

ESTUDO DAS CHUVAS NA REGIÃO SALINEIRA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

JOSE MARQUES¹

FRANCISCA M. ALVES PINHEIRO²

ANA CÉLIA F.S. CESÁRIO³

Resumo

Foi feito a caracterização do regime de precipitação na região salineira do estado do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 01/01/88 a 31/12/90, utilizando pluviogramas diários de duas estações meteorológicas e cartas sinóticas de superfície. O objetivo do trabalho foi o de evidenciar a influência exercida pela topografia, circulação local dos ventos e dos vários sistemas sinóticos atuantes na área nos eventos de chuva.

Palavras chave: Região Salineira, Estado do Rio de Janeiro, Climatologia

Abstract

Study of the Rainfall in the Salt Region in the State of the Rio de Janeiro

Rainfall regime in the salt region of the state of Rio de Janeiro, Brazil, in the period of 01/01/88 to 31/12/90, was studied. Daily rainfall diagrams of two meteorological stations and meteorological surface charts were used. The purpose of the work was to know the influence of the rainfall due to topography, local wind circulation and the synoptic systems that affect the area.

Key words: Salt Region, State of Rio de Janeiro, Climatology

¹ Professor Titular Doutor do Departamento de Climatologia e Meteorologia da UERJ

² PhD em Meteorologia, Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro - SIMERJ

³ Licenciada em Geografia

INTRODUÇÃO

A região é caracterizada por salinas mas a especulação imobiliária tem provocado a troca de áreas de salinas por loteamentos. Estudos indicam que a salinidade da lagoa de Araruama tem diminuído nos últimos 30 anos sendo uma das causas o aporte de água doce para a lagoa. Para alguns é válida a hipótese do aumento da precipitação na área, O GLOBO (1992).

Estima-se que grande parte dos 200 mil pessoas que habitam a região lança esgoto sem tratamento na lagoa, em função do crescimento descontrolado.

O clima é agradável durante todo o ano, com quase 270 horas de brilho solar, suavizado pelo vento nordeste constante que auxilia na formação de dunas de areia branca e fina, TARTAU et al. (1998). As chuvas desempenham um papel fundamental na economia da região de Cabo Frio, RJ, face as suas implicações na atividade turística e, principalmente, na de extração de sal. Por seu turno, os estudos tradicionais abordam os valores dos elementos do clima considerando, em geral, suas médias, as quais não permitem identificar características meteorológicas.

Levantamentos bibliográficos constataram ser escassa a bibliografia relacionada ao tema.

Neste estudo preliminar são comparados os registros obtidos a partir de pluviógrafos instalados nas Estações de Observação Meteorológica de Alcalis e Iguaba Grande, localizadas nos municípios contíguos de Arraial do Cabo e São Pedro da Aldeia. Foram detalhadamente estudados: chuva mensal e anual, índices pluviométricos, mensais e frequência horária sazonal das chuvas. Foi ainda associada a gênese das chuvas às condições meteorológicas identificadas através de Cartas Sinóticas de superfície; finalmente, fez-se estudos comparativos entre as Normais Climatológicas Padrões, relativas aos períodos de 1931/1960 e 1961/1990.

OBJETIVOS

- Identificar características do regime local de chuva, visando evidenciar a influência exercida pela topografia, circulação local dos ventos, bem como em função dos vários sistemas sinóticos atuantes na área;
- Identificar o motivo das diferenças de chuva encontradas entre as duas localidades;
- Conhecer as frequências de ocorrências, na escala horária, dos eventos de chuva.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

As Estações Meteorológicas, EOM, de Iguaba Grande, IGG, e Álcalis, ALC, estão situadas nos municípios de São Pedro da Aldeia, SPA, e Arraial do Cabo, ARC, respectivamente, Figura 1.

Ambos municípios se caracterizam por uma topografia de relevo pouco acidentado e com áreas planas de baixas altitudes que se elevam em pequenas colinas e se estendem até as margens da lagoa de Araruama, sendo que a maior altitude encontrada foi de 316m na serra de Sapatiba, FEEMA (1988a, b).

O clima de ambos é codificado como Aw no esquema de Köppen: tropical chuvoso, com temperaturas variando de 35,3°C em fevereiro a 20,7°C em julho. A chuva varia de 104mm em dezembro a 36mm em agosto. A área é relativamente mais seca quando comparada ao restante do Estado devido, principalmente, ao fenômeno da ressurgência, caracterizado pelo afloramento costeiro das águas frias vindas do fundo do oceano, impondo condições típicas de temperatura e umidade da camada atmosférica adjacente.

Tipos de chuva segundo a sua gênese

Define-se precipitação como qualquer das formas pelas quais as partículas de água (no estado líquido ou sólido, ou em ambos) caem na atmosfera e atingem a superfície, HUSCHKE (1970). Os tipos de precipitação são chuva, chuvisco, neve e granizo. Na área em estudo o tipo predominante é a chuva.

Quanto à origem são classificadas em: convectivas, orográficas e frontais. As chuvas convectivas são características de regiões sujeitas a forte aquecimento solar, ou em áreas litorâneas, associadas às brisas, ou de áreas onde predominam massas de ar úmidas e quentes. São geradas a partir de nuvens dos gêneros *cumulus*, Cu, e *cumulunimbus*, Cb, as quais são formadas a partir dos movimentos verticais ascendentes do ar que se aquece em contato com a superfície. Os Cb frequentemente apresentam trovões e/ou relâmpagos.

As chuvas orográficas ocorrem em regiões com relevo acidentado e próximas a áreas sujeitas a evaporação as quais funcionam como fontes de umidade para a atmosfera adjacente. As nuvens Cu, Cb e *stratus*, St, são formadas principalmente pelo levantamento mecânico do ar úmido que se desloca sobre a encosta. A influência do relevo para a geração de chuvas orográficas vai depender de sua altura e de seu alinhamento relativo à direção predominante dos ventos portadores de umidade.

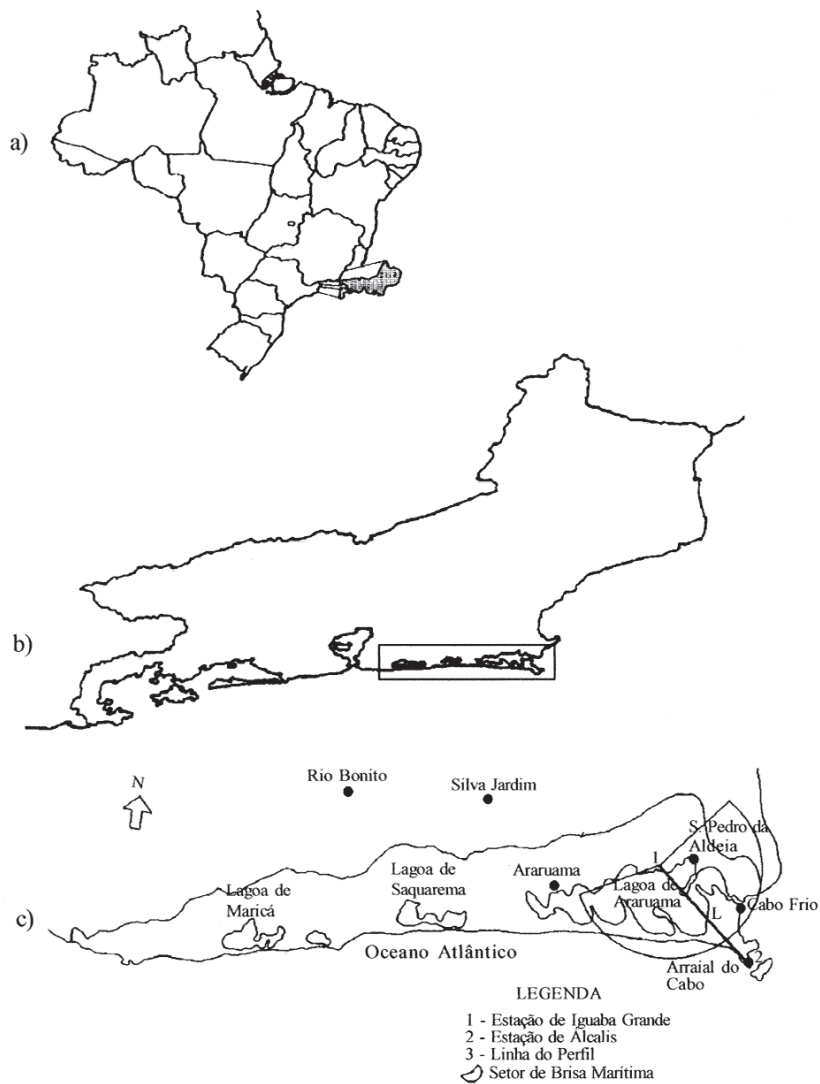


Figura 1 – Mapas : Brasil (a), estado do Rio de Janeiro (b) e da localização das estações meteorológicas nos municípios de São Pedro da Aldeia e Arraial do Cabo (c).

As chuvas frontais são consequência de um processo de instabilidade que ocorre por efeito do deslocamento de massas de ar com grande dimensão horizontal que se comportam como verdadeiras cunhas empurrando para cima a massa de ar menos densa.

Em resumo, os processos geradores da chuva envolvem a elevação do ar úmido de um nível inferior para um superior na atmosfera onde a pressão é menor, provocando condensação do vapor d'água nele contido.

Levantamento dos dados meteorológicos

A partir dos pluviogramas de ALC e IGG foram extraídos os dados horários de chuva do período 01/01/88 a 31/12/90. Algumas séries não apresentavam continuidade no registro mostrando, em certas ocasiões, total ausência de dados (caso de fevereiro de 1988 em ALC).

Foram realizados estudos de casos usando Cartas Sinóticas de superfície elaboradas e analisadas pela INFRAERO (ex-TASA).

Foram obtidas as freqüências horárias das chuvas, por estação do ano, compreendendo somente o período de dois anos, uma vez que, no verão de 1988, o mês de fevereiro apresentou falhas nos registros.

Para a obtenção da freqüência horária de chuva, associou-se o número de ocorrências desse evento a cada hora do dia.

Dividindo-se a chuva acumulada no mês pelo número de ocorrências diárias de eventos de chuva obteve-se um total médio dos eventos de chuva ou uma Intensidade Relativa, IR.

Foram também usados os dados médios de 60 anos publicados pelo INMET (1970, 1992) relativos às Normais Climatológicas Padrões, NCP, de 1931/60 e 1961/90. Com estes dados comparou-se o comportamento das chuvas do período 1988/90 de ALC e IGG para se ter uma idéia dos afastamentos dos valores, em cada uma das EOM's, com relação às condições padrões indicadas pelas NCP.

Tendo em vista a disposição da área estudada, em relação ao mar, utilizou-se a metodologia aplicada por VIANNA (1996) a qual considerou como sendo brisa marítima os ventos oriundos do setor entre 50 e 250 graus, Figura 1.

Foram estudadas situações específicas para o período de 25 a 29 de setembro de 1989, caracterizados por atuação de frentes frias na área.

A aplicação da metodologia da média móvel de ordem 5 nas séries temporais permitiu a eliminação das oscilações irregulares, procurando evidenciar uma possível tendência das séries.

RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Chuva mensal

- As NCP de Cabo Frio evidenciam uma diminuição da chuva anual no último período (1961/90), Figura 2, com um decréscimo de 5,6%; entretanto, quando comparados os valores de fevereiro mais março a diminuição foi de 37,3%, valor que sugere um estudo mais profundo das causas desta variação;

Figura 2 – Chuva mensal – Normais Climatológicas

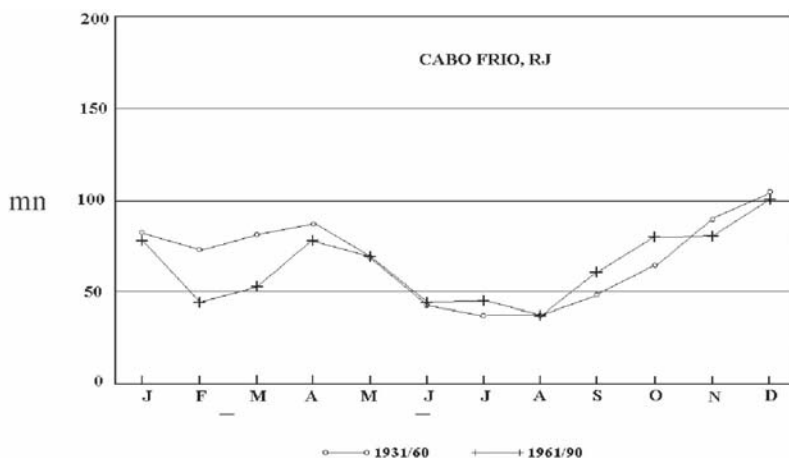
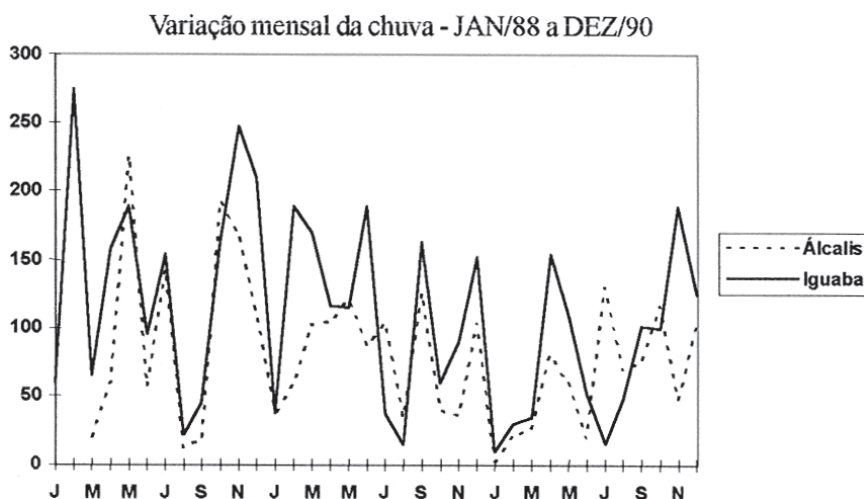


Figura 5 -Precipitação mensal - Normais Climatológicas

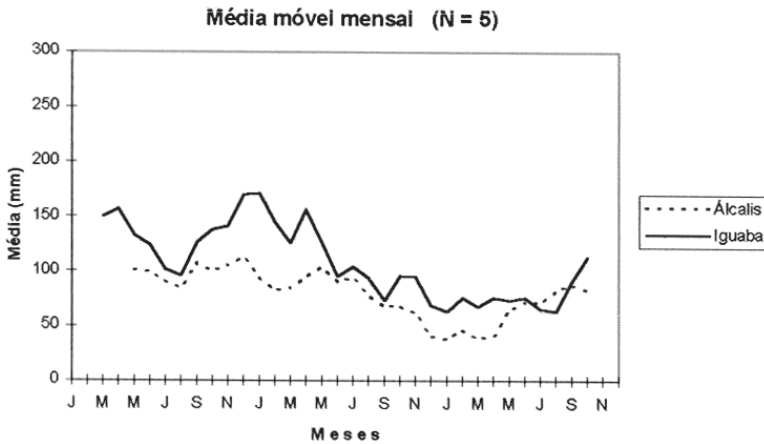
- Apesar das duas EOM's distarem entre si de apenas 21 km, no período março de 1988 a outubro de 1990 constatou-se maiores valores das chuvas em IGG (continental) do que em ALC (litorânea), conforme Figura 3, exceto para o mês de julho/90 (no mês de fevereiro/88 não houve registros em ALC);

Figura 3 – Comparação entre os totais mensais de chuvas entre as estações de Álcis e Iguaba.



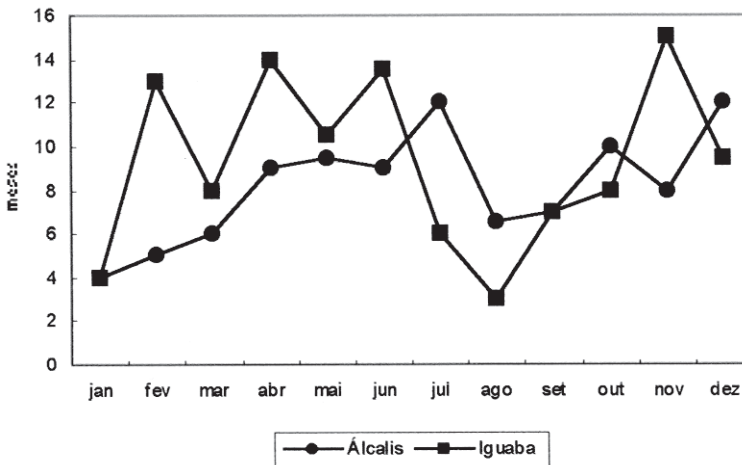
- Os valores encontrados neste período foram ligeiramente superiores aos das NCP; não se pode, entretanto, considerar que houve uma anomalia uma vez que são desconhecidos os valores dos desvios padrões mensais das referida NCP;
- A utilização da média móvel, Figura 4, mostra uma tendência à diminuição da precipitação no período analisado, principalmente em IGG. Entretanto esta tendência deve ser vista com precaução face ao pouco número de meses analisados (36), sendo recomendável que trabalhos análogos devam ter continuidade em relação ao tema;

Figura 4 – Média móvel mensal entre as estações de Álcalis e Iguaba.



- Os valores da IR, a qual representa uma intensidade média dos eventos chuvosos, foram maiores em IGG, Figura 5, notadamente no período primavera/verão, possivelmente devido aos efeitos combinados da brisa marítima e convecção;

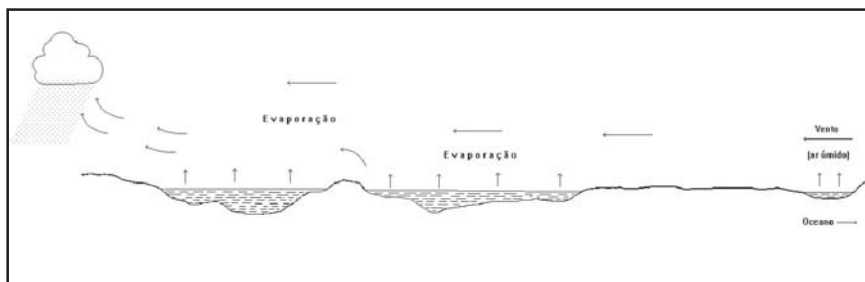
Figura 5 – Intensidade relativa média do período 1988/90.



- As brisas marítimas parecem intensificar a ocorrência de eventos de chuva em IGG, face à sua proximidade com a área de topografia acidentada, embora não tão acentuada, e exposta perpendicularmente ao fluxo das brisas. A topografia mostrou-se suficientemente atuante para promover a ascensão do ar úmido, provocando a condensação do vapor d'água e chuva;

Em IGG a maior frequência de chuvas ocorreu praticamente em todas as horas do dia, provavelmente devido a associação da convecção com o efeito orográfico embora a topografia não ultrapasse os 400m, Figura 6. (Os dados estão ausentes no mês de fevereiro/88 em ALC). A Figura 6 é o perfil assinalado na Figura 1. Uma explicação é que a advecção de umidade no sentido ALC-IGG, sob o efeito da brisa marítima, faz com que haja acumulação de vapor d'água atmosférico em IGG, cuja topografia contribui para a geração da chuva. Neste deslocamento o ar também adquire umidade através da evaporação da lagoa de Araruama.

Figura 6 – Perfil do mapa da região estudada mostrada na Figura 1.



Chuva horária

Analisados os 8760 dados horários de ocorrência de chuva contou-se que, de um modo geral, a frequência maior de eventos de chuva ocorreu em IGG e a partir das 16h, com um pico secundário às 20 horas, caracterizando uma componente convectiva no processo, Figura 7.

Analisando-se os dados horários na escala sazonal constata-se que em todas as estações a frequência foi maior em IGG e que no inverno praticamente ocorrem poucos eventos de chuva no período da tarde, Figura 8.

Figura 7 – Números de eventos de chuva por hora do dia no período de 01/01/88 a 31/12/90 nas duas estações.



Situação sinótica

Com o objetivo de se compreender as características de alguns eventos locais de precipitação em situações de macroescala, a análise sintetizada das Cartas Sinóticas de Superfície do período 25 a 29 de setembro de 1989 e sumarizadas nas Figuras 9 a 13, revela:

- no dia 25 uma frente fria, FF, de fraca intensidade, com eixo predominantemente de NW/SE deslocou-se desde o norte do Estado do Rio de Janeiro, RJ em direção NE, enfraquecendo a partir das 24h TCG no litoral do Espírito Santo, ES, (posições 1 a 4), Figura 9.

Notar que na retaguarda da FF a circulação dos ventos se faz no sentido oceano/continente; na sua vanguarda a circulação é do continente para o oceano. Assim, nos sucessivos deslocamentos (posições 1 a 4) a circulação muda quando da passagem da FF sobre o Rio de Janeiro. Na situação de circulação oceano/continente há grande aporte de umidade para o litoral, provocando, na maioria das vezes, fortes chuvas, as chamadas chuvas de circulação.

- dia 26 às 9h TCG a FF se achava em plena frontólise, desaparecendo completamente no decorrer do dia (posição 5). A circulação sobre o Rio de Janeiro é no sentido oceano-continente. Mas às 18h TCG o Centro de Alta Pressão do Atlântico Sul, APAS, já dominava amplamente o setor leste do Brasil, invertendo a circulação, Figura 10.
- dia 27 identificou-se uma linha de instabilidade, LI, (posições 6 a 8) associada a um cavado com direção predominantemente NW/SE, que se deslocou sobre o continente (eixo S. Paulo/M. Grosso do Sul) até o norte do ES, Figura 11. A circulação é do continente para o oceano;
- dia 28 uma FF de fraca intensidade, com eixo predominantemente de NW/SE (posições 9, 10 e 11), deslocou-se no sentido Curitiba/Vitória, apresentando frontólise a partir das 18h TCG sobre o RJ, Figura 12.

Figura 8A – Frequência horária sazonal de eventos de chuvas para as estações meteorológicas de Álcalis e Iguaba (Primavera e Verão)

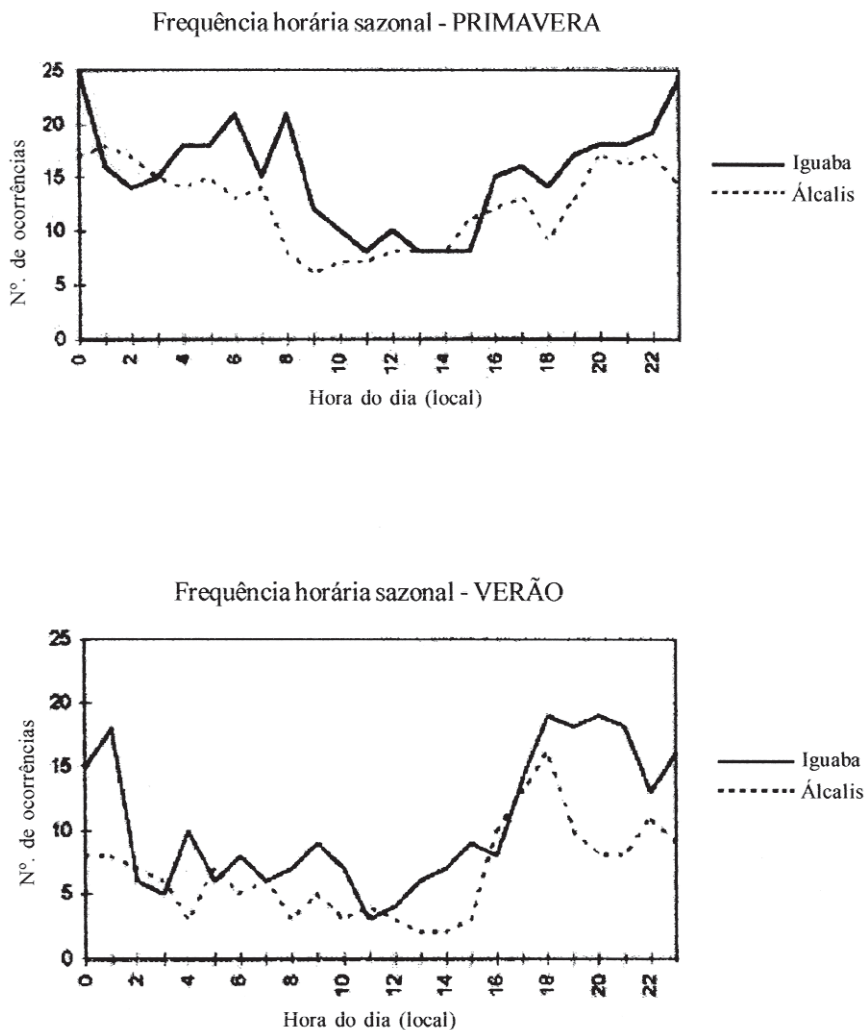


Figura 8B – Frequência horária sazonal de eventos de chuvas para as estações meteorológicas de Álcalis e Iguaba (Outono e Inverno)

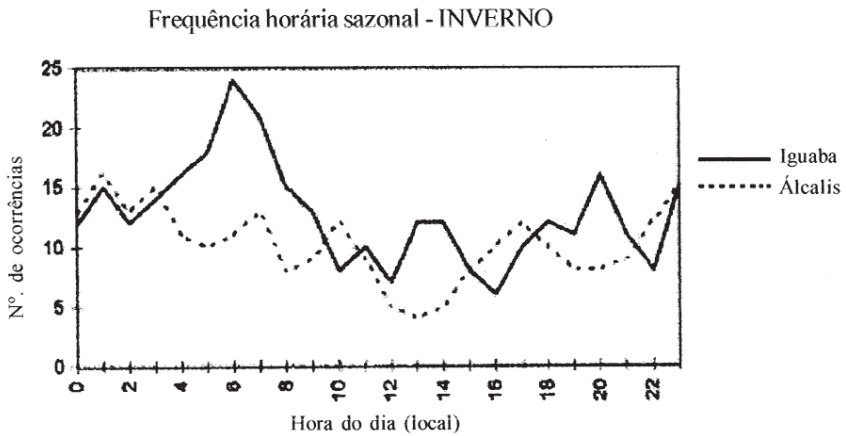
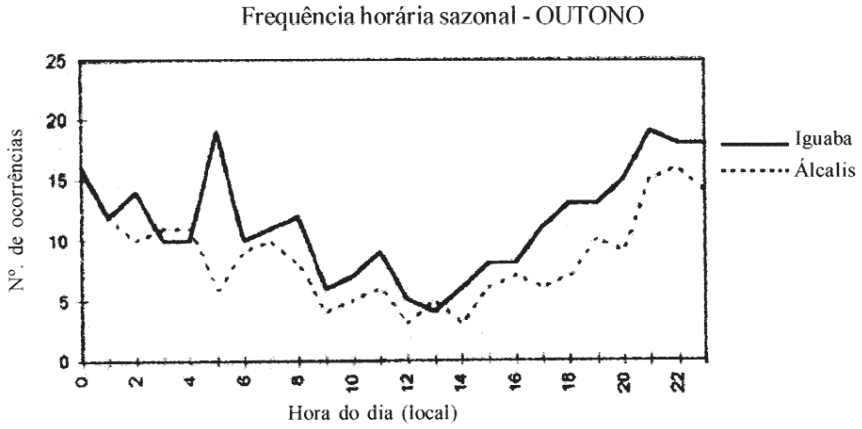
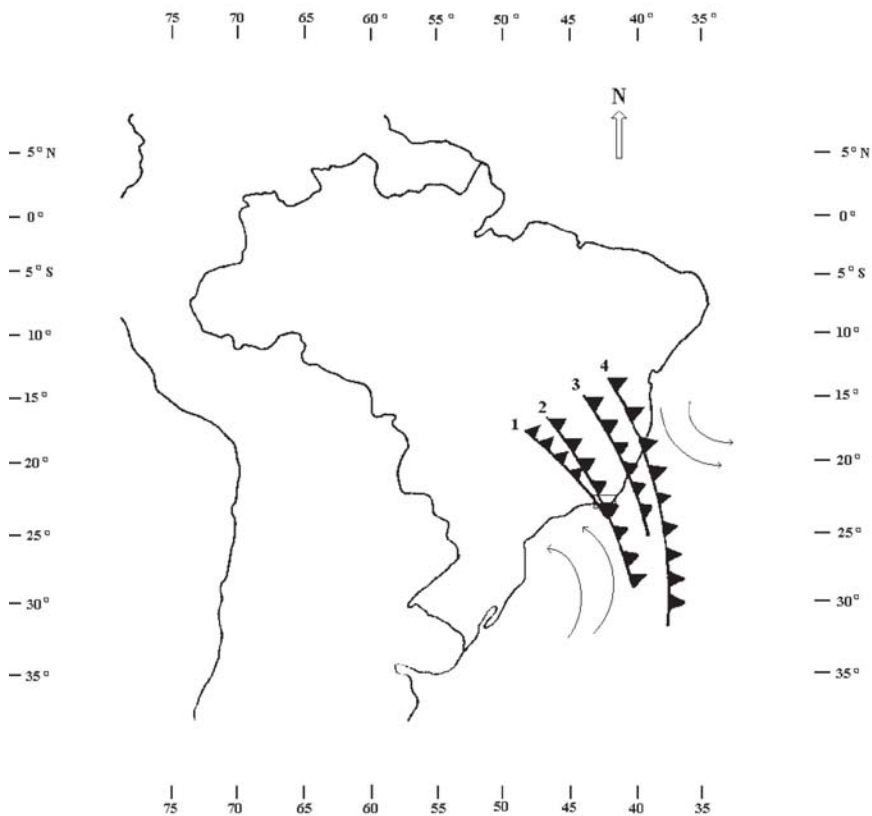


Figura 9 – Situação sinótica no dia 25 de setembro de 1989.



Posição Dia Hora (TCG)

1	24	24
2	25	09
3	25	18
4	25	24

- ▲▲▲▲▲ Frente fria
- ↻ Circulação dos ventos
- Área do estudo

Figura 10 – Situação sinótica no dia 26 de setembro de 1989

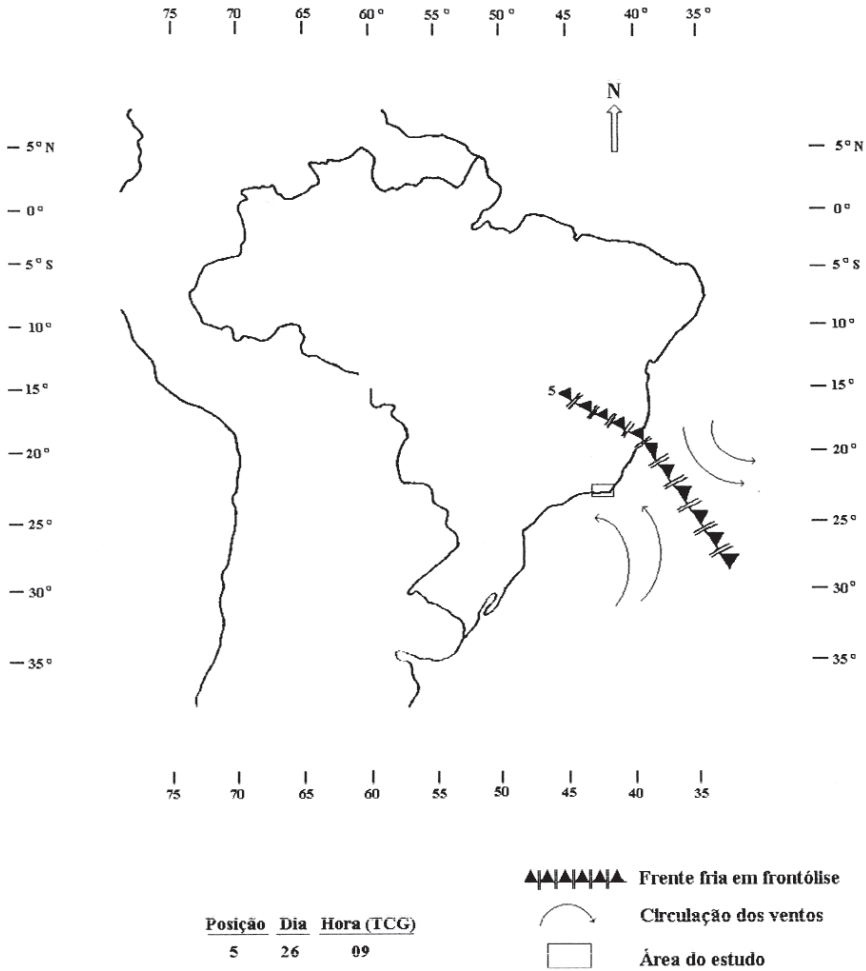
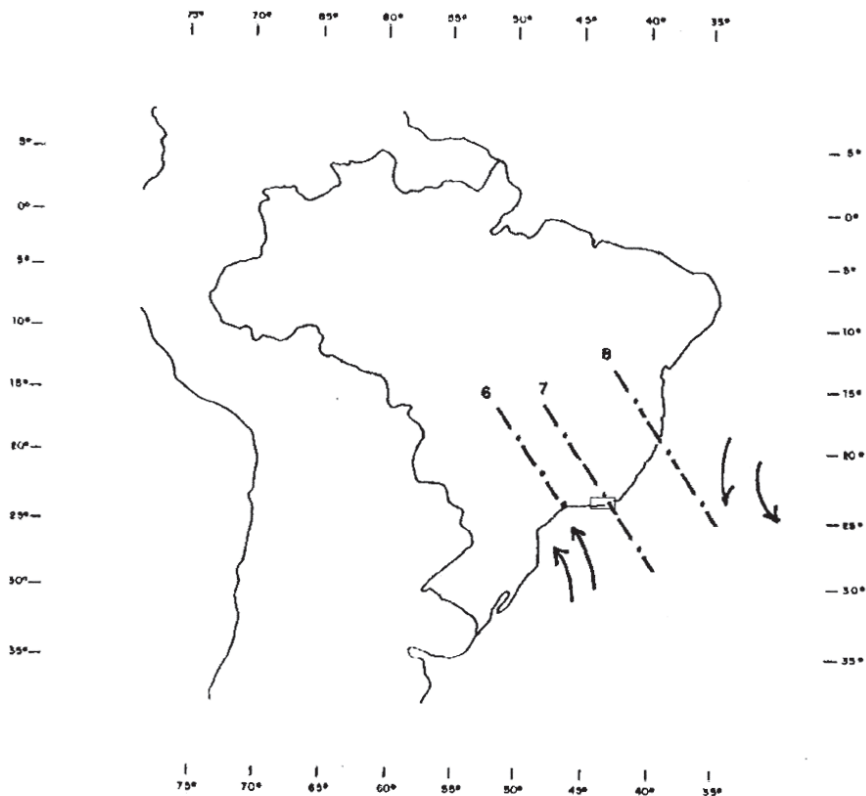


Figura 11 – Situação sinótica no dia 27 de setembro de 1989.



POS.	DIA	HORA
6	27	09
7	27	18
8	27	24

- ▲▲▲▲▲ Frente fria
- Linha de instabilidade
- ↻ Circulação dos ventos
- Área do estudo

Figura 12 – Situação sinótica no dia 28 de setembro de 1989.

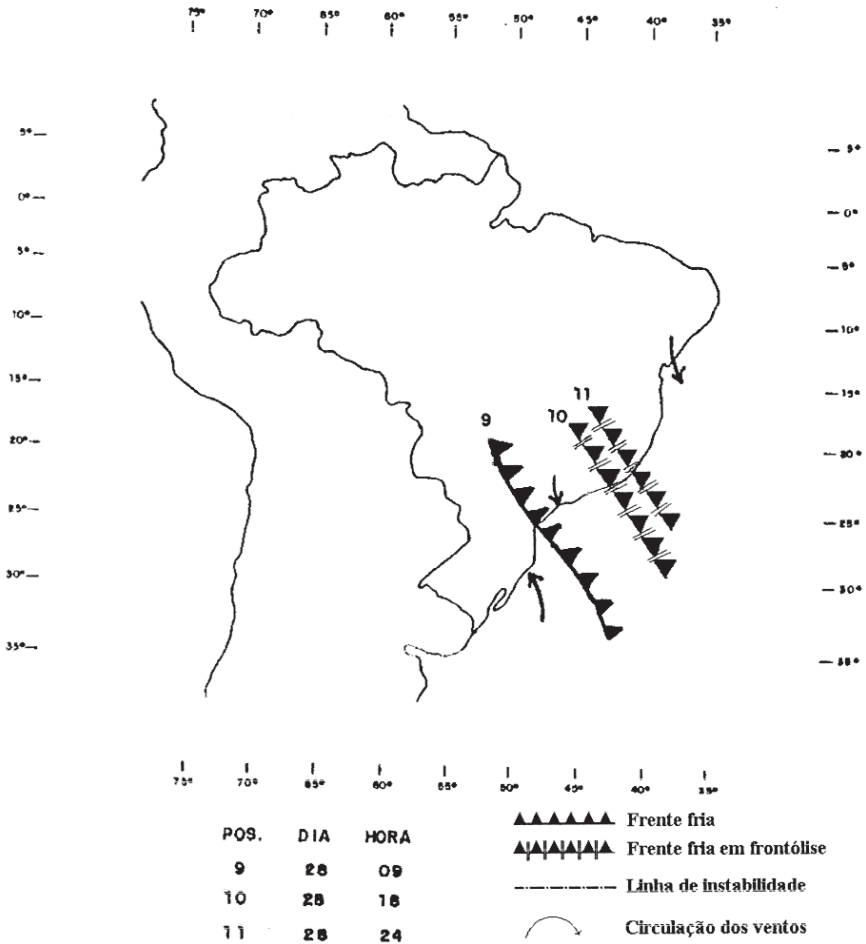
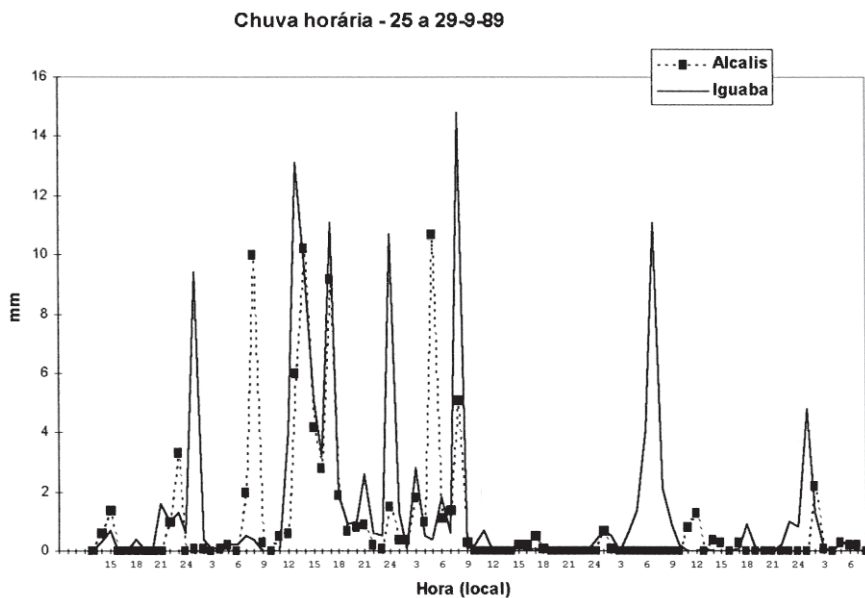


Figura 13 – Precipitação horária para as estações de Álcalis e Iguaba no período de 25 a 29 de setembro de 1989.



Chuvas em função das situações sinóticas

Analisando conjuntamente as Figuras 9 a 12 com a Figura 13, pode-se relacionar a variação, no tempo, da chuva em IGG e ALC:

- no dia 25 as chuvas ocorridas a partir das 14h local foram geradas pela circulação oceânica dos ventos, bem caracterizada na Figura 9 quando os sistemas perturbadores já haviam deixado a área do RJ; tal circulação, caracterizada por ventos do oceano para o continente, carregam umidade suficiente para provocar mais chuvas em ALC do que em IGG (esta mais continental que ALC);
- dia 26 a Carta das 9h TCG mostra frontólise no ramo continental no eixo Brasília-Vitória. Nas Cartas das 18 e 24h TCG inexistente a frente e a Alta Polar perdeu suas características na área.

O posicionamento particular da Alta Polar, com as isóbaras do setor marítimo perpendiculares ao litoral fluminense e fluxos predominantes de sul, possibilitaram o transporte de grande quantidade de vapor d'água para a área. Esta situação

aliada à diferença de superfície oceano/continente e de topografia entre ALC e IGG foram as causas das chuvas de intensidades relativamente alta e persistentes. Também houve contribuição do aquecimento local, uma vez que as chuvas ocorreram no período do dia em que há maior convecção. Assim, os efeitos conjugados da topografia, convecção mais circulação oceânica contribuíram para a geração e intensificação das chuvas na área;

- dia 27 a passagem do cavado sobre o RJ, evidenciado pela LI, associado às condições anteriores de advecção de umidade na área, provocou as chuvas no período da manhã; às 24h TCG o cavado já havia ultrapassado Vitória;
- dia 28 a área encontrava-se sobre o domínio da borda oeste da APAS. O deslocamento rápido de uma FF de fraca intensidade do Paraná ao Rio de Janeiro em apenas 9 horas possibilitou a instabilização da atmosfera inferior principalmente sobre IGG provocando a precipitação matinal do dia 28 (nitidamente acentuada pela topografia local);
- dia 29, a FF achava-se em frontólise entre RJ e ES, mas ocorrendo precipitação devido a presença de um cavado na área.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram a influência da topografia associada à penetração diurna da brisa marítima na formação e diferenciação das chuvas entre Álcis e Iguaba.

Apesar do vento climatológico predominante ser de NE, a componente marítima do vento, caracterizada pelo setor NE/SW, teve significativo importância no transporte de umidade para a área, sendo que as chuvas ocorreram com maior frequência nos períodos da tarde e noturno.

Ao contrário da hipótese levantada por alguns autores de que houve aumento da precipitação na área, a comparação entre as normais climatológicas de 1931/60 e 1961/90 evidenciou justamente o contrário.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Sr. Secretário Executivo do Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro (SIMERJ), Dr. Valdo da Silva Marques, pelo uso da infra-

estrutura do SIMERJ e ao Engenheiro Eletrônico Eduardo Fernandes Alonso Martinez pela sua ajuda na parte de informática bem como ao CNPq na concessão de bolsas RHAE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GOV. ESTADO DO R. DE JANEIRO, SECRET. M. AMBIENTE – FEEMA, *Perfil Ambiental, Município de São Pedro da Aldeia*, 1988 a.
- GOV. ESTADO DO R. DE JANEIRO, SECRET. M. AMBIENTE – FEEMA, *Perfil Ambiental, Município de Cabo Frio*, 1988b.
- HUSCHKE, R. E. - (ed), *Glossary of Meteorology*, American Meteorological Society, 638p; 2nd. ed., 1970.
- INMET - MIN. AGRICULTURA - ECEPLAN, *Atlas Climatológico do Brasil* (reedição de mapas selecionados), R. Janeiro, 1969.
- INMET - MIN. AGRICULTURA, *Normais Climatológicas*, 2ª. Ed., R. Janeiro, 1970.
- INMET - MIN. AGRICULTURA, *Normais Climatológicas*, Brasília; 1992.
- GLOBO,. *Efeito estufa já traz riscos para a Lagoa de Araruama*. Rio de Janeiro, 03 de agosto de 1992.
- TARTAU, F.; VIEIRA, G.; FIGUEIREDO, M.; AGUIAR, R.R.; CARDOSO, S.A.; SILVA, A.T.A. e SILVA, C.C., *Estudos da Variabilidade da Precipitação de uma Estação Meteorológica na Região dos Lagos, (RJ)*. X Congr.Bras.Meteorologia, nov/98, Brasília – DF, 1988.
- VIANNA, L. G., *Características do Comportamento Térmico e Hídrico da Região dos Lagos, RJ, com Base em Registros Meteorológicos Horários*. Monografia de Graduação, Curso de Geografia/UERJ, 52p., 1996.