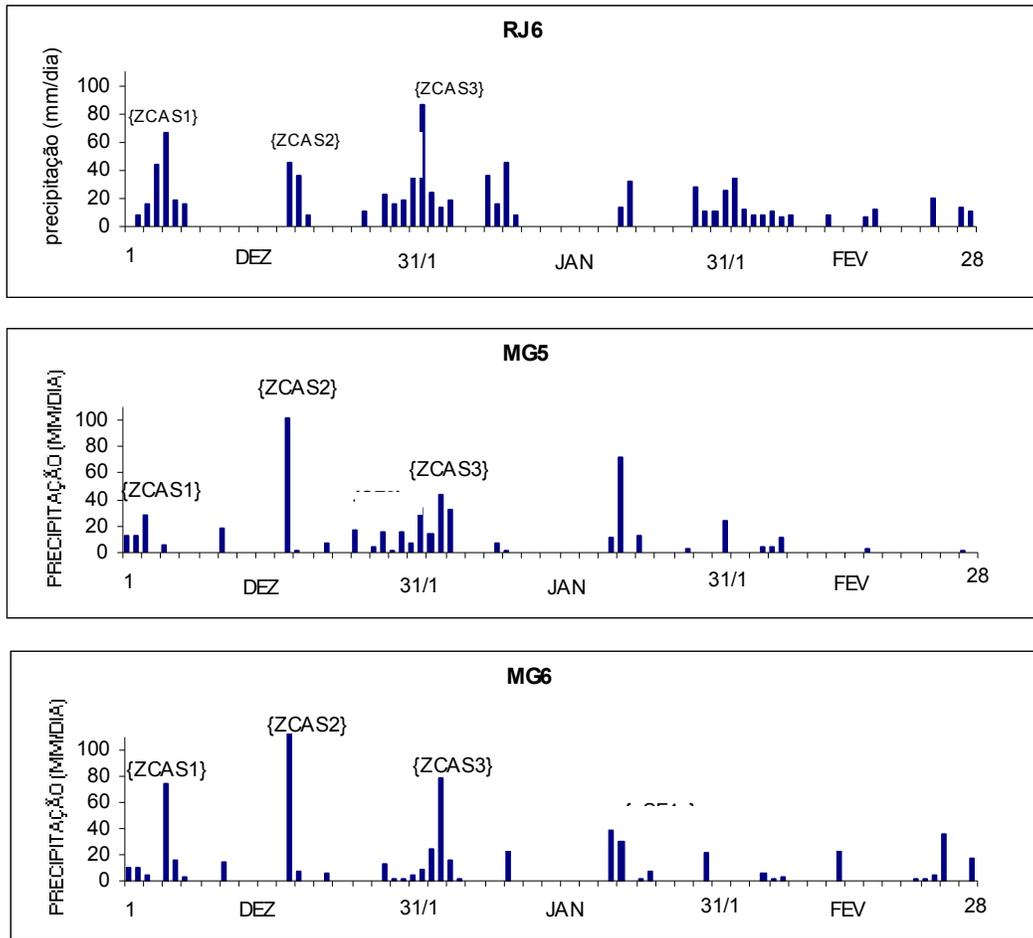


Fig.7 - Distribuição da precipitação nas estações RJ6, MG6, e MG7 localizadas no estado de Rio de Janeiro e Minas Gerais durante o verão 2000-2001.

4. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo enfatizar a atuação conjunta destes dois sistemas (ZCAS-VCAN) e seu possível papel na intensificação das chuvas na região Sudeste do Brasil.

Estudos observacionais e de modelagem, já indicaram a existência desse padrão relacionado especificamente a formação do VCAN (Valverde Ramírez, 1996; Valverde Ramírez et al; 1998; Figueroa, 1997; Valverde Ramírez et al 1999). Em seu estudo sobre padrões climáticos dos VCANS, Valverde Ramírez (1996, 1998) sugeriu um segundo mecanismo de formação para estes

sistemas, o qual estaria associado com a AT e ocorrência de ZCAS. Estudos de modelagem realizados por Figueroa (1997), comprovaram esta hipótese. Além disso, o mesmo autor classificou os VCANs em quase-estacionários e transientes, e mencionou que a formação dos VCANs quase-estacionários estariam relacionados a ocorrência e intensificação da ZCAS.

Nesta curta climatologia de cinco anos, verificou-se que o padrão ZCAS-VCAN atuou com certa frequência, ou seja, dos 16 casos de ZCAS ocorridos neste verão, 12 estiveram associados à presença de VCANs. Conhece-se que a ZCAS constitui-se num dos sistemas de verão mais importantes na produção de chuvas sobre a região Sudeste, mas quando esta interage ou está associada com a formação de um VCAN, a nebulosidade se intensifica consideravelmente na região Sudeste (região de interação da nebulosidade), influenciando no aumento das precipitações.

Nas estações meteorológicas selecionadas, observou-se a distribuição de chuvas em casos de ZCAS e casos de ZCAS-VCAN, e comprovou-se que nos eventos nos quais estes sistemas atuavam conjuntamente as chuvas eram mais intensas, de maior continuidade e com picos significativos, de até 100 mm/dia.

No estudo climatológico de VCANs (10 anos) (Valverde Ramírez, 1998, 1999) relacionado à sua formação, encontrou-se que apenas 27 % do total de VCANs se originaram associados ao AT (ZCAS em superfície). Focalizando a ocorrência de VCAN, observou-se neste estudo a mesma ordem de percentagem, pois o número de VCANs contabilizados foi de 43, e apenas 12 formaram-se como consequência das ZCAS (27.9 %). Mas, se analisarmos desde o ponto de vista de ocorrência de ZCAS, 75 % dos casos observados, estiveram associados à ocorrência de VCANs.

Neste trabalho decidimos denominar esta interação como padrão ZCAS-VCAN, pois desde o ponto de vista que se analise: ZCAS ou VCAN, ainda há uma necessidade de se aprofundar no estudo da formação destes sistemas. Pois embora existam aqueles casos nos quais primeiro se forma o AT (ZCAS em superfície) e depois o VCAN (Valverde Ramírez et al 1996, 1999; Figueroa, 1997), também foi observado que em alguns casos o VCAN já se encontra formado e posteriormente a ZCAS se configura. E ainda, na presença de ZCAS podem se formar até dois VCANs.

Também se observou que não somente os VCANs quase-estacionários estão dentro do padrão de configuração de ZCAS como mencionado por Figueroa (1997), e sim também os transientes, aqueles que ingressam até o centro do continente, pode-se citar o caso de Janeiro de 1999 (Ver Figura 2).

Características relacionadas a posição, indicaram que quando o VCAN interage com a ZCAS, a localização do centro do vórtice sobre o continente ou oceano é decisiva para reforçar ou inibir a convecção sobre a região Sudeste. O centro do VCAN sempre está relacionado com ausência de nebulosidade devido à subsidência que ocorre nesse lugar. Já o setor oeste, sudoeste e

noroeste do VCAN a nebulosidade é mais evidente, sobretudo quando se encontra sobre o continente. Este também é um assunto a ser explorado, pois a influência é observada tanto na região Sudeste quanto na Nordeste.

É importante destacar a interação da AB com o padrão ZCAS-VCAN, pois quando este padrão se encontrava associado à AB, na maioria dos casos, a convecção era claramente reforçada não somente na região Sudeste assim como em grande parte do Brasil.

Em relação ao padrão de circulação de escala global, isto é, a presença do fenômeno ENOS, o período de estudo compreendeu tanto os anos de La Niña, El Niño e um ano neutro. Porém, devido ao pouco período de tempo torna-se impossível concluir sobre a maior ou menor frequência de um determinado tipo de sistema meteorológico. Entretanto, ressaltam-se algumas informações encontradas:

- no verão 1999/2000, em La Niña na sua fase madura, registrou-se maior ocorrência de ZCAS (5), e na fase madura e de decaimento, maiores ocorrências de padrões ZCAS-VCAN;
- no verão 2000/2001, na fase inicial e de decaimento de La Niña, houve uma maior atuação de VCANs, com períodos longos de permanência, sobre o interior do continente, especificamente sobre o norte do Sudeste e sul da Bahia inibindo a nebulosidade sobre essa região;
- na fase final de El Niño (verão 1997-1998) observou-se apenas um caso de ZCAS, isto concorda com alguns resultados observacionais, nos quais mostram que durante os eventos El Niño a ZCAS não se forma ou está fora de sua posição climatológica (Quadro, 1994).

Este estudo preliminar levanta vários questionamentos em relação à formação da ZCAS e VCAN e a importância de se realizar estudos mais específicos de modo a esclarecer os diversos comportamentos da circulação, e como estes afetam os padrões de chuva no Brasil.

5. BIBLIOGRAFIA

- Chou, S. C.; Justi da Silva, M. G. Objective evaluation of Eta model precipitation forecasts over South America. **Climanálise**, n.1, v. 14, 1999.
- Doty, B. E. **Using the Grid Analysis and Display System**. Center for Ocean-Land-Atmosphere Interactions (COLA), Maryland, University of Maryland. Jan. 1992.
- Kousky, V.E.; Gan, M.A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. **Tellus**, 36(5):538-551, Dec. 1981.
- Figueroa, S. N. **Estudo dos sistemas de circulação de verão sobre a América do Sul e suas simulações com modelos numéricos**. São Jose dos Campos. (INPE 7121-TDI/672). Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1997.
- Kodama, Y. Large-scale Common Features of Subtropical Precipitation Zones (The Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: characteristic of subtropical frontal zones. **Journal Meteorological Society Japan**, v.70, p. 813 – 835. 1992.
- Quadro, M.F.L. Estudo de episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul. São José dos Campos. (INPE -6341-TDL/993).Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1993.
- Ferreira N. J.; Correia A. A.; **Valverde, Ramírez M.C.** Synoptic scale features of the tropospheric circulation over tropical South América during the WETAMC TRMM/LBA experiment. **Atmosfera**, v. 17, n. 1. Jan 2004.
- Mesinger, F.; Thomas, L.; Ward, J. ETA Model precipitation forecast for a period including tropical storm Alison. **Weather and Forecasting**, v. 5, p. 483-493. 1990.
- Valverde Ramírez, M.C. **Padrões climáticos dos vórtices ciclônicos em altos níveis no Nordeste do Brasil**?. São José dos Campos. (INPE-6408-TDI/618). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1996.
- Valverde Ramírez, M.C.; Ferreira, N.J.; Kayano, M. **Padrões climáticos dos vórtices ciclônicos em altos níveis que afetam o nordeste do Brasil. Parte II: Aspectos Sinópticos** no X Congresso Brasileiro de Meteorologia e do VIII Congresso da Federação Latino-americana e Ibérica de Sociedades Brasileiras. Brasília, 26-30 de outubro de 1998.
- Valverde Ramírez, M. C.; Kayano, M. T.; Ferreira, N. J. Statistical analysis of upper tropospheric vortices in the vicinity of northeast Brazil during the 1980-1989. **Atmosfera**, v. 12, n. 2, p. 75-88, Apr. 1999.
- Valverde Ramírez, M.C. **Previsão e análise da precipitação utilizando redes neurais artificiais sobre a região sudeste e sul do Brasil**. São José dos Campos. (No prelo). Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003.