

## **ESTUDO DA QUANTIFICAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO SOBRE A REGIÃO LESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO: SISTEMAS SINÓTICOS ASSOCIADOS E COMPARAÇÕES COM A PREVISÃO DO MODELO ETA**

María Cleofé Valverde Ramírez<sup>(1)</sup>, Nelson Jesus Ferreira<sup>(2)</sup>, Haroldo Fraga do Campos Velho<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>LMO – CPTEC, <sup>(2)</sup>Divisão de Sensoriamento Remoto, <sup>(3)</sup>Laboratório de Computação

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

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

E-mails: [valverde@cpotec.inpe.br](mailto:valverde@cpotec.inpe.br), [nelson@ltd.inpe.br](mailto:nelson@ltd.inpe.br), [haroldo@lac.inpe.br](mailto:haroldo@lac.inpe.br)

### **ABSTRAC**

This study analyzed rainfall and its variability over mid eastern São Paulo State during the periods of Dec97-Jan98, Dec98-Jan99, Dec99-Jan00 and Dec00-Jan01. The analysis were done using raingauge data from three meteorological stations located respectively in the cities of São Paulo, Guarulhos and Campinas. ETA/CPTEC analysis and GOES-8 meteorological satellite images were used to diagnostic the prevailing synoptic scale system in the studied region. The obtained results show that the observed rainfall over the stations varies considerably even when they are affected by the same weather pattern. The synoptic scale systems which more significantly have influenced rainfall distribution in the mentioned stations were cold fronts, which in some cases interacted with upper level cyclonic vortex and mesoscale convective system. Although during the studied period eight events of the South Atlantic Convergence Zone (ZCAS) we observed in Brazil, six of them have located over southern Bahia and Minas Gerais State, thus not influencing rainfall over the meteorological stations. Also, rainfall data were compared with ETA's rain forecast. In general the model was able to depict rainy events associated with long duration synoptic system such as ZCAS or stationary frontal system. As expected the observed rain data differs quantitatively from the forecasted rain, once the model rain forecasts data which is a function of its spatial resolution.

### **1. INTRODUÇÃO**

O estudo da precipitação desperta um grande interesse por influenciar diretamente diversos setores produtivos de nossa sociedade. Especificamente no Brasil, os diferentes centros de previsão de tempo e clima vem concentrando esforços em realizar pesquisas, através do estudo observacional e da modelagem, visando um melhor entendimento do comportamento desta variável. No entanto, a alta variabilidade espaço/temporal da precipitação e as limitações da rede pluviométrica existente dificultam esta tarefa. Estudos sobre a variabilidade da precipitação diária no município de São Paulo tem sido realizados por diversos pesquisadores, e de uma forma geral, eles ressaltam as influencias provocadas pela urbanização e industrialização (Xavier et al, 1994), assim como a atuação de sistemas sinóticos tais como ZCAS (Vieira et al, 1999) e sistemas frontais (Gomes et al 1984). Sem duvida estes dois aspectos complementam-se no entendimento da variabilidade diária da precipitação. Com o intuito de contribuir ainda mais no esclarecimento desta questão, o presente trabalho apresenta um estudo da precipitação na região centro leste do estado de São Paulo focalizando os aspectos sinóticos associados, durante o período de verão, compreendido entre dezembro de 1997 a janeiro de 2001. Também foram feitas comparações entre a precipitação diária observada e a prevista pelo modelo Eta do CPTEC. Acredita-se este aspecto importante na determinação da confiabilidade do produto precipitação, o qual é amplamente solicitado pelo público em geral.

### **2. DADOS E METODOLOGIA**

#### **2.1 DADOS**

Foram utilizados dados de precipitação das estações do IAG, GR e KP para os meses de janeiro e dezembro do período de 1997 – 2001, fornecidos pelo IAG da USP e pela Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária (INFRAERO) de Guarulhos. A Tabela 1 mostra a posição geográfica das estações, e a Figura 1 ilustra a localização delas no Estado de São Paulo (SP). Utilizou-se também as análises e previsão de tempo geradas pelo modelo regional Eta, fornecidas pelo Centro de Previsão do Tempo e Clima (CPTEC) (informações sobre este modelo podem ser encontradas no endereço: <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/27.html>). A descrição sinótica beneficiou-se das imagens do satélite GOES-8, no canal infravermelho, disponíveis no endereço <http://www.cptec.inpe.br>.

Tabela 1 – Localização Geográfica das Estações Meteorológicas do estado de São Paulo

Estado/Estação		Código	Alt. (m)	Lat. (°)	Long. (°)
São Paulo	GR	83780	803	-46.47	-23.43
	KP	83721	661	-47.13	-23.00
	IAG	83004	598	-46.62	-23.65

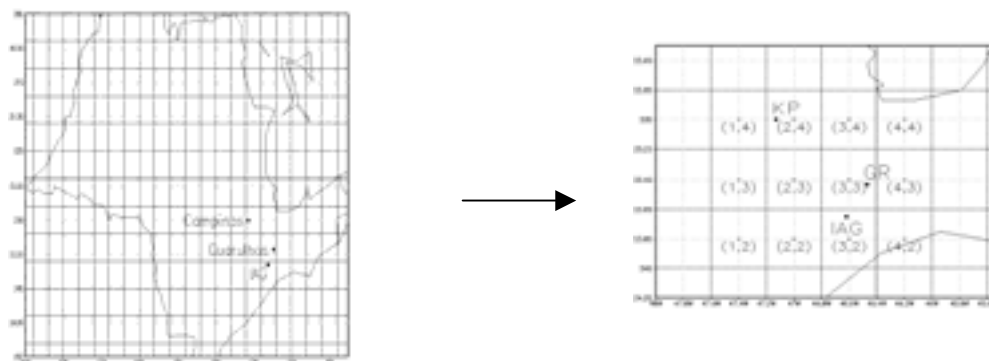


Fig. 1 Mapa de São Paulo ilustrando a posição das estações de superfície (■) e os pontos de grade do modelo (x) mais próximos das estações.

## 2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Avaliação do panorama sinótico: neste caso, as análises foram feitas de forma subjetiva através da visualização dos campos de linhas de corrente, umidade e pressão, derivados do modelo regional Eta. Da mesma forma, foram visualizadas as imagens do satélite GOES-8 para determinar a posição das bandas de nebulosidade associadas aos diferentes sistemas sinóticos, que podem contribuir para a ocorrência de chuva (SFs, ZCAS, etc.) na região de estudo. Utilizou-se o critério de Quadros (1994) para determinar ocorrências de ZCAS.

- 2.2.2 Avaliação da precipitação observada e a prevista pelo Eta: para fazer a comparação com a previsão do Eta foram selecionados os pontos de grade do modelo onde as estações de KP, GR e IAG se localizam (Fig.1). A comparação foi subjetiva, realizada através de gráficos de barras, e objetiva através do cálculo do coeficiente de correlação, desvio padrão e erro quadrático médio. Como a previsão do modelo Eta ocorre a cada seis horas, e os dados observados são diários, as precipitações do modelo foram acumuladas nos quatro horários. Utilizou-se o seguinte critério para considerar que a previsão feita pelo modelo era boa:  $\sigma_{\text{ESTAÇÃO}} \cong \sigma_{\text{ETA}}$ ,  $\rho \geq 0,6$  e  $\text{EQM} < \sigma_{\text{ESTAÇÃO}}$  (Bitencourt, 1996).

## 3. RESULTADOS

### 3.1 PANORAMA GLOBAL DOS FENÔMENOS METEOROLÓGICOS ATUANTES SOBRE A AMÉRICA DO SUL

Os meses de janeiro e dezembro correspondentes ao período de 1997 – 2001 estiveram condicionados por características atmosféricas diferentes. Particularmente o verão 1997/1998, esteve influenciado pela fase final do fenômeno El Niño. No entanto, nos meses de dezembro e janeiro, este fenômeno ainda era intenso. No mês de fevereiro iniciou-se a fase de seu decaimento. O verão seguinte (1998/1999) caracterizou-se pelo padrão La Niña. No verão 1999/2000, o fenômeno La Niña se evidenciou em sua fase madura e no verão 2000/2001 começou a desintensificação do evento La Niña (<http://www.cptec.inpe.br/climanalise>).

### 3.2 ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO SOBRE AS ESTAÇÕES DO IAG, GR E KP PARA EM DEZEMBRO E AS CONDIÇÕES SINÓTICAS ASSOCIADAS.

**Dezembro de 1997:** Observa-se na Fig. 4 que as precipitações foram registradas praticamente nos mesmos dias, nas três estações, mas com diferentes graus de intensidade. Neste mês não ocorreram episódios de ZCAS, sendo os SFs responsáveis pela ocorrência de precipitação. As chuvas nos dois primeiros dias esteve associada a um SF que ao deslocar-se para o oceano, atingiu a região leste de SP. No dia 3, um cavado em níveis médios, organizou

nuvens convectivas na Região Sudeste e ao interagir com a rápida passagem de um SF no dia 4, provocou chuvas moderadas entre 35 a 45 mm nas três estações. As chuvas entre os dias 12 e 16, ocorreram associadas a passagem de dois SFs fracos que deslocaram-se para o litoral sudeste, causando instabilidade na região das estações. A interação de um SF sobre o sul do Brasil, com cavados de ondas curtas, causaram nebulosidade convectiva dispersa sobre a região sudeste, produzindo fortes precipitações isoladas nos dias 21, 24 e 28 sobre a estação do IAG, e chuvas fracas nas outras estações.

**Dezembro de 1998:** Neste ano também não se observou ocorrência de ZCAS. Os dois primeiros períodos de chuvas mais significantes, sobre as estações ocorreram nos dias 4-5 e 9-12 (Fig. 4) e estiveram associadas a interação de uma frente fria quase estacionária com um vórtice ciclônico de altos níveis (VCAN) proveniente de latitudes médias. A Figura 2(a) mostra uma imagem de satélite para o dia 11: observa-se o SF associado a uma ciclogênese, com muita nebulosidade convectiva sobre São Paulo. Nesta mesma imagem também se observa um VCAN sobre o Nordeste, interagindo com a nebulosidade do SF. As chuvas do dia 14 e 15 sobre KP estiveram associadas a instabilidade originada por um cavado de onda curta sobre Mato Grosso e oeste de SP. O terceiro período de chuvas fracas, entre 22 a 27, foi devido a um SF frontal que atingiu o Rio Grande do Sul no dia 21, e que ao deslocar-se sobre a região sudeste no dia 23 ficou estacionário devido a presença de um VCAN no Nordeste. As chuvas fracas do dia 29 sobre GR e KP também ocorreram associadas a rápida passagem de outro SF sobre a região de SP.

**Dezembro de 1999:** As chuvas moderadas dos dias 3 e 4 sobre KP (Fig. 4) estiveram associadas a um SF que se localizou sobre o sul do Brasil. Este sistema com uma orientação quase meridional estendeu-se sobre Paraná (PR), Mato Grosso e região oeste e centro de SP; atingindo com maior intensidade a região de KP. O primeiro caso de ZCAS (8-14) originou-se devido a interação de dois sistemas frontais que ficaram oscilando sobre a Região Sudeste, devido a presença de um VCAN sobre o Nordeste, provocando instabilidade e chuvas contínuas de intensidade fraca e moderada sobre as estações (Fig 4). No dia 13, sobre a estação de KP registrou-se um máximo de precipitação como consequência de um novo SF que atingiu o sudeste e reforçou a convecção sobre o estado de SP. A Figura 2(b) mostra a imagem de satélite deste dia, observa-se a ZCAS estendendo-se com uma orientação quase zonal sobre Minas Gerais, Rio de Janeiro e Oceano Atlântico e o SF atingindo os estados de SP e Paraná. O segundo caso de ZCAS (16-20), não afetou as estações meteorológicas, pois situou-se sobre a Bahia. As chuvas dos dias 22 e 24 estiveram associadas a passagem rápida de um SF fraco sobre a região de SP. Especificamente, o máximo valor de chuva ocorrido no dia 31 sobre a estação do IAG e KP (segundo máximo), foi devido a última frente fria que atingiu o Sudeste, afetando em menor grau a estação de GR.

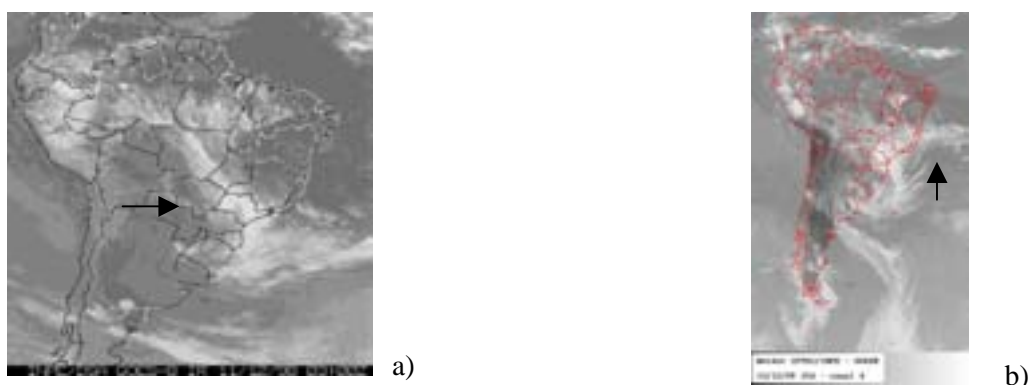


Fig. 2 – Imagem do satélite GOES 8, no canal infravermelho para os dias: a) 11/12/98 as 03:00 Z e b) 13/12/99 as 15:00 Z.

**Dezembro de 2000:** Neste período, observaram-se dois casos de ZCAS (1-8 e 19-22); mas estes eventos posicionaram-se ao sul da Bahia, norte de Minas Gerais (MG) e Rio de Janeiro (RJ) não afetando as estações. As chuvas do dia 4 e 5 (Fig. 4) estiveram associadas a um cavado de onda curta em baixos níveis, localizado sobre São Paulo. Além disso, as precipitações dos dias 9 e 10, possivelmente originaram-se devido a convecção induzida pela Alta de Bolívia (AB) que encontrava-se deslocada a leste de sua posição climatológica. Esta situação permaneceu até o dia 17, causando muita nebulosidade sobre toda a região centro e leste do Brasil. Nos dias 15 a 17, esta convecção interagiu com um SF ocasionando chuvas fortes sobretudo na estação do IAG. As chuvas observadas na última semana do mês, estiveram associadas a um SF que interagiu com CCM, provocando áreas de instabilidade com chuvas moderadas.

### 3.1.2 ANÁLISES DA PRECIPITAÇÃO EM JANEIRO E AS CONDIÇÕES SINÓTICAS ASSOCIADAS.

**Janeiro de 1998:** Neste mês, não se registraram episódios de ZCAS, mas os períodos de chuvas moderadas (7-8, 15-16, 22-23 e 28-29) (Fig. 5) estiveram associados as passagens rápidas de SFs, que em alguns casos interagiam com cavados de altos níveis e VCAN de latitudes médias (dia 16), provocando muita convecção nos arredores e chuvas (dias 22 e 28) sobre as estações.

**Janeiro de 1999:** As chuvas dos primeiros dias sobre o IAG e GR estiveram associadas a um SF que ficou oscilando entre os dias 1 e 2 sobre o litoral, entre SP e RJ. As precipitações contínuas entre os dias 5 a 10 (Fig. 3) estiveram associadas a um episódio de ZCAS com duração longa devido a ativação de dois SFs. O outro período de chuvas que ocorreu entre os dias 11 e 13, esteve associado a um SF que ficou estacionário sobre o SP e Norte de Paraná devido a existência de um VCAN localizado sobre a Bahia. No dia 14 outro SF atingiu o estado de SP, provocando muita instabilidade sobre a região, inclusive observam-se CCM's na região central de SP, interagindo com a nebulosidade do SF. Isto influenciou nas precipitações moderadas registradas na estação de KP durante aquele período. Nos outros períodos as chuvas estiveram associadas a convecção local.

**Janeiro de 2000:** Na primeira quinzena desse mês observou-se uma continuidade nas precipitações (Fig. 5), devido à ocorrência da ZCAS. A Figura 3 (a) mostra a imagem de satélite para o dia 02/01/00; observa-se uma banda de nebulosidade associada a ZCAS, com uma orientação NW – SE, estendendo-se sobre o Brasil central até o oceano Atlântico. Na segunda semana (dia 12) observou-se um pico máximo de 117.1 mm na estação do IAG (Fig. 5). Neste período, não se observou a presença de ZCAS, mas de um vórtice ciclônico na baixa e média troposfera que interagiu com um SF sobre o oceano nos dias 10 e 11, deixando uma área de grande instabilidade sobre os estados de SP e PR. A Fig. 3 (b) mostra a imagem de satélite para o dia 11; observa-se a nebulosidade do vórtice ciclônico sobre o oceano interagindo com a nebulosidade sobre a Região Sudeste. Durante o período de 14 a 17 observou-se em altos níveis a AB sobre o Paraguai, induzindo atividade convectiva sobre o Paraná e São Paulo, e ocasionando chuvas fracas. No dia 17 um SF acoplou-se a esta área de instabilidade. O pico de precipitação observado no dia 26 foi devido a um SF que deslocou-se rapidamente pela Região Sudeste, mas esteve associada a um CCM na região de São Paulo. Além disso, ocorreu um segundo caso de ZCAS entre os dias 21 e 24, que se localizou-se ao sul da Bahia, não atingindo as estações. As chuvas do dia 31 foram ocasionadas pelo último SF que atingiu a região de SP.

**Janeiro de 2001:** No dia 4 um SF com nuvens convectivas dispersas atingiu o Sudeste, afetando toda a região de São Paulo, causando as chuvas sobre GR e KP nos dias 4 e 5 (Fig. 5). Por outro lado as chuvas dos dias 8 e 9 estiveram associadas a outro SF que interagiu com a convecção da AB. No período de 12 – 15 as precipitações fracas e isoladas estiveram associadas à interação de um SF sobre a Região Sudeste com a nebulosidade do VCAN sobre o litoral da Bahia. As precipitações dos dias 23 e 28 (Fig. 3) originaram-se devido a um outro SF que interagiu com a convecção local e que intensificou-se no oceano, próximo do litoral de SP, causando muita convecção sobre a região. Durante este mês, observou-se um caso de ZCAS no período de 1 a 4, mas ela não atingiu as estações do IAG, GR e KP porque a banda de nebulosidade localizou-se sobre o sul da Bahia e norte de MG.

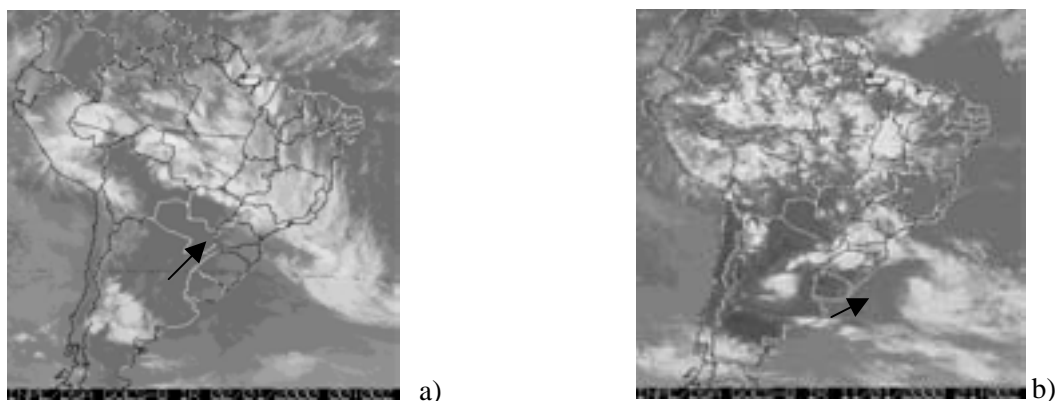


Fig. 3 – Imagem do satélite GOES8 no canal infravermelho para os dias: a) 02/01/00 as 15:00Z e b) 11/01/00 as 21:00Z

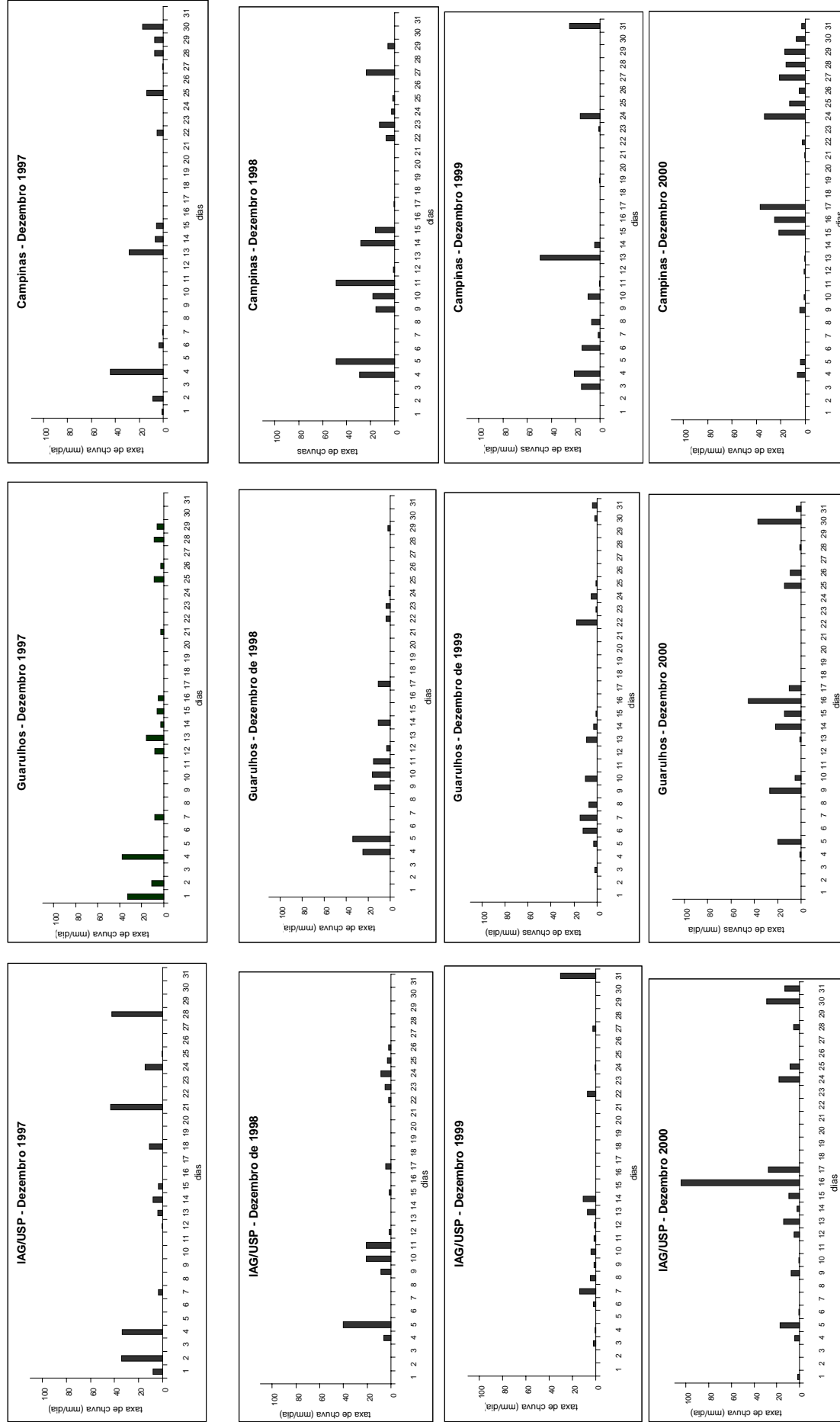


Fig. 4 – Gráficos de precipitação para o mês de dezembro nas estações do IAG, GR e KP, para o período de 1997 a 2000

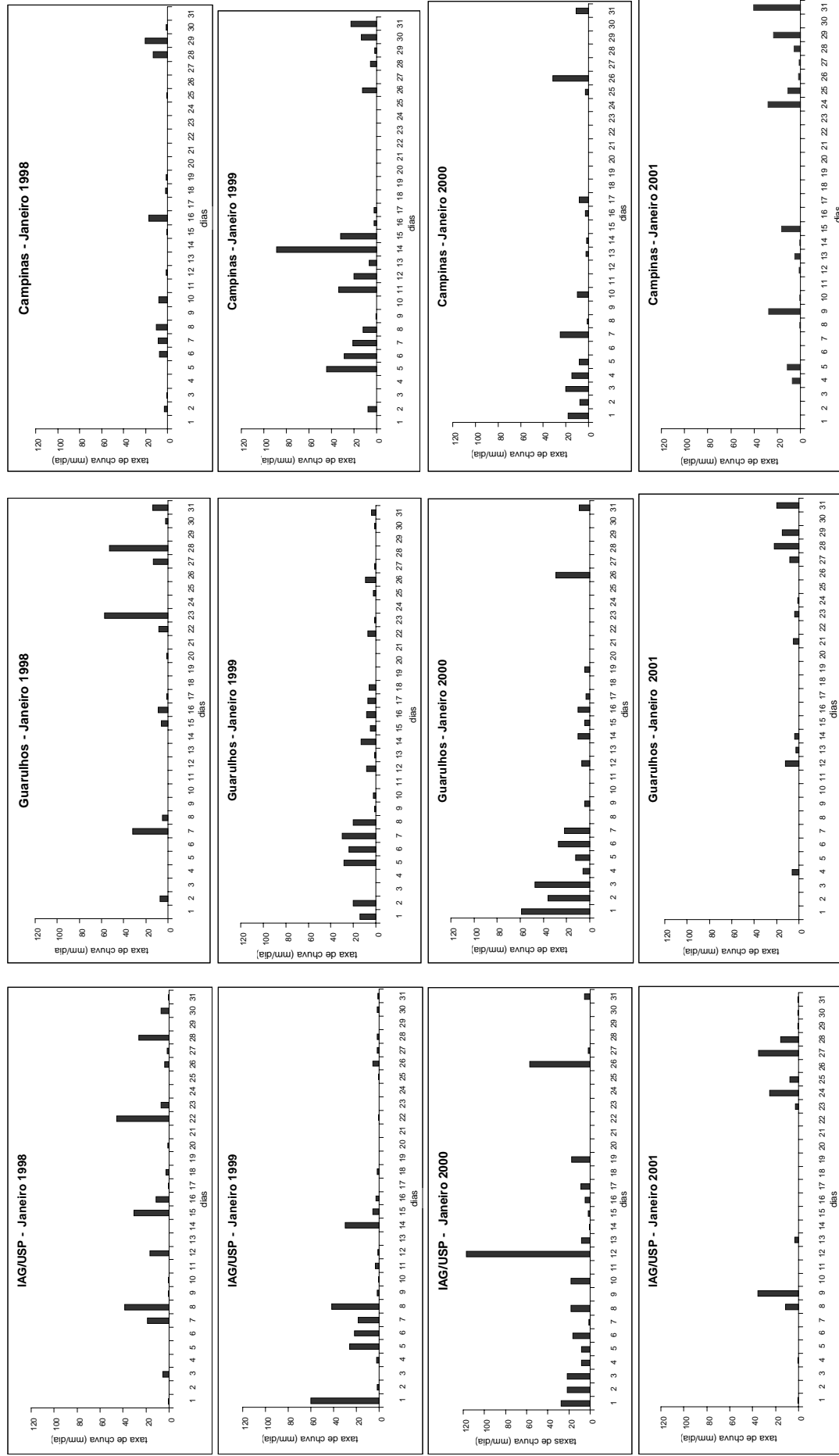


Fig.5 – Gráfico das precipitações para o mês de Janeiro das estações de IAG, GR e KP no período de 1998 - 2001

### 3.2 COMPARAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO OBSERVADA SOBRE AS ESTAÇÕES DO IAG, GR E KP E A PREVISTA PELO MODELO ETA.

#### 3.2.1 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO ENTRE AS ESTAÇÕES

Para determinar a variabilidade da precipitação entre as estações, calculou-se o coeficiente de correlação. A Tabela 2 mostra o resultado para cada ano e para o período total de estudo. Observa-se que o mês de janeiro foi o que apresentou os valores mais baixos de correlação. Para o período total de estudo, as correlações oscilaram entre 0,26 a 0,37, indicando que o grau de relação entre as estações é muito baixo.

No mês de dezembro, as correlações foram um pouco maiores, especificamente entre o IAG e GR ela foi de 0,65. Se observamos as correlações para cada mês e ano, em dezembro de 1998, a precipitação correlacionou-se melhor entre as três estações, em relação aos outros anos. Observou-se neste período que as precipitações ocorreram nos mesmos dias, e os graus de intensidade não foram muito diferentes, sobretudo na estação do IAG e GR. Isto pode explicar os valores de correlações altos entre as estações. Já no mês de janeiro, observa-se uma diferença maior nos graus de intensidade nos dias em que as precipitações coincidiam, isso pode explicar que o coeficiente de correlação tenha-se apresentado muito baixo.

Tabela 2 – Coeficiente de correlação entre as estações do IAG, GR e KP

Meses	Anos	IAG vs GR	IAG vs KP	GR vs KP
Dezembro	1997-2000	<b>0.65</b>	<b>0.45</b>	<b>0.51</b>
	1997	0.45	0.34	0.67
	1998	0.83	0.76	0.81
	1999	0.43	0.43	0.32
	2000	0.74	0.51	0.28
Janeiro	1998-2001	<b>0.37</b>	<b>0.26</b>	<b>0.35</b>
	1998	0.33	0.23	0.23
	1999	0.64	0.39	0.45
	2000	0.31	0.26	0.67
	2001	0.13	0.36	0.42

#### 3.2.2 ANÁLISE COMPARATIVA COM A PRECIPITAÇÃO PREVISTA PELO MODELO ETA

A Tabela 3 mostra os resultados dos três parâmetros estatísticos ( $\sigma$ ,  $\rho$  EQM). Seguindo o critério de Bitencourt (1996), observa-se que de um modo geral em nenhuma das estações a precipitação prevista pelo modelo é comparável com a registrada nas estações. No entanto, existem alguns períodos que satisfazem duas das três condições, como é o caso da estação de KP para dezembro de 2000, quando apenas o  $\rho$  não alcançou o valor de 0,6, embora fosse próximo. Também pode se mencionar a comparação feita para GR em janeiro de 2000 e para o IAG em dezembro do 2000. É importante ressaltar que as precipitações em cada ponto de grade do modelo representam um valor médio de uma área equivalente a sua resolução (40 Km x 40 Km), pôr este motivo, não se pode esperar que a precipitação gerada pelo modelo seja igual ao da registrada pelas estações. Da mesma forma é necessário considerar a alta variabilidade espacial e temporal da variável em estudo, de tal forma que duas estações localizadas numa área equivalente a grade do modelo, não apresentaram necessariamente um mesmo comportamento. Isto é evidenciado pelos coeficientes de correlação que em sua maioria não alcançaram 0,5, sugerindo uma pobre relação desta variável entre estações. A Figura 6 mostra o gráfico comparativo das estações que de alguma forma satisfizeram pelo menos duas das condições definidas pôr Bitencourt. Observa-se que em dezembro de 2000, na estação de KP, o modelo previu chuva nos dias 4 e 5, 13 a 17 e na última semana do mês, coincidindo com o registro da estação. Estas chuvas estiveram associadas aos diferentes sistemas de tempo explicados na seção 3.2. Obviamente, os valores não são idênticos pelos motivos expostos anteriormente. Da mesma forma, na estação de GR o modelo captou na primeira semana de janeiro do 2000 o evento ZCAS que originou chuvas, e também um pico isolado no dia 26 devido a rápida passagem de um SF. Estes resultados indicam que provavelmente, o modelo Eta por ser regional, seria muito mais sensível a fenômenos de escala sinótica, em particular aqueles que tem uma duração maior. Observa-se também na Figura 6 os gráficos comparativos para a estação do IAG, para dezembro de 2000 e GR para janeiro de 1998; observa-se que o modelo previu chuvas nos dias onde a estação não registrou. Isto é mais evidente sobre a estação de GR, onde as chuvas fortes isoladas não foram captadas pelo modelo.



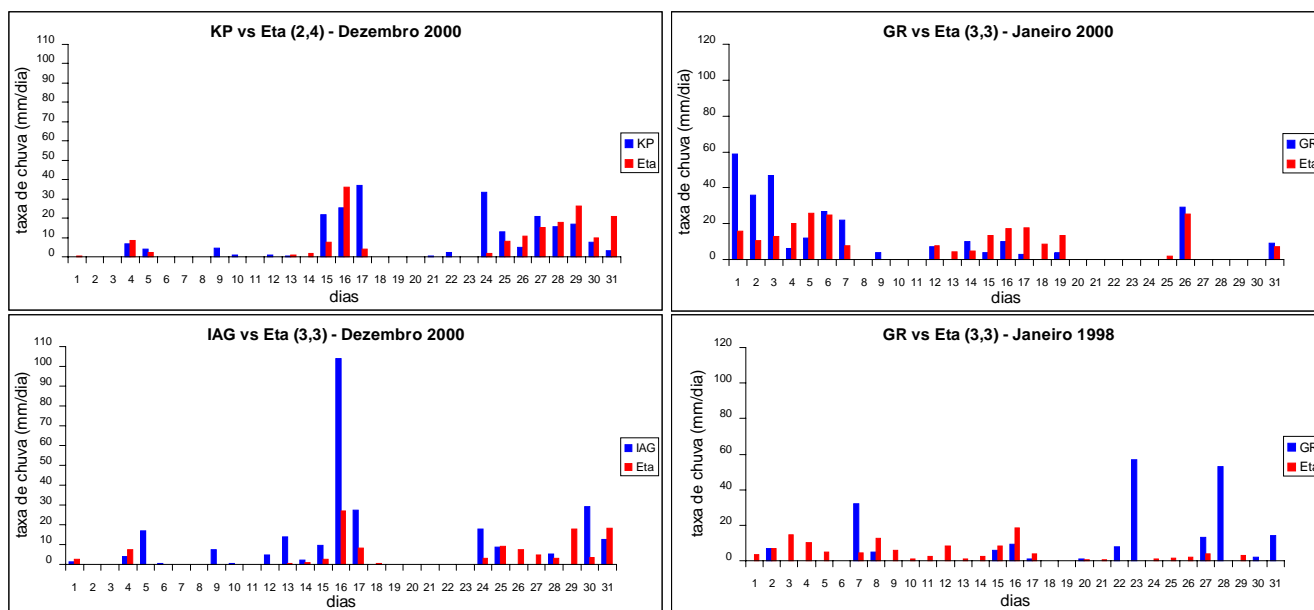


Fig. 6 – Gráficos comparativos das precipitações observadas e as precipitações previstas pelo modelo.

Tabela 3 – Estatística entre as estações do IAG, GR e KP e a previsão do modelo.

Mes	Ano	IAG vs ETA				GR vs ETA				KP vs ETA			
		$\sigma_{IAG}$	$\sigma_{ETA}$	$\rho$	EQM	$\sigma_{GR}$	$\sigma_{ETA}$	$\rho$	EQM	$\sigma_{KP}$	$\sigma_{ETA}$	$\rho$	EQM
dec	97-00	12.89	6.36	0.32	<b>12.39</b>	8.93	5.27	0.27	<b>9.12</b>	11.33	7.08	0.33	<b>11.27</b>
	97	12.96	6.21	0.095	13.85	9.15	4.90	0.22	9.48	9.67	6.13	0.009	11.29
	98	12.91	6.72	0.34	8.86	8.38	5.57	0.15	9.21	13.98	7.46	0.36	13.28
	99	6.17	6.26	-0.01	8.79	4.87	4.34	0.004	6.41	10.80	5.19	0.31	10.41
	00	19.5	6.48	0.68	16.32	11.96	6.25	0.45	10.81	10.58	9.05	0.51	9.78
Jan	98-01	15.71	8.31	0.19	<b>16.25</b>	11.84	8.21	0.27	<b>12.37</b>	12.16	9.62	0.32	<b>12.85</b>
	98	12.31	6.43	0.12	13.10	14.49	4.78	-0.14	15.88	5.47	5.11	0.31	6.26
	99	14.27	9.14	0.049	17.32	9.93	10.52	0.22	12.83	18.91	12.97	0.11	21.5
	00	23.05	8.55	0.32	21.9	15.18	8.72	0.55	12.54	8.39	9.16	0.56	8.76
	01	9.86	4.32	0.14	10.24	6.03	3.69	0.26	6.18	10.42	4.62	0.56	4.55

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

O período de estudo coincidiu com a fase final do fenômeno El Niño e quase todo o evento de La Niña. Durante a fase final de El Niño (Dez97-Jan98), não se observou a ocorrência de ZCAS, mas os SFs junto com a interação da convecção de VCANs e cavados de latitudes médias, foram responsável pelas chuvas nesse período. Nos períodos de verão dos eventos La Niña (Dez98-Jan99, Dez99-Jan00 e Dez00-Jan01), ocorreram oito casos de ZCAS. Na fase inicial (Dez98-Jan99), observou-se o primeiro caso (Jan 99), o qual foi responsável pelas precipitações nas três estações meteorológicas. Na fase ativa e final de La Niña, embora tenham ocorrido sete casos de ZCAS, cinco destes localizaram-se sobre o sul da Bahia e Minas Gerais, não afetando o estado de SP, e portanto, não influenciando os totais pluviométricos das estações. Desta forma, os SFs, VCANs, e cavados de latitudes médias contribuíram significativamente para a ocorrência de precipitação nestes período e não a ZCAS. Desta forma, tendo como base a análise sinótica é possível explicar grande parte da ocorrência de precipitação sobre as estações analisadas. Quando ocorrem precipitações em períodos contínuos (superior a quatro dias), geralmente elas estão associadas a ZCAS. Neste caso, estas precipitações serão fortes ou fracas, conforme a intensidade do evento ou a sua interação com sistemas tais como o VCAN e a AB. Quando as precipitações apresentam-se alternadas, em torno de 3 a 4 dias, geralmente estão associadas ao deslocamento dos SF's sobre o litoral Sudeste. Neste caso, há possibilidade de ocorrer chuvas fortes ou fracas em períodos menores, como resultado de sua interação com VCANs de latitudes médias ou CCMs.

A variabilidade da precipitação observada mesmo entre estações próximas é alta, isto foi comprovada através do coeficiente de correlação, que em geral esteve abaixo de 0,5. Embora um SF em geral afete simultaneamente as



três estações, a chuva observada em cada uma delas pode diferir significativamente. Isto foi observado em vários períodos de registros de chuvas. Aspectos relacionados a topografia, industrialização, urbanização, entre outros, tem sem dúvida um papel muito importante nesta questão. Isto pode explicar de alguma forma, os valores de correlações baixas entre as estações.

Em relação a comparação feita com a previsão do Eta, mostrou que o modelo não é suficientemente sensível para capturar a variabilidade espacial e temporal da precipitação. No entanto, em algumas situações o modelo tem sensibilidade para capturar os sistemas sinóticos mais definidos ou intensos, de longa duração tais como ZCAS e SF estacionários. É importante ressaltar que no verão, as precipitações na região de estudo, também originam-se devido ao aquecimento local ou em períodos de tempo curtos (horas), não se podendo esperar que os modelos capturem este tipo de precipitação.

## 5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi suportado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, processo 98/15465-7. Agradecemos também ao Instituto Astronômico e Geofísico da USP e a Empresa Brasileira de infra-estrutura Aeroportuária (INFRAERO) de Guarulhos pelo fornecimento dos dados de precipitação e ao CPTEC pelo fornecimento das imagens de satélite e as saídas do modelo Eta.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bitencourt, P. D. (1996), **Desempenho das previsões de variáveis simples e derivadas obtidas pelo modelo global do CPTEC/COLA para alguns casos significativos ocorridos sobre o centro-sul do Brasil**. Tese de Mestrado em meteorologia (INPE –6407 – TDI /617. INPE. São José dos Campos.
- Gomes, A. M e Massambani, O.(1984). **Aspectos Meteorológicos associados a eventos de Enchentes em São Paulo- Estudos de Casos**. III Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belo Horizonte, Dezembro 1984, Anais 2.
- Quadros, M. F.; Abreu M. L. (1994). **Estudos de episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul sobre a América do Sul**. Tese de Mestrado em Meteorologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, INPE.
- Vieira, P; Silva, C. E.; Silva; A.C. e Custodio M. (2000). **Estudo de caso envolvendo 13 dias de alagamento e a zona de Convergência do Atlântico Sul**. Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro.
- Xavier, T. S.; Xavier, A. F. e Silva, A. E. (1994). **Evolução da Precipitação diária num ambiente urbano. O caso da cidade de São Paulo**. Revista Brasileira de Meteorologia, Vol. 9, N° 1, pag. 44-53.