

MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

MARIA JURACIZANI DOS SANTOS¹

Resumo

As mudanças climáticas globais vêm sendo detectadas através de modelos, dando indícios de que os desequilíbrios provocados pelo homem estão causando alterações na atmosfera cujas consequências poderão ser irreversíveis no futuro. Nesta pesquisa, procurou-se analisar as mudanças climáticas através da variabilidade e da tendência das chuvas no Estado de São Paulo, com dados contínuos de 22 postos no período de 1941-1993. Pretende-se com os resultados alcançados fornecer subsídios às pesquisas de transformações ambientais globais e ao planejamento do desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas, Variabilidade das Chuvas, Tendências das Chuvas

Abstract

Climatic Changes in the São Paulo State (Brazil)

Global climatic changes have been detected through the use of models indicating that man-made imbalances are causing atmospheric alterations and the consequences could be irreversible in the future. For the present research, it was sought to analyze climatic changes through rain variability and tendency in the State of São Paulo, with continuous data taken from 22 weather stations during the 1941-1993 time period. With the results obtained it is intended to provide assistance to global environmental transformation research and in sustainable development planning.

Key-words: Climatic Changes; Rain Variability; Rain Tendency

¹ Departamento de Geografia e CEAPLA - IGCE - UNESP - Rio Claro - SP

1. INTRODUÇÃO

A perspectiva de que as atividades humanas possam estar, presentemente, provocando impactos no ambiente de magnitudes comparadas à daqueles que resultaram de processos naturais no passado, além de poderem estar se acelerando, se constitui numa das principais preocupações dos pesquisadores na atualidade. Muito se tem discutido nos últimos anos sobre as mudanças climáticas globais e regionais. Porém, pairam certas dúvidas entre constatações e entre certos postulamentos dos indícios de mudanças e sobre as medidas a serem tomadas face às suas consequências.

A este respeito, no Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apresentado em 1990 durante a Segunda Conferência Mundial do Clima, em Genebra, figuraram como observações concretas: a) as emissões antropogênicas estão aumentando substancialmente as concentrações dos gases de efeito estufa, resultando em aquecimento adicional na superfície terrestre. Com o aquecimento global aumentará a concentração do vapor de água reforçando o aumento das chuvas; b) evidência inequívoca de que as atividades humanas estão afetando a camada global de O_3 ; c) a temperatura média global aumentou de $0,3^\circ$ a $0,6^\circ C$ nos últimos cem anos; cujos cinco anos mais quentes ocorreram no decênio de 1980; d) como consequência o nível do mar subiu, no todo, de 10 a 20 cm e poderá elevar-se mais, trazendo sérias consequências em vários continentes. Estas mudanças climáticas globais vêm sendo detectadas através de modelos, dando indícios de que os desequilíbrios provocados pelo homem estão causando alterações na atmosfera, cujas consequências poderão ser irreversíveis no futuro.

Muito embora seja assunto que já permeia muitos congressos científicos, em escalas nacional e internacional, e que tem sido assunto principal dos livros didáticos e de muitas obras que tratam das ciências atmosféricas e ambientais, sente-se urgência em que se multipliquem estudos em escalas locais e regionais para dar subsídios aos estudos globais sobre as mudanças climáticas, principalmente nos países do Terceiro Mundo.

A mudança climática tem sido entendida como sendo todas as formas de inconstâncias climáticas, independentemente de sua natureza estatística ou causas físicas, podendo ser analisadas em diversas escalas temporais (longos, médios e curtos prazos), e escalas espaciais, como global, regional e local (MITCHELL, 1966, in relatório da Organização Meteorológica Mundial). Desta maneira, o termo mudança climática compreende diversas categorias de inconstâncias, cujas ocorrências se enquadram nas definições de tendência, descontinuidade, flutuação, variação, oscilação, vacilação, periodicidade e variabilidades climáticas. Desta forma, procurou-se nesta pesquisa analisar o Estado de São Paulo, pois se situa em área

transicional entre climas controlados por massas equatoriais e tropicais e climas controlados por massas polares e fenômenos frontológicos.

Os objetivos que nortearam o presente trabalho foram: 1. retomar a análise morfológica do clima, descrevendo as características da precipitação, em sua distribuição anual, sazonal e mensal; 2. analisar as mudanças climáticas, procurando verificar a existência e as características das inconstâncias climáticas (principalmente a variabilidade e a tendência), com base no estudo das séries temporais e registros sobre precipitação, para estações localizadas nas diferentes feições climáticas individualizadas no território paulista dentro das células climáticas regionais e de suas articulações nas faixas zonais, segundo classificação proposta por MONTEIRO (1973), expressa na figura 1; 3. gerar indicadores para correlacionar com a análise dinâmica em Climatologia, a fim de explicar as tendências observadas no comportamento regional das precipitações, com a finalidade de que se possa gerar conhecimentos sobre a evolução e as transformações na circulação atmosférica ao longo do tempo; e 4. contribuir com indicadores para os estudos de paleoclimatologia e paleohidrologia, assim como para se analisar os processos geomorfológicos e hidrológicos atuais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Pertinente ao tema e aos objetivos específicos visados, procurou-se balizar o estado atual do conhecimento climático no Estado de São Paulo, através de três conjuntos de trabalhos: 1. os diretamente relacionados com os aspectos climáticos, principalmente com a pluviosidade; 2. os que mostram as irregularidades climáticas e suas consequências nas atividades humanas, principalmente aqueles relacionados com a produção agrícola; 3. os que tratam das mudanças climáticas tanto em nível nacional como mundial. Estudos desenvolvidos em áreas similares também serão utilizados procurando, evidentemente, usar as suas informações práticas, teóricas e metodológicas para o melhor entendimento deste fenômeno.

A. O **primeiro conjunto de trabalhos** mostra-se de grande importância pois fornece subsídios ao conhecimento das características do comportamento climático e dos mecanismos geradores dos sistemas atmosféricos que desencadeiam a ocorrência das chuvas.

Desta maneira, pode-se destacar como importantes obras na literatura brasileira as de SERRA (1945a e b, 1948, 1959, 1960, 1962, 1969, 1971) e de SERRA & RATABONNA (1942), que caracterizaram e estudaram, horizontal e verticalmente, os centros de ação e os sistemas atmosféricos da América do Sul, especialmente com relação ao Brasil. Outras em nível nacional reúnem grande quantidade de infor-

mações meteorológicas e de caracterizações climáticas como: CARVALHO (1917) apud MONTEIRO (1976), MORIZE (1922) apud SETZER (1946), MATTOS (1925), DE MARTONNE (1943-44), ALDAZ (1971), AZEVEDO (1974) e NIMER (1979). Em termos de estudo da circulação secundária, caracterização climática, com enfoque na gênese das chuvas, da temperatura e de outros elementos meteorológicos, em níveis regionais, enfatizando o espaço paulista integral ou parcialmente, os trabalhos apresentam-se em maior número: FERRAZ (1942), SETZER (1945 e 1946), FRANÇA (1946), SILVEIRA (1952), AB'SABER (1956), SCHROEDER (1956), SANTOS (1965), BLANCO & GODOY (1967), MONTEIRO (1969, 1973), MONTEIRO, MARKUS & GOMES (1971), BENINCASA (1971), BRINO & TROPPEMAIR (1971), SECRETARIA DOS SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS (1972), BRINO (1973), CRUZ (1974), CONTI (1975), TARIFA (1975), SECRETARIA DE OBRAS DO MEIO AMBIENTE (1975), MONTEIRO (1976), ZAVATINI (1983), SANT'ANNA NETO (1983, 1990, 1995), NASCIMENTO (1988), NUNES (1990), NAVARRO (1990), CHRISTOFOLETTI, A.L. (1991), MENARDI JÚNIOR (1992).

Podem ser observados uma segunda ordem de pesquisas climatológicas que mostram irregularidades climáticas com suas consequências nas atividades humanas principalmente aquelas relacionadas com a produção agrícola. Os trabalhos desta natureza, no campo da Geografia, iniciaram-se efetivamente no Laboratório de Climatologia do Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, organizado por MONTEIRO (1971). São pesquisas direcionadas às análises do ritmo climático aplicado a problemas rurais e que constituem, de certa forma, numa complementação aos estudos de climatologia agrícola desenvolvidos por agrônomos principalmente no sentido de que, partindo de subsídios fornecidos por estes, possam ser projetados em maior escala no espaço geográfico. Assim, os trabalhos que serão analisados nesta parte foram desenvolvidos mormente em programas de pós-graduação, tanto em nível de Mestrado como em nível de Doutorado. Portanto, tiveram início na Universidade de São Paulo e, conseqüentemente depois de alguns anos, surgiram grupos menores em outros centros de pós-graduação no Brasil.

Desta maneira, várias culturas serviram de subsídios às análises das influências climáticas na produção agrícola. Podem ser citados os seguintes trabalhos: GUADARRAMA (1971), VILELA (1973), TARIFA (1973), SANTOS (1975, 1979, 1981, 1992), CAMARA (1977), TARIFA et al (1977), UNE (1979), MONTEIRO (1981), BERNARDES (1982), SEZERINO (1982), TETILA (1983), LACATIVA (1983), SOUZA (1985), BARRIOS (1987 e 1995), CHRISTOFOLETTI (1989), RODRIGUES (1989) e DEFFUNE (1990). As culturas analisadas no conjunto destas relações foram arroz, cana-de-açúcar, trigo, café, amendoim, feijão, mandioca, milho, soja, maçã e algodão. Da análise destes trabalhos pode-se afirmar que, em nível de micro-região e até

mesmo de unidades municipais, há muito a ser realizado, não só em termos de estudos de cunho interdisciplinar como também de estudos climatológicos e bioclimatológicos para o Estado de São Paulo. A preocupação com as mudanças climáticas e suas repercussões na agricultura e em todas as fácies ambientais devem ser analisadas servindo de subsídios à futura sobrevivência do homem no planeta.

A terceira ordem de trabalhos que serviram intrinsecamente ao desenvolvimento desta pesquisa refere-se às mudanças climáticas de curto e longo prazos. A variabilidade climática foi analisada desde o início do século e ganha impulso nos últimos anos nos meios de comunicação, nos simpósios e congressos internacionais, nos movimentos ambientalistas, envolvendo grande número de pesquisadores e interessados de diversas ciências. Buscou-se revisar obras e artigos que discutem a variabilidade climática no contexto das mudanças climáticas, como fontes subsidiárias ao estudo. Assim, têm-se: 1) obras resultantes de encontros científicos; 2) livros com fins científicos e didáticos e 3) artigos em periódicos especializados.

Destacam-se em obras resultantes de encontros científicos: o Segundo Simpósio Nórdico sobre Mudanças Climáticas realizado em Estocolmo, em maio de 1983. O volume *Climatic Changes on a Yearly to Millennial Basis*, sob coordenação editorial de N.A. Morner e W. Karlén reúne 57 comunicações, redigidas por 81 especialistas, onde são analisados e interpretados registros geológicos, históricos e instrumentais, que fornecem informações sobre as oscilações climáticas da Escandinávia ocorridas no período de deglaciação, no Holoceno e nos últimos 1.500 anos. Analisando as mudanças climáticas abruptas e importantes ocorridas na escala anual à do milênio, o volume coordenado por Morner e Karlén analisa variações que possuem impacto direto para o presente e futuro próximo. Têm-se assim no conjunto de comunicações, observações coletadas em fontes geológicas, paleoclimáticas, históricas, arqueológicas e instrumentais com as modernas teorias e modelos explicativos dessas mudanças.

Destaca-se, também, o simpósio realizado no período de 21 a 23 de maio de 1984, na Columbia University (New York), cujas comunicações foram apresentadas em *Climate: History, Periodicity and Predictability* escrito por RAMPINO, SANDERS, NEWMAN e KONIGSSON (1987). Nesta obra é colocado a público um levantamento atualizado sobre as mudanças climáticas em função da escala temporal e espacial, considerando as informações climáticas e os vestígios documentais observados em ciências correlatas, as oscilações climáticas a curto prazo, as periodicidades e as causas possíveis das mudanças climáticas.

A criação do Grupo de Trabalho sobre "Recent Climatic Changes", organizado em 1984, pela União Geográfica Internacional, configura-se como exemplo destas preocupações. Os pesquisadores deste Grupo procuraram fornecer uma visão geral

da modelagem climática, como resposta ao efeito dos gases provocadores do efeito estufa, do vulcanismo interferindo nas temperaturas e das flutuações das precipitações em escala continental e global. As contribuições se prendem também às variações de temperatura e das precipitações, suas causas e conseqüências, às mudanças climáticas futuras e à modelagem sobre várias regiões do globo como Europa, Região Mediterrânea, regiões tropical e meridional da África, subcontinente indiano, América do Sul, Nordeste brasileiro, Japão e Australásia.

Verifica-se também que vários simpósios foram organizados dentre as atividades programadas da XIX Assembléia Geral da União Internacional de Geodésia e Geofísica, no período de 9 a 22 de agosto de 1987, em Vancouver. Destes pode-se destacar *The influence of Climate Change and Climatic Variability on the Hydrologic Regime and Water Resources*, onde SOLOMON et al (1987) levantaram importantes questões sobre mudança e variabilidade climáticas. As variações são de significância para as atividades humanas e processos ambientais, pois estes eventos de alta magnitude como as secas, as chuvas excessivas, as ondas de frio e de calor, repercutem e podem ser observadas nos ciclos e nos regimes hidrológicos e na quantidade e qualidade dos recursos hídricos. As influências climáticas nas características das bacias hidrográficas, relações entre mudanças climáticas e sistemas de recursos hídricos e a influência humana no regime hidrológico são consideradas.

Editado por ALEXANDERSON & HOLMGREN (1987), o volume *Climatological Extremes in the Mountains, Physical Background, Geomorphological and Ecological Consequences*, contém dezessete comunicações que foram apresentadas no simpósio realizado em Abisko, em março de 1986, sobre os diversos aspectos relacionados com os eventos climáticos de elevada magnitude. As contribuições envolvem temas relacionados à meteorologia, à climatologia, à hidrologia, à geomorfologia e à ecologia. A maioria dos trabalhos que se referem à análise dos extremos climáticos consideram como variáveis meteorológicas controladoras, a temperatura, a pluviosidade e a temperatura do solo.

Outro significativo simpósio na linha de verificação da probabilidade de mudança climática nas próximas décadas verifica-se em *Impacts of Climate Change on the Great Lakes Basin*, realizado em setembro de 1988 e organizado por entidades governamentais do Canadá e dos Estados Unidos, cujo volume das comunicações foi organizado por CHANGNON et al (1989). Abordaram estudos específicos de impactos sobre os aspectos da agricultura, industrialização, urbanização, transportes, turismo, poluição, qualidade das águas e, os seres vivos (plantas e animais).

Organizada a Segunda Conferência Mundial do Clima, realizada em Genebra, em 1990, a obra intitulada *Climate Change: Science, Impacts and Policy*, editada por JAGER & FERGUSON (1991), traz importantes contribuições que tratam do problema da mudança global do clima e seus efeitos no desenvolvimento do mundo e perspectivas para sustentar o desenvolvimento sócio-econômico, como também um sumário de programas técnicos e ações políticas que se fazem necessário no tratamento deste importante problema global.

Destaca-se ainda, a Conferência Internacional sobre “Impactos e Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semi-Áridas”, ocorrida em Brasília no ano de 1992. Nesta, procurou-se enfocar os efeitos econômicos, sociais e ambientais no nordeste que se configura como importante região semi-árida brasileira. Neste evento, contribuiu-se para o estudo e discussões dos problemas de degradação ambiental apresentados pelas regiões semi-áridas do planeta, especialmente aquelas que se localizam nos países em desenvolvimento.

Dentro do tema das mudanças climáticas procurou-se revisar os livros com fins científicos e didáticos. De primeira mão, observou-se que, em meados da década de 70 e mais expressivamente na década de 80, os livros didáticos e as obras climatológicas passaram a enfocar muitas vezes, como capítulo conclusivo ou como parte do temário principal, as mudanças climáticas. Estas são mais precisamente entendidas como sendo todas as formas de variações do clima. Nas obras mais recentes são analisadas as consequências destas variações nas atividades do homem, como por exemplo, na agricultura. Neles estão inseridas, também, soluções para adaptação do homem a estas mudanças. São eles: VERYARD (1963), apud BRANDÃO (1987), LE ROY LADURIE (1967), apud BRANDÃO (1987), GOUDIE (1977), HUFTY (1984), OLIVER (1981), LAMB (1982), AYOADE (1983), (MORNER & KARLEN, 1984), MORNER (1987), HOUGHON (1984), WASHINGTON & PARKINSON (1986), BERGER & LABEYRIE (1987), BARRY & CHORLEY (1987), KIRCHHOFF (1992), HASTENRATH (1988), SUMMER (1988), PARRY, CARTER & KONIJN (1988), LAMB (1988), JACKSON (1989), PARRY (1990), GOLDEMBERG (1990), BROWN (1990), KEMP (1990), HOUGHTON, JENKINS & EPHRAUMS (1990 e 1991), LEGGETT (1990 e 1992), BULL (1991), BROWN (1992), KIRCHHOFF (1992), BERGER (1992), BARRÈRE (1992), SIMON & DE FRIES (1992), GOODESS, PALUTIKOFF e DAVIES (1992), ERICKSON (1992), GORE (1993) e CORSON (1993).

B. No **segundo conjunto de trabalhos** são relacionados muitos e importantes artigos a partir da década de 70. Tratam do assunto tanto em termos do tema geral, mudanças climáticas, como em termos de seus aspectos, por exemplo, da variabilidade termo-pluviométrica de diferentes e variadas regiões do globo terrestre.

Desta maneira, podem ser destacados os seguintes: MORALES (1971), NIEUWOLT (1974), OSTOS (1979), DURY (1980), GREGORY (1982), DURY (1983), COMPAGNUCCI & VARGAS (1983) apud BRANDÃO (1987), TRILSBACH & HULME (1984), LAMB, RANDY, PEPPLER & HASTENRATH (1986), SUPPIAH (1986), GREGORY & PARTHASARATHY (1986), GREGORY (1986), GREGORY & COOKE (1986), HULME (1987), SCHNEIDER (1987), SUGIHARA (1987), MAEJIMA & TAGAMI (1987), PARKER, FOLLAND & WARD (1988), ELDREDGE et alii (1988), OJO (1989), GREGORY (1989), HOUGHTON & WOODWELL (1989), SCHNEIDER (1989), GRAEDEL & CRUTZEN (1989), MAZUIMAVI (1989), NICHOLSON (1989), WHITE (1990), KOSTER (1991), CAMARGO (1993), SANTOS, PEREIRA & VILLA NOVA (1993), CAMARGO, ALFONSI & CAMARGO (1993), BERLATO & FONTANA (1993), MOLION (1993, a e b), SENTELHAS, CAMARGO & CAMARGO (1993), MOLLION (1993), CHRISTOFOLETTI (1993), TARIFA (1994), LOMBARDO (1994), MOLION (1995, a, b e c).

3. MATERIAIS E TÉCNICAS APLICADAS

A chuva se constitui no elemento que melhor expressa as condições climáticas do território paulista. Isto se deve tanto à sua variabilidade espacial, quanto à irregularidade temporal, advindas do conflito entre os sistemas controlados pelas massas extra-tropicais e as tropicais e equatoriais, além dos fenômenos frontológicos e do posicionamento geográfico do Estado na latitude do Trópico de Capricórnio e das suas condições altimétricas e de continentalidade.

Portanto, a base metodológica e os pressupostos teóricos desta pesquisa partem dos resultados alcançados por MONTEIRO (1973), onde apresenta proposta de classificação das feições climáticas do território paulista, dentro de células regionais e da articulação destas com as faixas zonais do clima.

Nesta classificação climática comparecem dois climas zonais, três climas regionais e nove feições climáticas distribuídas em seis regiões geográficas do Estado de São Paulo (Litoral, Vale do Paraíba, Planalto Atlântico, Mantiqueira, Depressão e Planalto Ocidental). Desta maneira o sul, na zona subtropical, integra-se no grupo dos climas controlados pelas massas tropicais e polares, individualizando-se sob o tipo dos climas permanentemente úmido das margens orientais e subtropicais dos continentes atacados pela Frente Polar mas dominados por massa tropical marítima. Ao norte, apresenta-se sob controle das Massas Tropicais e Equatoriais, apresentando clima tropical alternadamente seco e úmido no interior e permanentemente úmido no litoral. Nesta pesquisa foi utilizado o segmento temporal

de 1941 a 1993, obtidos dados de 22 estações pluviométricas, tendo como “pano de fundo” a abordagem genética e dinâmica do clima, sustentada por esta classificação climática de MONTEIRO (1973) (figura 1).

Para as unidades regionais, MONTEIRO (1973) delineou diferentes feições climáticas tendo por base as variações do ritmo e a distribuição quantitativa espacial dos elementos disponíveis dentro do quadro morfológico, alcançando as nove sub-unidades e, destas, dezessete feições climáticas. As nove unidades climáticas estão relacionadas às unidades geomorfológicas sendo elas: I. Litoral e Planalto Atlântico Norte; II. Litoral e Planalto Atlântico Sul; III. O vale do Paraíba; IV. A Mantiqueira; V. O Centro-Norte; VI. A “Percée” do Tietê; VII. A Serra de Botucatu e a Faixa Meridiana de Transição; VIII. O Oeste e IX. O Sudoeste.

As técnicas de análise utilizadas fundamentaram-se nos procedimentos estatísticos para os estudos das séries temporais no que se referem aos diversos tipos de inconstâncias principalmente na variabilidade e na tendência. Deve-se salientar que as técnicas estatísticas encontram-se descritas na literatura em Climatologia como também nos outros domínios da Geografia. Constituem-se em excelente conjunto de trabalhos referenciais para conceitos, técnicas e interpretações, as pesquisas inseridas nas obras organizadas por BERGER & LABEYRIE (1987) e por GREGORY (1988). A apresentação e a aplicação de técnicas estatísticas em séries temporais podem ser verificadas em SANTOS (1986/87). Um apanhado geral sobre os parâmetros utilizados na análise das séries temporais foi realizado por CHRISTOFOLETTI, A.L. (1992).

Assim, considerando a uniformização dos dados no período de 1941 a 1993 e a compartimentação morfológica e as unidades climáticas propostas por MONTEIRO (1973) (Figura 1), utilizou-se dos seguintes postos da Rede Oficial do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE): Altinópolis (B4-005), Orlandia (B4-015), São João da Boa Vista (C3-034), Pontal (C5-024), Araçatuba (C7-003), Campos do Jordão (D2-001), Guaratinguetá (D2-034), Araras (D4-027), São Carlos (D4-037), Botucatu (D5-047), Marília (D6-025), Cândido Mota (D7-031), Presidente Prudente (D8-003), Ubatuba (E2-052), Paraibuna (E2-118), Guarulhos (E3-002), Santos (E3-070), Boituva (E4-046), Buri (E5-051), Iguape (F4-028), São Miguel Arcanjo (F4-001) e Onde Verde (B6-003).

Na unidade I denominada *Litoral e Planalto Atlântico Norte* será utilizada a estação de Ubatuba (E₂-052).

A unidade II denominada *Litoral e Planalto Atlântico Sul* está representada pelas estações de Iguape (F₄-028) (IIb), Santos (E₃-070) (IIa), São Miguel Arcanjo (F₄-001) (IIc), Buri (E₅-051) (IIc) e Guarulhos (E₃-002) (IId).

Na unidade III denominada *O Vale do Paraíba* serão analisados os postos de: Paraibuna (E₂-118) e Guaratinguetá (D₂-034).

Referente à unidade IV ou A Mantiqueira individualizada climaticamente devido ao relevo, possui participação predominante da Onda de Leste. Os postos pluviométricos a serem considerados são: São João da Boa Vista (C₃-034) e Campos do Jordão (D₂-001).

A área da unidade V denominada O Centro-Norte, é área individualizada pelo ritmo de circulação atmosférica que se justapõe às diversificações do relevo. Os postos pluviométricos a serem considerados são: Araras (D₄-027) (Va), Altinópolis (B₄-005) (Vc), São Carlos (D₄-037) (Vb), Orlandia (B₄-015) (Vc) e Pontal (C₅-024) (Vc).

Na unidade VI denominada A Percée do Tietê, o entalhe do Tietê e o afluente do Piracicaba se fizeram notar pela existência de índices inferiores aos das circunvizinhas. Esta unidade está representada pelos postos de Boituva (E₄-046).

A área da unidade VII denominada A Serra de Botucatu e a Faixa Meridiana de Transição está representada pelo posto pluviométrico de Botucatu (D₅-047).

Na área da unidade VIII denominada O Oeste verifica-se que há participação mais efetiva da onda de Oeste-Noroeste. Os postos que a representam são: Marília (D₆-025), Araçatuba (C₇-003) e Onda Verde (B₆-003).

A unidade IX denominada O Sudoeste é representada pelos postos de Cândido Mota (D₇-031) e Presidente Prudente (D₈-003).

Por este estudo, mostrando a variabilidade das chuvas, abrangendo a série temporal de 1941 a 1993, utilizou-se de vários procedimentos. Primeiramente, utilizou-se de técnicas matemático-estatísticas, onde obteve-se o cálculo da média, do desvio padrão e do coeficiente de variação. No desvio padrão, a soma dos desvios da média elevados ao quadrado é dividida pelo número total de observações, e calculada a raiz quadrada. Desta forma, quanto maior for a dispersão ou a variabilidade, maior será o desvio padrão. Para comparar a variabilidade entre diversos conjuntos de dados que têm médias diferentes, ou unidades de medidas diferentes, recomenda-se o emprego do coeficiente de variação, indicando a variação relativa. Este é obtido dividindo o desvio padrão pela média da distribuição, que é geralmente expresso em porcentagem, para facilidade de interpretação.

A medida do coeficiente de variação foi utilizada para expressar a variabilidade temporal das chuvas na série de 53 anos (1941 a 1993), para 22 postos com dados contínuos na série e representativos nas unidades climáticas da classificação climática de MONTEIRO (1973). Para a análise da tendência comparou-se a média dos primeiros vinte e seis anos da série com a dos últimos vinte e seis anos, através do cálculo das semi-médias, obtendo-se os índices que expressam o aumento ou a diminuição das chuvas. Portanto, esta técnica considera os valores da série temporal em sua sequência de registro. A série temporal observada é dividida em duas partes, considerando a igualdade da quantidade de dados sendo o primeiro período

considerado sequencialmente de 1941 a 1966 e o segundo período considerado de 1968 a 1993. Desta forma, os valores obtidos servem como pontos referenciais na avaliação do aumento, declínio ou manutenção das chuvas no período de 53 anos.

Nas análises sobre a sazonalidade das chuvas procurou-se avaliar o grau de concentração da precipitação dentro de um determinado período de tempo, isto é, no período do ano. Desta forma, os valores extremos oscilam desde quando a precipitação está semelhantemente distribuída por todos os meses até quando a precipitação anual está concentrada em apenas um mês. Dentre as técnicas de sazonalidade, empregou-se o índice porcentual do semestre chuvoso, procedimento este comumente utilizado, no qual relaciona-se a concentração das chuvas no semestre considerado chuvoso frente ao total da precipitação anual, multiplicado por 100. Analisou-se desta maneira, a média do período de 53 anos, em nível mensal e anual, assim como deu ênfase aos anos anômalos ou que fazem parte da normalidade. O semestre chuvoso foi considerado o período de outubro a março e o período seco compreendido de abril a setembro.

SANT'ANNA NETO (1995) pesquisou as chuvas no Estado de São Paulo, com um conjunto de 22 estações do Departamento de Águas e Energia (DAEE), por possuírem estações com dados contínuos desde 1941, alcançando até 1993. Para tanto, utilizou-se da reta de tendência, cuja regressão baseou-se nos mínimos quadrados.

CHRISTOFOLETTI (1995), comentando sobre mudanças ambientais e transformações paisagísticas no Brasil, analisou trabalhos que trataram das mudanças e do comportamento das chuvas no Estado de São Paulo. Nestes comentários argumenta que a técnica de regressão linear e a das semi-médias aplicadas aos dados da Bacia do Rio Piracicaba por CHRISTOFOLETTI, A.L. (1991) apresentaram resultados semelhantes.

Destas observações concluiu-se que, para possibilitar a comparação com os dados obtidos por SANT'ANNA NETO (1995), utilizar-se-á a mesma série temporal e as mesmas estações climatológicas, Contudo, aplicar-se-á a técnica das semi-médias para obter-se maior segurança, confiabilidade nos resultados e ratificação da argumentação prestada por CHRISTOFOLETTI (1995) em termos de técnicas aplicadas.

Os gráficos 1 a 22, expressando a distribuição anual das chuvas nas 22 estações pluviométricas e as estatísticas aplicadas, foram processados no Departamento de Geografia e Laboratório de Análises Meteorológicas e Climatologia Aplicada do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA), do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP - Câmpus de Rio Claro (SP). Para tanto, utilizou-se de computadores AT-486, 8 mb RAM, 100 mHz e impressora jato de tinta, colorida, HP Deskjet 850 c. Os programas utilizados foram Lotus 1-2-3 e MS-Excel 5.0.

4. ANÁLISE E RESULTADOS

Com os dados explicitados ao atendimento dos critérios de duração da série temporal, consistência e representatividade territorial das características regionais pôde-se analisar a variabilidade espacial das chuvas no Estado, a variabilidade temporal, a variabilidade sazonal, a tendência das chuvas no Estado e a tendência das chuvas nas unidades climáticas do Estado.

4.1. Considerações sobre a variabilidade espacial das chuvas no Estado de São Paulo

Pela sua posição e combinações gerais dos fatores geográficos, o espaço paulista, é envolvido, pelas principais correntes de circulação atmosférica da América do Sul. As massas tropicais, Atlântica e Continental, e Polar Atlântica são complementadas pela Equatorial Continental, oriunda da Amazônia Ocidental. A grande amplitude espacial da flutuação da Frente Polar tem neste espaço, uma acentuada frequência de passagens do eixo principal como sobretudo a sede de definições do eixo reflexo. Os mecanismos gerais da circulação atmosférica sul-americana, estando sob o controle da dinâmica da Frente Polar, determina o fluxo das correntes tropicais marítimas de E-NE, das correntes polares do Sul e das correntes do W-NW do interior do continente (MONTEIRO, 1973).

Desta maneira, com a análise da dinâmica climática e das chuvas no Estado de São Paulo, MONTEIRO classificou este espaço conforme o índice de participação das massas de ar, que permite as seguintes constatações: decresce a atuação dos sistemas polares de sul para norte, as correntes filiadas ao anticiclone atlântico o fazem de nordeste para sudoeste; as penetrações das correntes atmosféricas de oeste-noroeste afetam nitidamente a porção oeste-noroeste do território paulista, sendo muito fracas daí para o leste-sudeste. Assim, as correntes frias do sul atuam mais efetivamente sobre a parte meridional do Estado onde sua participação mínima é de 25%. Nos anos de maior atividade polar a participação pode ascender a 50%. A parte setentrional do Estado é mais nitidamente dominada pela massa Tropical Marítima, cuja participação é normalmente superior a 50% e jamais inferior a 25%. O este do Estado é caracterizado pela participação das correntes originadas no interior do continente, cuja atuação de maior importância pode ser assinalada a oeste do

meridiano de 43°Wgr. Nesse setor, a atuação das massas do interior do continente varia de 5 a 10%, sendo que no restante do Estado é inferior a 5% no total do ano. A penetração dessas três correntes procedentes de direções diferentes deixa ver na parte central do Estado, uma zona em que a participação das mesmas é variada (figura 1).

Deste modo, há uma tendência natural de diminuição da pluviosidade de leste para oeste e de sul para norte, pois estas correntes (de sul e de leste) são responsáveis por cerca de 80% das chuvas no Estado. Portanto, a participação da Frente Polar através de seus ramos, principal e reflexo, assume a liderança na gênese das chuvas, confirmando a importância desta corrente de perturbações no clima do sudeste brasileiro, sendo responsável em todas as estações pela maior parte das chuvas caídas (MONTEIRO, 1973).

Deve ser ressaltado que a sucessão dos estados atmosféricos não se repete obrigatoriamente, sempre do mesmo modo; conseqüentemente, as chuvas e os demais elementos são passíveis de variação.

Desta forma a dinâmica descrita é complementada pela altimetria e disposição das grandes unidades de relevo, que atenuam e incrementam os totais pluviais em função de sua posição a sotavento ou a barlavento em relação aos principais sistemas produtores de chuva. As Serras do Mar, Paranapiacaba e Mantiqueira são exemplos marcantes desta característica, pois enquanto as faces voltadas para o sul e leste apresentam elevados totais anuais de precipitação derivados do efeito orográfico que retém a umidade, suas vertentes expostas nas direções norte e oeste sofrem significativa redução pluvial (CONTI, 1975; SANT'ANNA NETO, 1990, 1995).

A maior ou menor proximidade do mar constitui-se em outro fator relevante, referente à variabilidade espacial das chuvas. Este fato influi significativamente na sazonalidade do fenômeno pluvial provocando estiagem mais prolongada nas regiões norte e oeste do Estado e praticamente ausência de períodos notadamente secos na fachada atlântica. Esta complexa interação de fatores resulta na espacialização do fenômeno pluvial determinando distribuição bastante irregular das chuvas no Estado de São Paulo.

O Litoral Central e Norte, assim como a vertente Atlântica da Serra do Mar, com precipitações em torno de 2000 a 2500 mm constituem-se nas áreas mais chuvosas do Estado. A maritimidade e a presença de vertentes íngremes muito próximas da linha costeira são os fatores responsáveis pela elevada pluviosidade total anual, associada à circulação atmosférica regional.

Os contrafortes oriental e meridional da Serra da Mantiqueira e o Litoral Sul vêm a seguir, percebendo pluviosidade média entre 1800 a 2000 mm anuais. As grandes altitudes da Serra da Mantiqueira, contrariamente à Serra do Mar, não são

suficientes para elevar o total de chuvas, pois se localizam mais no interior e apresentam ligeira redução pluviométrica. A maior distância dos contrafortes serranos do Litoral Sul diminui as chuvas originadas pelo efeito orográfico, que por este motivo se torna a área menos chuvosa da zona costeira (SANT'ANNA NETO, 1995).

Com médias em torno de 1500 a 1800 mm, constituindo uma faixa intermediária, estão as faces setentrional e oriental das Serras do Mar e da Mantiqueira, respectivamente, o Vale do Ribeira, região extremo Norte paulista e a área metropolitana da capital do Estado. Em relação às vertentes interiores da Serra do Mar e da Mantiqueira, por se localizarem a sotavento em relação às correntes responsáveis pela gênese pluvial, sofrem um ressecamento adiabático que ocasiona forte redução nos totais anuais de chuvas. O Vale do Ribeira, localizando-se numa área abrigada pela Serra de Paranapiacaba e uma série de morros isolados, como o de Itatins e Mandira, recebe menor quantidade de chuvas provenientes das correntes de sul e sudeste, que ocasionam diminuição da pluviosidade.

A região extremo norte do Estado e a Serra de Franca/Batatais, com altitudes girando em torno de 700 m, apesar de se encontrar a uma grande distância do mar, apresenta suas vertentes voltadas para o sul e sudoeste, sendo mais receptivas às chuvas vindas dos sistemas frontais.

Tanto a proximidade do oceano como as vertentes meridionais da Serra da Mantiqueira, referente à bacia sedimentar paulistana, fornecem anteparo para as penetrações frontais, auxiliando o aumento da pluviosidade.

Assim sendo, no espaço paulista, a **variabilidade pluviométrica** constitui o traço mais marcante do ritmo climático. O caráter transicional deste espaço inclina-se mais para os climas tropicais do que para os temperados, visto que nos primeiros a marcha estacional da precipitação determina uma alternância de estação chuvosa e seca, enquanto que nos segundos a temperatura tem maior significância.

4.2. Considerações sobre a variabilidade temporal das chuvas no Estado de São Paulo

A pluviosidade média ocorrida no período de 1941/1993 no Estado de São Paulo foi de 1543 mm anuais. A amplitude pluviométrica obtida nestes 53 anos, que compõem a série histórica dos 22 postos pluviométricos representativos das unidades pluviais analisadas, foi de 2248 mm. A menor pluviosidade foi registrada no ano de 1944, que totalizou 681 mm, enquanto o ano mais chuvoso aconteceu em 1947, quando a média do Estado alcançou 3462 mm.

Pode-se observar que os anos de 1947, 1957, 1965, 1976, 1982 e 1983, são anos muito chuvosos, e que os mais chuvosos guardam um intervalo de 18 anos, portanto: 1947, 1965 e 1983. Ocorrem também ciclos de episódios chuvosos menos intensos, variando entre 7 e 10 anos (gráficos 1 a 22). Entretanto, no caso de anos secos, os mais baixos totais puderam ser verificados em 1944, 1963, 1968, 1969, 1984 e 1985, onde não se observa ciclicidade.

O comportamento das chuvas no período de 1941/1993 pode ser observado na figura 2. Fato importante é que a partir de 1970, a frequência de anos chuvosos foi significativamente maior que a de anos secos.

4.3. Considerações sobre a análise da variabilidade sazonal

Em decorrência da circulação atmosférica especialmente em relação às correntes de circulação perturbadas da posição geográfica e do relevo, advêm as características do regime das chuvas.

No espaço paulista considera-se a existência de dois períodos de chuvas, em virtude dos volumes anuais, mensais e da sua distribuição: úmido - primavera/verão e seco - outono/inverno. Assim, o período úmido estende-se de setembro a começo de março (iniciando-se as chuvas, normalmente nos primeiros ou últimos dias de setembro). O período seco inicia-se no outono, culminando no inverno.

Analisando a gênese das chuvas para primavera-verão no Estado, TARIFA (1975), deduz um total de 94%, entre frentes (67%), calhas induzidas e repercussão (17%) e instabilidades de noroeste (10%), restando portanto, apenas 6% para as massas, polar atlântica (3%), tropical continental (2%) e tropical continental do Chaco (1%).

No período seco, persiste a gênese frontal, devido à atividade do eixo principal, que começa a intensificar-se. A massa Polar Tropicalizada (Pv) apresenta uma significativa contribuição, enquanto se torna insignificante a da Tropical Atlântica, produzindo, para a maioria da área do Estado, uma sensível redução nas quantidades e na intensidade das chuvas. Assim, no inverno, a frequência das chuvas reduz-se consideravelmente, registrando-se os valores mínimos. A gênese das chuvas é quase que exclusivamente frontal, complementada por aquelas das perturbações sofridas no interior das massas polares no seu domínio. Como a intensidade das chuvas frontais diminui com a latitude, a parte setentrional do Estado recebe quantidades muito reduzidas em poucos dias de ocorrência, ao passo que o efeito orográfico litorâneo determina maiores quantidades (SANTOS, 1992).

Sendo assim, é na primavera que as chuvas reiniciam, intensificando-se e aumentando de frequência, formalizando o início e parte do período chuvoso. Ocor-

re uma diversificação na gênese das chuvas que a caracteriza. O predomínio da atividade frontal é menor, observando-se participação mais efetiva da onda de noroeste na produção de chuvas. Durante o verão, apesar da ampliação da atividade da onda de leste, que responde por importante parcela das chuvas, a liderança da Frente Polar na gênese delas se exerce não só pelo fato de que o eixo principal tem em seu território o seu limite médio de avanços como também pelo maior número de definições do eixo reflexo. A distribuição das chuvas, pelo território paulista, apresenta o seu máximo, nesta estação e, em sentido decrescente, do leste para o oeste. Em anos habituais e úmidos, as chuvas são intensas nesta estação, que infiltrada no solo, servem ao armazenamento e à alimentação do lençol subterrâneo.

Através da análise dos dados pluviométricos das 22 estações pôde-se observar que o trimestre mais chuvoso no Estado de São Paulo ocorre nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Com exceção a este comportamento, o Vale do Ribeira e a área metropolitana da capital paulista apresentam o trimestre mais chuvoso nos meses de janeiro, fevereiro e março. Para esta ocorrência, SANT'ANNA NETO (1995) argumenta que "a presença do oceano é, sem dúvida, o fator determinante no retardamento do início do período chuvoso, pois como a água demora mais para variar a temperatura, acaba por influenciar a atmosfera circundante e provoca o atraso de um mês no aquecimento do ar e, portanto, do auge das chuvas".

Entretanto, referente ao período seco, as áreas que se diferenciam do restante do espaço paulista são o Litoral Central e o Médio Vale do Paranapanema, que apresentam em julho, agosto e setembro os meses mais secos. Nas demais áreas do Estado são os meses de junho, julho e agosto.

Observam-se dois períodos bem nítidos no comportamento das chuvas no Estado de São Paulo: estação chuvosa, de outubro a março, e estação seca, de abril a setembro.

A concentração das chuvas no período de outubro a março é generalizada em todo o Estado de São Paulo. Entretanto, em função da circulação atmosférica e de fatores regionais e locais observa-se que esta concentração pluvial é maior no norte diminuindo, progressivamente, em direção ao sul e zona costeira (SANT'ANNA NETO, 1995).

Em toda região norte, de São José do Rio Preto até Ribeirão Preto e Franca, no limite com o Estado de Minas Gerais, encontram-se os maiores índices de concentração pluvial no período chuvoso, pois mais de 80% das chuvas ocorrem neste período. Em contrapartida, registra-se forte e prolongada estiagem entre abril a setembro, quando menos de 20% da precipitação anual cai na região.

Na faixa oeste, desde Araçatuba a Presidente Prudente, passando pela área central em Bauru e São Carlos, até o leste do Estado, desde Campinas, Sorocaba e

São Paulo até a Serra da Mantiqueira e Vale do Paraíba, o período de outubro a março recebe cerca de 70% a 80% das chuvas anuais. A estiagem é um pouco menos intensa do que na área anterior, pois cerca de 20% a 30% da precipitação ocorre neste período.

As regiões sudoeste (Ourinho, Fartura e Itapeva), Vale do Ribeira e toda a fachada Atlântica, desde Ubatuba até Cananéia, concentram cerca de 60% a 70% das chuvas entre outubro e março, sendo que, no litoral, praticamente inexistente um período marcante de estiagem, pois cerca de 40% da pluviosidade concentra-se nesta época do ano (SANT'ANNA NETO, 1995).

4.4. Análise da tendência das chuvas no Estado

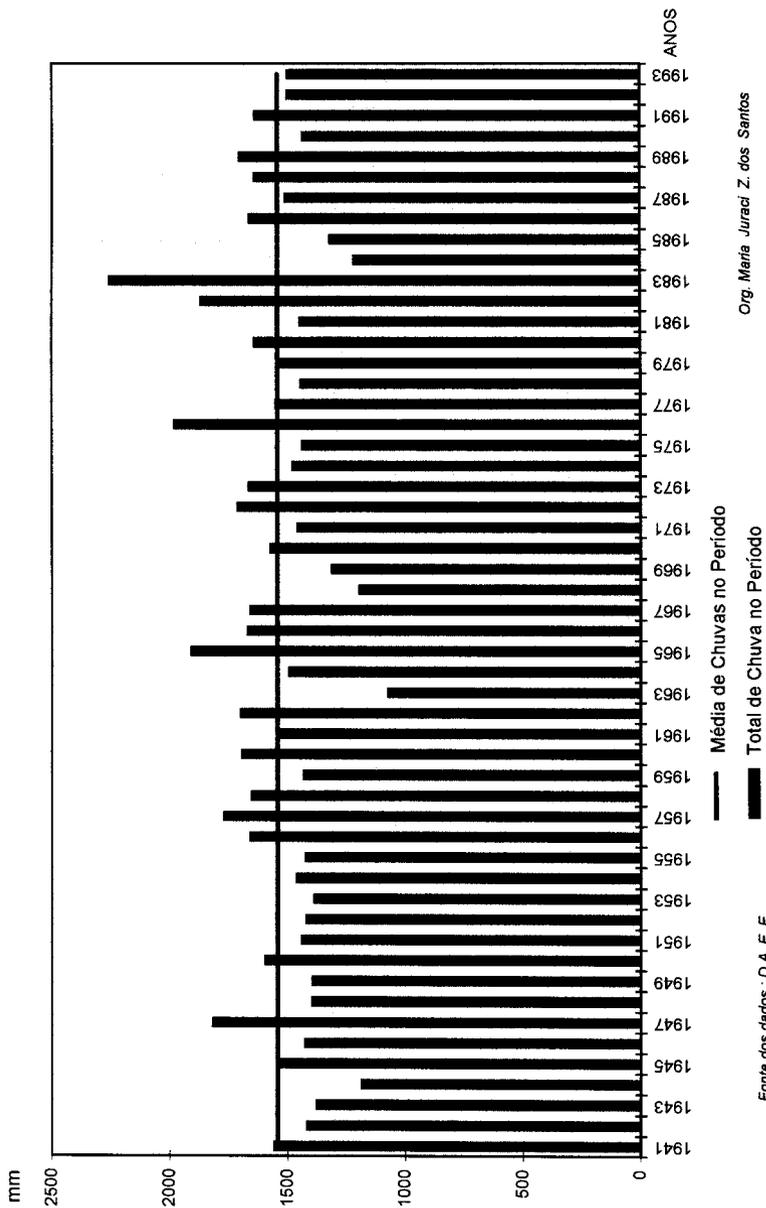
A média de precipitação para o Estado de São Paulo encontra-se em torno de 1543 mm anuais, considerando os 22 postos pluviométricos (figura 2).

A análise pela regressão linear pôde ser observada, pelo estudo de SANT'ANNA NETO (1995), que a reta da tendência nos 53 anos analisados, mostrou uma inclinação positiva, ou seja, o ponto inicial da reta partiu de 1443 mm e o término com 1606 mm anuais (figura 3). Verificou-se um significativo aumento da pluviosidade no Estado de São Paulo, em torno de 10% neste período de análise. Observando assim que, este comportamento das chuvas está longe de significar uma tendência linear, pois, pelas anomalias pluviométricas do período, verificou-se que os picos dos episódios chuvosos, assim como dos secos, apresentaram amplitudes crescentes. Há a afirmação também que, “em média aconteceram entre 12 e 19 anomalias por região num universo temporal de 53 anos. É interessante notar que o maior número de anomalias ocorreram no oeste do Estado e numa faixa na direção noroeste —> sudeste, correspondendo, exatamente, à área de transição dos climas zonais, que assumem nesta porção do território paulista, sua expressão máxima”.

4.5. Análise da tendência das chuvas nas unidades climáticas do Estado

As análises e as considerações realizadas mostraram, de forma geral, o comportamento das chuvas ao longo dos últimos 53 anos, no Estado (figura 2). Para a análise também da tendência das chuvas foram considerados os 22 postos pluviométricos, distribuídos nas nove unidades climáticas, relacionadas às unidades geomorfológicas: I. Litoral e Planalto Atlântico Norte; II. Litoral e Planalto Atlântico Sul; III. O Vale do Paraíba; IV. A Mantiqueira; V. O Centro-Norte; VI. A “Percée” do Tietê; VII. A Serra de Botucatu e a Faixa Meridiana de Transição; VIII. O Oeste e IX. O Sudoeste, apresentadas na figura 1, segundo classificação de MONTEIRO (1973) (tabela 1).

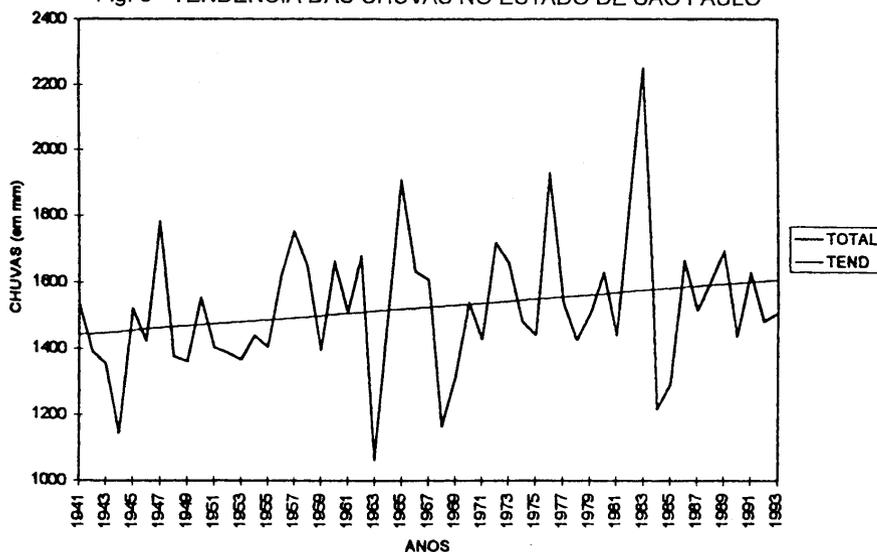
Fig. 2 - Comportamento da Chuva no Estado de São Paulo no Período de 1941 - 1993.



Fonte dos dados : D.A. E. E.

Org. Maria Juraci Z. dos Santos

Fig. 3 - TENDÊNCIA DAS CHUVAS NO ESTADO DE SÃO PAULO



Org. Sant'anna Neto (1995)

Ressalta-se que nesta análise será aplicada a técnica da semi-média cujos resultados, por sua vez, serão comparados com aqueles obtidos por SANT'ANNA NETO (1995) obtidos pela técnica da reta de regressão linear. Esta comparação é possível por se terem utilizado dos mesmos postos pluviométricos e da mesma série temporal, conforme foi enunciado na metodologia do presente trabalho. Ressalta-se também que, considerações específicas das unidades climáticas enunciadas por Monteiro, serão utilizadas, pois sua classificação climática está servindo à base das análises realizadas.

4.5.1. Unidade I: Litoral e Planalto Atlântico Norte

Esta unidade está representada pelo posto pluviométrico de Ubatuba (E_2 -052), cujos dados anuais da série temporal (1941 - 1993) estão representados no gráfico 1.

Pelo cálculo da semi-média, a tendência das chuvas nesta região foi de redução ou diminuição das chuvas, pois a média pluviométrica do primeiro período (1941 - 1966) foi de 2.382,30 mm e a do segundo período (1968 - 1993) foi de 2036,4 mm, cujo índice resultou em 0,85 (tabela 2).

De acordo com o estudo de SANT'ANNA NETO (1995) o cálculo da regressão linear dos totais de chuvas para o Litoral Norte demonstrou uma reta de tendên-

cia que se inicia com 2500 mm em 1941 e termina com 1340 mm, em 1993. Mostrando assim, redução pluvial de cerca de 20%. O autor afirma também que “através das médias móveis procurou-se completar esta tendência, buscando elementos que contribuíram na ciclicidade das chuvas”. Esta área apresentou ciclicidade provável dos eventos chuvosos a cada período de 12 e 14 anos. Recebeu maior pluviosidade no período de 1953 a 1956, de 1967 a 1974 e de 1987 a 1990. Os episódios mais secos ocorreram a cada 20 anos como nos períodos de 1962 a 1965 e 1983 a 1986.

MONTEIRO (1973) observa que, geneticamente o litoral Norte (Ia) está sujeito à menor participação das massas polares (30 a 40%, anualmente), portanto fica menos sujeito às invasões de frio que os setores central e meridional. Entretanto, a continuação da Serra do Mar bem próxima à costa é responsável pela acentuada pluviosidade mesmo no inverno. Os totais de chuva são mais baixos que as localidades situadas no litoral sul.

4.5.2. Unidade II: Litoral e Planalto Atlântico Sul

Referente a esta unidade MONTEIRO (1973) considera que o trecho costeiro serrano ao sul da ilha de São Sebastião apresenta um crescente aumento da participação das massas polares segundo o aumento de latitude, e um teor de pluviosidade bem mais elevado que aquele do setor norte. Argumenta que, o aumento da pluviosidade não segue a latitude mas antes a disposição do relevo e a orientação da costa em relação às correntes da circulação atmosférica regional. Nesta unidade, MONTEIRO reconheceu quatro feições: IIa, IIb, IIc e IId (figura 1).

Conforme o enunciado na Metodologia desta pesquisa, a sub-unidade IIa, está representada pelo posto de Iguape, cujos dados pluviométricos anuais da série temporal estão expressos no gráfico 2. A sub-unidade IIb está representada pelo posto pluviométrico de Santos (gráfico 3). Ambos representam, respectivamente, o Litoral Sul e o Litoral Central.

Pela medida de tendência das semi-médias pode-se observar que a média pluviométrica do primeiro período (1941-1966) foi de 1896,7 mm e a do segundo período (1968-1993) alcançou 1902,9 mm, mostrando assim que há equilíbrio das chuvas no Litoral Sul (IIa - Iguape), cujo índice é de 1,0.

SANT’ANNA NETO (1995) pela medida de regressão argumenta o seguinte “No litoral Sul, entretanto, o resultado apresentou uma ligeira tendência de aumento da pluviosidade uma vez que a reta da regressão se inicia em 1880 mm e termina com cerca de 1910 mm, apresentado assim como em Santos, uma certa estabilidade, porém, com pequena tendência de incremento de chuva”.

Aplicando a semi-média para o posto pluviométrico de Santos que corresponde ao Litoral Central pode-se observar que, no primeiro período (1941-1966), ocorreu uma média pluviométrica de 2288,5 mm e no segundo período a média foi de 2.154,4 mm, que resultou em índice de 0,94, mostrando assim uma pequena redução das chuvas no Litoral Central (tabela 2).

Portanto se compararmos os resultados alcançados por SANT'ANNA NETO (1995), observa-se que há ligeira inversão nos cálculos obtidos pela semi-média, pois para o cálculo da regressão ocorre certa estabilidade com ligeiro incremento de chuva no Sul, no cálculo de semi-média se observa-se equilíbrio, e no Litoral Central, observa-se pequena redução ao invés de ligeira estabilidade.

Verifica-se que, tanto o Litoral Central quanto o Litoral Sul, tiveram comportamentos da distribuição anual das chuvas semelhantes (gráficos 2 e 3), podendo-se observar dois períodos intercalados de médias mais elevadas com médias reduzidas. Assim, entre 1950 e 1960 as médias pluviométricas foram mais baixas, seguido do seguimento 1965 a 1975 que concentrou as médias mais elevadas. Entre 1977 e 1982, aconteceu novo período seco, seguido de outro, de chuvas mais elevadas, nos anos de 1989 e 1991 (IIa - Iguape) e 1986 e 1988 (IIb - Santos).

Para MONTEIRO (1973) a elevação e proximidade da serra, aliada à direção oposta às correntes perturbadas do sul, faz com que este trecho central (IIb) do litoral paulista, seja a área de maior pluviosidade não só do Estado mas talvez do país. Enquanto o setor meridional exibe índices anuais entre 1500 e 2000, neste trecho eles são superiores a este último valor e atingem por vezes 4.500 mm em certos trechos ao longo da serra. O responsável seria então a frequência elevada das penetrações polares, e o relevo, devido à proximidade da serra da linha de costa que oferece a esta área uma acentuada influência de altitude.

Na sub-unidade IIc, representada pelos postos pluviométricos de São Miguel Arcanjo e Buri, observa-se que, no primeiro posto a média do primeiro período foi de 1330,5 mm e a média do segundo período 1476,6 mm, mostrando assim, pelo cálculo da semi-média que ocorreu um pequeno aumento das chuvas, cujo índice é de 1,11 (tabela 2). Já no segundo posto pluviométrico Buri, verifica-se o seguinte: a média do primeiro período foi de 1165,0 mm e a do segundo período 1305,0 mm, portanto ocorreu também um aumento das chuvas, cujo índice é de 1,12 (tabela 2 e gráficos 4 e 5).

MONTEIRO (1973) argumenta que, este trecho extremo meridional do planalto atlântico paulista (IIc) do qual a Paranapiacaba é borda alcantilada graças à sua ocupação relativamente rarefeita, constitui uma das áreas de dificuldade de caracterização. Constitui área onde não se distingue período seco (superior a 500 mm e 25 a 50 dias de chuva). A elevada frequência de invasões polares e perturbações frontais oferecia apenas uma diminuição dos totais de chuvas (1100 a 1400 mm anuais) em relação à área litorânea contígua. A posição extrema meridional colocaria esta área limítrofe com o Paraná a receber, mesmo no inverno, importante colaboração das chuvas frontais a par de flutuações térmicas mais sensíveis.

Tabela 1. Unidades e sub unidades climáticas com respectivos postos pluviométricos e informações geográficas

UNIDADE	SUB UNIDADE	MUNICÍPIO	CÓDIGO	ALTITUDE	LATITUDE	LONGITUDE
I. Litoral e Planalto Atlântico Norte	Litoral Norte	Ubatuba	E ₂ -052	5	23°26'	45°04'
	Sub-unidade a	Iguape	F ₄ -028	5	24°42'	47°33'
	Sub-unidade b	Santos	E ₃ -070	3	23°59'	46°18'
II. Litoral e Planalto Atlântico Sul	Sub-unidade c	São Miguel Arcanjo	F ₄ -001	700	24°00'	47°57'
	Sub-unidade d	Buri	E ₅ -051	588	23°48'	48°35'
		Guarulhos	E ₃ -002	750	23°25'	46°27'
		Paraibuna	E ₂ -118	700	23°33'	45°29'
III. "O Vale do Paraíba"	Sub-unidade	Guaratinguetá	D ₂ -034	600	22°50'	45°05'
		S. João da Boa Vista	C ₃ -034	730	21°58'	46°49'
		Campos do Jordão	D ₂ -001	1720	22°44'	45°32'
IV. "A Mantiqueira"	Sub-unidade	Araras	D ₄ -027	650	22°21'	47°27'
		Alinópolis	B ₄ -005	740	20°50'	47°19'
V. "O Centro Norte"	Sub-unidade	São Carlos	D ₄ -037	810	22°01'	47°54'
		Orlândia	B ₄ -015	695	20°44'	47°53'
		Pontal	C ₅ -024	515	21°02'	48°13'
		Boitua	E ₄ -046	645	23°18'	47°40'
VI. "Percée do Tietê"	Sub-unidade	São Manuel	D ₅ -047	825	22°51'	48°42'
VII. "A Serra de Botucatu"	Sub-unidade	Marília	D ₆ -025	652	22°13'	49°45'
VIII. "O Oeste"	Sub-unidade	Araçatuba	C ₇ -003	310	21°03'	50°28'
		Onda Verde	B ₆ -003	498	20°37'	49°40'
IX. "O Sudoeste"	Sub-unidade	Cândido Mota	D ₇ -031	370	22°53'	50°59'
		Presidente Prudente	D ₈ -003	475	22°67'	51°23'

Tabela 2. Valores dos coeficientes de variação das médias e das semi-médias para postos pluviométricos das unidades e sub-unidades climáticas do Estado de São Paulo no período de 1941 a 1993

UNIDADE CLIMÁTICA	CÓDIGO	MUNICÍPIO	COEFICIENTE DE VARIÇÃO (%)	MÉDIA DOS 53 ANOS (mm)	SEMI-MÉDIAS		Relação 2º/1º
					1º período (mm)	2º período (mm)	
I. Litoral e Planalto Atlântico Norte	E ₂ -052	Ubatuba	21	2.225	2.382,3	2.036,4	0,85
	F ₄ -028	Iguape	19	1.908	1.896,7	1.902,9	1,00
	E ₃ -070	Santos	21	2.231	2.288,5	2.154,4	0,94
II. Litoral e Planalto Atlântico Sul	F ₄ -001	São Miguel Arcanjo	20	1.401	1.330,5	1.476,6	1,11
	E ₅ -051	Buri	19	1.234	1.165,0	1.305,5	1,12
	E ₃ -002	Guarulhos	21	1.514	1.499,7	1.529,5	1,02
III. O Vale do Paraíba	E ₂ -118	Paraibuna	22	1.629	1.839,9	1.396,3	0,75
	D ₂ -034	Guaratinguetá	15	1.433	1.397,7	1.453,5	1,04
IV. A Mantiqueira	C ₃ -034	S. João da Boa Vista	19	1.588	1.513,7	1.669,0	1,10
	D ₂ -001	Campos do Jordão	16	1.860	1.902,8	1.807,2	0,95
V. O Centro Norte	D ₄ -027	Ataras	19	1.414	1.357,0	1.459,0	1,08
	B ₄ -005	Altinópolis	23	1.653	1.520,8	1.784,0	1,17
	D ₄ -037	São Carlos	19	1.468	1.452,7	1.479,6	1,02
	B ₄ -015	Orlândia	19	1.609	1.587,8	1.624,7	1,02
	C ₅ -024	Portal	20	1.468	1.388,2	1.544,0	1,11
VI. Percée do Tietê	E ₄ -046	Boituva	20	1.206	1.146,6	1.272,3	1,11
	D ₅ -047	São Manuel	22	1.463	1.393,7	1.540,2	1,11
VIII. O Oeste	D ₆ -025	Marília	22	1.432	1.306,7	1.563,3	1,20
	C ₇ -003	Araçatuba	17	1.253	1.194,3	1.313,5	1,10
	B ₆ -003	Onda Verde	17	1.359	1.330,0	1.382,9	1,04
IX. O Sudoeste	D ₇ -031	Cândido Mota	20	1.345	1.261,0	1.436,1	1,14
	D ₈ -003	Presidente Prudente	19	1.252	1.211,5	1.295,5	1,07

À medida que nos aproximamos do Vale do Paranapiacaba, área mais deprimida naquele trecho do planalto, encontram-se fácies menos úmida na qual já se nota um período seco.

Pelos dados da sub-unidade IId, representada pelo posto pluviométrico de Guarulhos, observa-se que, no primeiro ocorre média pluviométrica de 1499,7 mm e no segundo período de 1529,5 mm, portanto houve equilíbrio das chuvas desde que, o índice é de 1,02 (tabela 2 e gráfico 6).

Sobre esta sub-unidade (IId) correspondente a Bacia Paulistana engastada no Planalto Atlântico, na altura da faixa de limite entre os dois climas regionais possui diminuição da pluviosidade não só em relação ao trecho litorâneo santista como também em relação às áreas circunvizinhas do planalto. Tal diminuição leva mesmo à consideração da existência de período seco. Contudo, nem tão seco como as áreas serranas do interior (Serra de Botucatu). No período chuvoso a penetração da onda de leste é também facilitada notando-se que o ritmo de ocorrência de chuvas é superior àquele da área IIc, neste período.

4.5.3. Unidade III: O Vale do Paraíba

Esta unidade está representada pelos postos pluviométricos de Paraibuna (E_2 -118) e Guaratinguetá (D_2 -034), e compreende a borda interior da Serra do Mar e o Vale do Paraíba.

Em Paraibuna, representando a borda interior da Serra do Mar, constata-se no período de 1941/1993, maior variabilidade anual e inter-anual, onde o desvio padrão é superior a 25%, diminuindo para 15% em Guaratinguetá representando o Vale do Paraíba (gráfico 7).

Na Borda Interior da Serra do Mar acontece redução dos totais de precipitação da ordem de 25%, nos totais das chuvas, pois de 1900 mm, no início da série temporal (1941), passa para 1350 mm, no final da série (1993). Dados representados pelo posto de Paraibuna (E_2 -118).

Fato confirmado pela tabela 2, que pela estatística das semi-médias, Paraibuna tem um índice de 0,75, enquanto Guaratinguetá mostra a tendência de ligeiro aumento apresentando índice de 1,04 (gráfico 8).

Conforme estudo de SANT'ANNA NETO (1995), as médias móveis calculadas para esta unidade pluvial demonstra grande complexidade e enorme irregularidade. Assim, argumenta que na área da Borda Interior da Serra do Mar, voltada para o Vale do Paraíba, as médias móveis, a exemplo da reta de tendência, demonstram uma situação bastante definida, com elevada médias pluviiais desde 1952 até 1969 quando inclusive, ultrapassou os 20% da média do período de 1959 a 1967, diminu-

indo a partir daí até 1993, com o período mais crítico de chuvas bastante reduzidas, entre 1978 e 1981.

O Vale do Paraíba, representado pela área de Guaratinguetá, observa que, as variações das médias móveis foram pouco significativas, caracterizadas por oscilações em torno de 10% para mais ou para menos. Até 1957, as precipitações tiveram médias reduzidas, sendo que, a partir de 1962 aumentaram e seguindo até 1979, com um pequeno segmento temporal, entre 1980 e 1982, as médias foram inferiores ao normal. Apresentando-se até 1992 superiores à média do período.

Conforme análise de SANT'ANNA NETO (1995), os períodos secos e chuvosos que caracterizam os anos padrão desta unidade, se assemelham mais àqueles do Litoral do que àqueles no geral do Estado. A distribuição sazonal das chuvas na região Leste é semelhante à maior parte do Estado, apresentando o semestre mais chuvoso no período de outubro a março, quando se concentram mais de 70% do total anual. De abril a setembro ocorre a época mais seca, quando o período mais crítico de diminuição das chuvas acontece de junho a agosto. Na borda Interior da Serra do Mar e no Vale do Paraíba, os três meses mais chuvosos são dezembro, janeiro e fevereiro, tal qual ocorre nas demais áreas do interior paulista. Com maior concentração das chuvas na primavera e verão, observa-se que menos de 30% da pluviosidade acontece no outono e inverno, caracterizando uma estação de estiagem.

Referente ao Vale do Paraíba, nota-se a tendência de um ligeiro aumento de pluviosidade, de cerca de 10% de 1360 mm no início da série e finalizando a série com 1510 mm.

O Vale do Paraíba assemelha-se à Bacia Paulistana, pois ambas têm semelhanças de quantidade e de número de dias de chuva no ano e nos dois períodos, havendo nítida diferenciação no inverno. A Bacia Paulistana (IId) está mais sujeita às ondas de frio, seja pela latitude mais favorável seja pela repercussão das passagens canalizadas pelo litoral, além do que o grau de resfriamento é maior.

Esta porção do território paulista como afirma MONTEIRO (1973) está influenciada pelas ondas de leste, da massa tropical Atlântica, assim como Litoral Norte. Como se trata de área compreendida entre as vertentes mais íngremes das serras do Mar e da Mantiqueira, as correntes úmidas provenientes do leste e sudeste, deixam boa parte das chuvas no litoral e escarpa Atlântica, chegando mais seca a esta região. Fato que foi reconhecido por CONTI (1975) como ressecamente adiabático, provocando uma "ilha de sombra de chuva".

Desta forma, em seu estudo, Monteiro considerou-a como sendo uma faixa de menor umidade e temperaturas mais elevadas entre as Serras do Mar e da Mantiqueira. Os valores pluviométricos mostrados da ordem de 3000 mm na Mantiqueira abaxam para 1100 e 1400 mm, chegando a trechos inferiores a 1100 mm.

4.5.4. Unidade IV: A Mantiqueira

Esta unidade compreende espacialmente uma estreita faixa serrana junto ao limite leste do Estado de São Paulo com Minas Gerais, tendo altitudes entre 800 e 1500 m, com forte declividade.

Considerada individualizada climaticamente devido ao relevo, possui participação predominante da onda de leste, onde o bloco elevado da Serra e do Planalto da Mantiqueira destaca-se pelo decréscimo da temperatura e aumento da pluviosidade. Na face da Serra, voltada para o mar o teor de chuvas aumenta de modo a não se distinguir período seco. A ascensão das correntes do leste no verão, em especial, e aquelas do Sul mesmo no inverno são as causas fundamentais (IVa).

Na série temporal (1941-1993) pode-se verificar que os anos de 1965 e 1982 são os mais chuvosos e os anos de 1963, 1969 e 1984 são os mais secos (gráficos 9 e 10). Pela análise dos dados mensais observa-se que sazonalmente há concentração das chuvas de outubro a março, em cerca de 75% do total anual. Enquanto no verão são precipitados mais de 40% da pluviosidade, no inverno ocorreu menos de 10% das chuvas anuais. O trimestre mais chuvoso, assim como em quase todos os postos indicativos das unidades climáticas, ocorre entre os meses de dezembro a fevereiro e o mais seco acontece de junho a agosto. O curso anual das chuvas, apresenta uma característica típica dos climas tropicais, quando mais 50% da pluviosidade anual ocorre em apenas três meses, dezembro a fevereiro. Já o período seco, que se inicia em abril e, se estende até setembro, apresentando como meses mais secos junho a agosto, quando apenas 10% das chuvas caem nesta época.

Pela estatística da semi-média pode-se verificar que, São João da Boa Vista apresenta tendência de aumento das chuvas na série temporal (1941-1993) quando o índice é de 1,10. Para o posto de Campos do Jordão, observa-se que há tendência de ligeira diminuição das chuvas, cujo índice apresenta-se em 0,95 (tabela 2).

Referente à análise de SANT'ANNA NETO (1995), observa-se que em Campos do Jordão, a tendência pluvial foi de estabilidade com ligeiro crescimento de apenas 3%.

Os cálculos das médias móveis, para 5 e 10 anos realizados para estas áreas, apresentaram quatro períodos bem definidos, dois deles com médias pluviais mais reduzidas, entre 1950 e 1956, e outro de 1970 a 1978, com intervalo de 20 anos, aproximadamente. Os períodos que demonstraram médias mais elevadas foram 1960 a 1968 e entre 1983 e 1992, também com cerca de 20 anos de intervalo.

Conforme SANT'ANNA NETO (1995), “apesar de se tratar de terras altas, recebe menor pluviosidade que a Serra do Mar por causa de sua maior distância do oceano. As correntes de leste e de sul, que provocam o efeito orográfico, de maneira mais significativa na Serra do Mar, quando atingem a Serra da Mantiqueira, chegam com menor teor de umidade e menos intensas. Na porção sul, em Campos do Jordão, encontram-se os contrafortes, muito íngremes e dispostos numa direção mais favorável em relação aos sistemas atmosféricos produtores das chuvas, como as frentes frias e os alísios de Sudeste. Por isso apresentam maiores totais anuais de pluviosidade, entre 2000 e 2500 mm. Já na área mais oriental, a borda do planalto, na altura de Águas da Prata, as chuvas decrescem progressivamente, até atingirem cerca de 1500 mm anuais”.

Continua afirmando que “A variabilidade temporal da pluviosidade nesta unidade demonstrou que o padrão normal de comportamento anual varia entre 1500 e 2000 mm, com desvio padrão estimado em cerca de 15% a 17%, que está dentro da média estadual:”.

4.5.5. Unidade V: O Centro-Norte

Este setor do espaço paulista é individualizado pelo ritmo da circulação atmosférica regional que se justapõe às diversificações do relevo.

Representada pelos postos pluviométricos de Araras (D_4 -027) (Va), Altinópolis (B_4 -005) (Vc) e Orlandia (B_4 -015) (Vc), São Carlos (D_4 -037) (Vb) e Pontal (C_5 -024) (Vc), a unidade apresenta segundo classificação de MONTEIRO (1973), a parte central e a parte nordeste do Estado. Portanto, esta unidade V, compreende três sub-unidades: a, b, e c. Espacialmente localiza-se entre os contrafortes da Serra da Mantiqueira e ocupa a parte norte das Cuestas Basálticas do Estado, adentrando ao Planalto Ocidental.

Em termos climáticos as Cuestas apresentam duas regiões distintas: a face norte, com predominância dos sistemas tropicais e a porção sul, que se localiza na área de transição aos climas zonais, mais sujeitas às influências das invasões polares.

Na série temporal em análise (1941-1993) pode-se verificar que o ano de 1957 foi muito chuvoso, enquanto que, 1969 foi excepcionalmente seco. Observa-se ainda que, a característica marcante desta unidade pluvial é a forte irregularidade pluvial padrão da ordem de 20%. O comportamento das chuvas nesta região mostra elevada concentração nos meses de verão e prolongada estiagem, que pode se iniciar em abril e se estender até outubro.

A estatística das semi-médias mostra que, a tendência das chuvas na unidade a representada pelo posto pluviométrico de Araras é de ligeiro aumento da precipitação, apresentando índice de 1,08. Para o posto de São Carlos, representando a unidade b, verifica-se equilíbrio das chuvas com indício de aumento, cujo índice é de 1,02. Para a unidade c, representado pelos postos de Altinópolis, Orlandia e Pontal, observam-se índices, respectivamente de 1,17; 1,02 e 1,11, mostrando que há a tendência de aumento das chuvas nestas unidades representativas da porção nordeste do Estado.

SANT'ANNA NETO (1995) em seu estudo argumenta que "Assim como em todo o centro norte do Estado, a tendência das chuvas na Depressão Periférica foi de aumento significativo da pluviosidade ao longo dos 53 anos analisados. Em Araras foi um pouco menos, quando a reta de tendência evoluiu de 1300 para 1500 mm, portanto com cerca de 15% no período de 1941-1993.

A característica fundamental desta área reside na existência de um período seco muito nítido onde a frequência da chuva diminui consideravelmente no sentido dos paralelos, culminando no setor norte que se constitui na área de inverno mais nitidamente seco do Estado. É uma área de acentuada participação da Tropical Atlântica que, em certos invernos é mais ativa nesta área do que no litoral norte, submetido às passagens da massa polar.

Três grandes fácies são distinguidas neste domínio graças à relação com a morfologia. A parte setentrional da Depressão Paulista ao norte de Limeira (Va), abrigada entre os contrafortes da Mantiqueira e a borda do Planalto Ocidental que apresenta como nota característica a reduzida nebulosidade e a moderação da umidade.

A oeste desta faixa o festão da "cuesta" e o lóbulo avançado do Planalto Ocidental ao norte da passagem do Tietê, sobre o qual se localizam São Carlos e Brotas (Vb), revela um pequeno aumento na quantidade de precipitação mas mantém-se unido à área pelo ritmo. Embora observa-se um aumento de pluviosidade, por efeito orográfico no inverno, o número de dias de chuva mantém a unidade dentro da área.

O setor norte (Vc) mantém a nitidez do período seco, habitualmente entre 100 e 200 mm de chuvas e apenas 10 a 15 dias de precipitação (o trimestre de inverno apresenta índices inferiores a 50 mm e frequência inferior a 5 dias), contrastando com um período chuvoso de maiores índices que o das outras duas fácies anteriores. Esta feição climática pressupõe sub divisões internas já que aos vales dos rios Pardo e Mogi se contrapõem o Planalto de Franca, Ribeirão Preto, e o divisor Mogi-Turvo onde se alinham as cidades de Jaboticabal, Bebedouro e Olímpia.

Já na Depressão Meridional a tendência apresentou incremento pluviométrico ainda maior, cuja reta partiu de 1000 atingindo 1350 mm ao seu final, demonstrando aumento superior a 30% em meio século, o que é bastante significativo”. Argumenta ainda que “As médias móveis para 5 e 10 anos apontaram tanto para a tendência positiva das chuvas nesta unidade pluviométrica quanto demonstraram, de maneira evidente, a elevação das médias a partir da década de 1970, quando estiveram quase sempre acima do normal para a média de 53 anos”. “Os períodos chuvosos parecem se repetir a cada 6 a 8 anos e os de pluviosidade mais reduzida, a cada intervalo de 10 anos...”.

A localidade de Altinópolis possui altitudes variando de 800 a 1000 m; São Carlos ao centro do Estado possui altitudes entre 700 e 900 m.

A pluviosidade média destes postos de Araras, Altinópolis, Orlandia, São Carlos e Pontal são respectivamente: 1414 mm, 1653 mm, 1468 mm, 1609 mm, 1468 mm e 1468 mm.

Referente à sazonalidade, as sub-unidades apresentaram concentração de chuvas no período de outubro a março, onde o domínio dos sistemas tropicais é mais acentuado. O trimestre mais chuvoso ocorre nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, onde há concentração de cerca de 40% a 50% dos totais pluviométricos anuais. O período de junho a agosto marca a fase mais seca do período em análise, quando chove menos de 20% do total nas áreas de Altinópolis e São Carlos, caracterizando uma estiagem prolongada quando não é incomum pelo menos um mês com ausência de chuvas.

Com relação à distribuição das chuvas SANT'ANNA NETO (1995) argumenta que “no inverno as Cuestas de Franca e São Carlos as chuvas raramente ultrapassam 100 mm, podendo chegar a 500 mm nos três meses de verão, o mesmo não ocorre nas de Botucatu e Fartura, quando podem superar os 200 mm, de junho a agosto, porém dificilmente passam de 700 mm no verão. Isto mostra a forte concentração pluviométrica ao norte ou melhor distribuição das chuvas ao sul”.

Argumenta também que: “À exceção de São Carlos, que apresentou uma tendência estável em relação à evolução dos valores de chuvas para o segmento 1941/1993, com índice ligeiramente superior a 5%, as demais áreas desta unidade se caracterizam por acentuada elevação pluviométrica”.

Na área da Cuesta de São Carlos, entretanto, verificou-se que a aparente estabilidade, na verdade se constituiu num ciclo com três períodos secos, 1950/1954, 1968/1972 e 1992/1993 e dois períodos chuvosos, bem mais prolongados, 1960/1966 e 1976/1986.

4.5.6. Unidade VI: A Percée do Tietê

Constitui-se numa região de altitudes modestas, entre 400 e 600 m. Tratando-se de uma área relativamente deprimida entre duas regiões serranas, recebe intensa ventilação, praticamente o ano todo que, associado ao fato de se caracterizar pela presença atuante dos sistemas tropicais, define-se como uma das unidades de chuvas mais reduzidas do Estado (figura 1).

Assim, abrigada pelas serras e cuevas circunvizinhas, são influenciadas pelo fenômeno de ressecamento adiabático das correntes de sul, sudeste e leste que, ao transportarem as regiões serranas, descem e tornam esta depressão, uma das áreas mais secas do Estado de São Paulo. Entretanto, conserva esta unidade a mesma tendência de *secura* em termos anuais.

O posto pluviométrico representativo desta unidade é Boituva (E_4 -046). Da análise da série temporal observa-se que o ano excepcionalmente seco é o de 1969 e o ano excepcionalmente chuvoso é 1957 (gráfico 16).

O comportamento da pluviosidade total anual, analisada a partir do período compreendido pelo segmento temporal 1941/1993, demonstrou forte variabilidade, porém, nos episódios mais extremados, a unidade pluvial apresentou comportamento muito semelhante à média geral do Estado, notadamente nos eventos secos. Uma das características marcantes desta unidade pluvial é a elevada amplitude que este fenômeno pode ter.

A participação sazonal das chuvas é bastante concentrada na primavera e no verão, chegando a cerca de 75%, em Boituva, na porção meridional.

O trimestre mais chuvoso também acontece a exemplo da média do Estado de São Paulo, entre dezembro e fevereiro, quando pouco mais de 40% das precipitações se concentram neste período. Os três meses mais secos, caracterizados por forte estiagem, ocorrem de junho a agosto, quando não raras vezes há ausência de chuvas.

O curso anual das chuvas é marcado sobremaneira pela elevada concentração nos meses de verão e prolongada estiagem que pode iniciar em abril e se estender até outubro. Por outro lado, em função da grande variabilidade pluviométrica, o desvio padrão mensal; é extremamente elevado, chegando a superar 110% nos meses de inverno, principalmente em julho e agosto (gráfico 16).

Pela estatística das semi-médias aplicadas aos dados do posto pluviométrico de Boituva (E_4 -046) observa-se que o índice é de 1,11, portanto a tendência é de aumento das chuvas nesta unidade na série temporal em análise (tabela 2).

SANT'ANNA NETO (1995) pela reta da tendência mostra que houve incremento pluvial pois de 1000 mm chegou a 1350 mm no final da série, demonstrando aumento superior a 30% em meio século, demonstrando ser bastante significativo.

Assim sendo, afirma que “As médias móveis para 5 e 10 anos tanto para a tendência positiva das chuvas nesta unidade pluvial quando demonstraram, de maneira evidente, a elevação das médias a partir da década de 1970, quando estiveram quase sempre acima do normal para a média de 53 anos”.

Continua afirmando que “Os períodos chuvosos parecem se repetir a cada 6 a 8 anos e os de pluviosidade mais reduzida, a cada intervalo de 10 anos”.

Na série temporal (1941-1993) observa-se que o ano excepcionalmente chuvoso é o de 1957 e o excepcionalmente seco é o de 1969. A média pluviométrica é de 1206 mm na série temporal, apresentando desvio padrão de 240 e coeficiente de variação de 20%. A média pluviométrica do primeiro período é de 1146,0 mm e a do segundo período de 1272,3 mm, apresentando índice de 1,11.

MONTEIRO (1973) sobre esta unidade coloca que o entalhe que o Tietê e o seu afluente Piracicaba produzem na borda do Planalto Ocidental sempre se fez notar pela existência de índices inferiores aos das áreas circunvizinhas. Seus totais pluviométricos anuais são inferiores a 1.100 mm, e o fato se repete em quase todas as estações do ano. Contudo o inverno é menos seco que no Norte (Vc). É fácil perceber-se que no centro da Depressão abrigada a oeste pelos dois lóbulos do Planalto Ocidental e a leste pelos Planaltos Atlântico e da Mantiqueira, esta área responde com moderada precipitação à passagem das três grandes correntes de circulação regional.

4.5.7. Unidade VII: A Serra de Botucatu e a Faixa Meridiana de Transição

Esta unidade está representada pelo posto pluviométrico de São Manuel (D₅-047).

A média pluviométrica para a série temporal (1941-1993) reside em 1463 mm, sendo a média do primeiro período 1393,7 mm (1941 a 1967) e a do segundo período 1540,2 mm, (1968-1993), apresentando assim uma tendência de aumento das chuvas cujo índice é da ordem de 1,11, conforme a estatística das semi-médias (tabela 2). O gráfico nº 17 mostra o comportamento anual das chuvas, cujo desvio padrão foi de 321 mm e o coeficiente de variação 22%. Verifica-se assim uma amplitude de 1398 mm, sendo que, ocorreu período seco de 1950 a 1964, repetindo-se entre 1968 e 1975. Um curto intervalo chuvoso ocorreu de 1964 a 1967 e outro bem extenso durou de 1979 até 1993. Percebe-se assim que, não só as chuvas aumentaram no segmento temporal analisado, como este fenômeno passou a ser mais intenso a partir de meados da década de 1970.

O comportamento destes dados foi também observado por SANT'ANNA NETO (1995), o qual argumenta que, nesta unidade climática ocorreu incremento de 32% das chuvas.

Em termos de sazonalidade, registra-se que o período de junho a agosto marca a fase mais seca do período analisado, quando chove 30% do total anual. A distribuição mensal das chuvas demonstra que no inverno elas são baixas, mas podem superar os 200 mm de junho a agosto, porém, dificilmente passam de 400 mm no verão.

Conforme MONTEIRO (1973) esta área mantém indecisa transição entre o oeste e o centro-norte (Avaré, Botucatu e Bauru). Constitui assim a zona de intersecção das três grandes correntes de circulação regional. Argumenta que nesta unidade, observa-se que, da serra de Botucatu, pelo lóbulo de planalto que avança sobre a Depressão ao sul do rio Tietê prolonga-se para o norte uma faixa que se manifesta seja quanto ao ritmo seja quanto aos valores quantitativos das chuvas como uma zona de transição. Tendo um total anual de chuvas entre 1100 e 1400 mm, como a maioria do território paulista, apresenta um período seco de 200 a 300 mm em 25 a 50 dias, enquanto o período chuvoso é inferior a 950 mm em 50 a 100 dias.

4.5.8. Unidade VIII: O Oeste

A Unidade denominada de Oeste se constitui num conjunto bastante expressivo no Estado de São Paulo. Trata-se do Planalto Ocidental (ou Arenito Basáltico), que se prolonga do reverso do relevo de Cuestas para oeste até o Vale do Rio Paraná, ao norte alcançando o Rio Grande na divisa com Minas Gerais e ao sul com a unidade IX que delimita com o vale do Rio Paranapanema.

Nesta unidade, verifica-se certa uniformidade, tanto no que se refere ao regime das chuvas, quanto em sua distribuição sazonal e anual. As variações que ocorrem em seu interior, estão vinculadas a fatores de ordem local, como a altimetria, a posição latitudinal e de continentalidade, do que determinadas pela dinâmica atmosférica.

A altitude média no Oeste varia entre 250 e 600 m e é o fator que mais interfere na distribuição da pluviosidade.

O posto pluviométrico denominado de Onda Verde está ao norte na região de São José do Rio Preto e está mais afeito à atuação das massas tropicais e de altitudes que variam entre 400 e 600 m. O posto pluviométrico de Araçatuba, à noroeste, representa o vale inferior do Rio Tietê, cuja altimetria está em torno dos 300/500 metros. O posto pluviométrico de Marília, onde há a Serra dos Agudos, com altitudes entre 500 e 700 m.

Nos três postos a pluviosidade média reside respectivamente em 1359 mm, 1253 mm e 1432 mm, cujos desvios padrão são 236, 216 e 317 mm, e os coeficientes de variação são de 17% nos dois primeiros e 22% no terceiro.

Na série temporal (1941-1993) pode ser verificado que ocorrem anos chuvosos como os de 1957, 1965, 1972, 1976, 1982, 1983 e 1989 e anos excepcionalmente secos como: 1944, 1949, 1963, 1966, 1968, 1969 e 1985 (gráficos 18, 19 e 20).

A análise da variabilidade anual demonstra que no norte e no noroeste da unidade, ou seja, na região de São José do Rio Preto (Onda Verde) e Araçatuba, o desvio padrão foi menor, em torno de 17%, aumentando para 20% em Marília.

As ondas de oeste e noroeste que são relacionadas com a massa tropical continental, impedem a penetração do ar polar em muitos episódios, provocando diminuição das chuvas principalmente no inverno. No extremo noroeste do Estado, cerca de 85% das precipitações ocorrem no semestre primavera/verão e apenas 15% no período de outono/inverno. Em Araçatuba a distribuição é de 75% a 80% na época chuvosa e 20% a 25% na seca. Enquanto que em Marília a concentração das chuvas é de cerca de 70% a 75%, enquanto algo em torno de 25% a 30% se precipita no outono/inverno.

A ocorrência do período chuvoso reside no período de outubro a março, sendo o trimestre mais úmido correspondente aos meses de dezembro a fevereiro e o seco de abril a setembro, com estiagem de junho a agosto (gráficos 18, 19 e 20).

Observa-se que em Onda Verde o índice da tendência das chuvas reside em 1,04, em Araçatuba 1,10 e em Marília 1,20. Portanto, no Oeste Paulista na série temporal ocorrem aumento das quantidades das chuvas precipitadas (tabela 2).

SANT'ANNA NETO (1995) coloca que na região da Onda Verde, a reta resultante da análise de regressão apresentou valor de 10%. Já em Araçatuba, a tendência de incremento pluvial foi significativa situando-se em 15% e em Marília observa-se que a tendência foi superior a 30% no período de 1941/1993.

MONTEIRO (1973) faz distinção desta unidade em relação às porções centro e norte do Estado e que se deve à influência das correntes de oeste da massa tropical continental, que provocam diminuição de chuvas no verão, porém aumentadas no inverno, principalmente pelo aquecimento pré-frontal. Mostra ainda que nesta unidade há participação mais efetiva da onda de oeste-noroeste. Os limites orientais desta área apresentam certa coincidência com a linha de 5 a 10% de atuação daquela corrente atmosférica. Sua participação no aquecimento pré-frontal no inverno talvez seja a explicação do fato de que as chuvas de inverno, reduzidas ao ponto de constituir um período seco, são mais intensas que aquelas produzidas no centro-norte. Enquanto nesta os índices do período seco são de 100 a 200 mm no oeste se localizam entre 200 e 300 mm.

Por outro lado as chuvas de primavera e especialmente verão são bem maiores na área centro-norte (notadamente no extremo norte) do que no oeste. Percebe-se assim, que o oeste e o norte oferecem um contraste do ponto de vista rítmico.

4.5.9. Unidade IX: O Sudoeste

Corresponde a área que compreende o extremo sudoeste do Estado, ou seja a faixa entre o Paranapanema e o espigão divisor deste com o rio do Peixe, MONTEIRO (1973) mostra que há íntima relação desta área com a anterior sobretudo no que diz respeito à participação da corrente do interior do continente. Sua posição mais meridional, coloca-o sujeito à maior participação das massas polares. Esta unidade está representada pelos postos pluviométricos: Cândido Mota e Presidente Prudente. Analisando os dados da série temporal pôde-se observar que a média pluviométrica do posto de Cândido Mota reside em 1345 mm e no posto de Presidente Prudente 1252 mm. O coeficiente de variação no primeiro é 20% e no segundo 19%. Pela estatística da semi-média observa-se que a tendência foi de aumento das chuvas nesta unidade climática, na série temporal analisada. Assim sendo, em Cândido Mota o índice é de 1,14 e em Presidente Prudente 1,07 (tabela 2).

O comportamento anual das chuvas na série temporal pode ser observado nos gráficos 21 e 22. Assim o ano mais seco em Presidente Prudente foi 1944 apresentando 681 mm, e o ano mais chuvoso foi 1982, com 1975 mm.

Há certa diferenciação entre os dois postos pluviométricos: Cândido Mota há periodicidade de épocas mais chuvosas a cada 20 anos, a primavera, mais curta, entre 1956 e 1966 e outra mais prolongada entre 1978 e 1989. Observa-se também, que o intervalo entre os períodos de média mais secas, igualmente ao intervalo de 20 anos, aconteceram em 1950 e 1954 e 1968/1977. Daí em diante, as médias móveis foram sempre superiores aquela do segmento temporal de 1941/1993 e na década de 50, 60 e 70, estiveram sempre baixo destas (SANT'ANNA NETO, 1995).

Para Presidente Prudente, mostra também um comportamento diferenciado, quando comparado às demais sub-unidades do Oeste paulista. Assim observa-se três períodos de médias móveis mais elevadas e outros três reduzidas. Entre 1950/1955, 1966/1972 e 1984/1988, com intervalos mais ou menos regulares de 16/18 anos, aconteceram as épocas mais secas. As chuvosas ocorreram entre 1957/1965, 1972/1983 e 1989/1992, portanto com intervalos de 15/17 anos.

As ondas do oeste e noroeste relacionadas com a massa tropical continental, por um lado, impedem a penetração do ar polar em muitos episódios, o que provoca diminuição das chuvas principalmente no inverno. Por este fato, percebe-

se que a concentração das chuvas na primavera/verão não é tão grande quanto na unidade anterior. Nas regiões de Presidente Prudente e Cândido Mota, mais ao sul, na primavera/verão chove cerca de 70% a 75%, enquanto 25% a 30% se precipita no outono/inverno.

A variabilidade pluvial mensal nesta unidade do território paulista é bastante elevada. De abril a setembro é comum ocorrer meses sem chuvas, notadamente entre julho e agosto. Enquanto que em dezembro e janeiro, os totais pluviométricos ultrapassam 500 mm, mais do que o dobro da média.

5. CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES

Pelo exposto na presente pesquisa, a variabilidade e a tendência associadas ao comportamento anual e sazonal são de extrema importância e básico na verificação da hipótese de mudança climática que, neste aspecto considera-se de curto prazo.

A classificação climática de MONTEIRO (1973), embora acompanhando os grandes traços do relevo paulista pode ser pormenorizada em áreas menores com características climáticas mais nítidas como efetuado por SANT'ANNA NETO (1995).

Conclui-se da aplicação da estatística das semi-médias, aplicadas aos dados de pluviometria para o período de 1941/1993, em cada unidade climática que:

1. No Litoral e Planalto Atlântico Norte, representado por Ubatuba, a tendência foi de diminuição das chuvas cujo índice foi de 0,85 e a variabilidade de 21%.
2. No Litoral e Planalto Atlântico Sul, considerando a parte central da faixa litorânea representada por Santos, a tendência foi de diminuição das chuvas cujo índice é de 0,94, com variabilidade de 21%. Na porção Sul, representada por Iguape, a tendência das chuvas foi de equilíbrio, cujo índice é de 1,00, com variabilidade de 19%. Na porção mais alta representando a bacia paulista (Guarulhos) a tendência das chuvas foi de ligeiro aumento, cujo índice reside em 1,02 e variabilidade de 21%. Na porção Sul interiorana desta unidade representada por São Miguel Arcanjo e Buri, a tendência mostrou-se com aumento das chuvas, cujos índices foram de 1,11 e 1,12 e variabilidade de 20% e 19%, respectivamente.
3. No Vale do Paraíba, considerando a parte mais alta, representada por Paraíbauna (700 m), há tendência de redução das chuvas, inclusive apre-

senta o índice mais acentuado em redução (0,75), com variabilidade de 22%. Ao passo que, na parte mais baixa (600 m) observa-se que há tendência de aumento das chuvas (1,04) apresentada em Guaratinguetá, com a menor variabilidade do espaço paulista (15%).

4. Com relação à Mantiqueira, registra-se em São João da Boa Vista, em altitude de 730 m, tendência de aumento das chuvas 1,10, com variabilidade de 19%. Entretanto, em Campos do Jordão a tendência foi de diminuição, com índice de 0,95 e variabilidade 16%.
5. Referente ao Centro Norte, em sua porção Sul, as localidades de Araras e São Carlos apresentam-se com tendência ao aumento (respectivamente 1,08 e 1,02). Na porção central, representada por Altinópolis e Pontal, observa-se que a tendência é de aumento das chuvas apresentando índices de 1,17 e 1,11, respectivamente, os coeficientes de variação foram 23% e 20%. Relacionada à porção norte, representada por Orlândia há ligeira tendência de aumento das chuvas (1,02) com variabilidade 19%.
6. Referente ao “Percée” do Tietê a tendência é de aumento das chuvas cujo índice apresentado foi de 1,11, com variação de 20%.
7. Para a “Serra de Botucatu e faixa meridiana” a tendência mostrou-se igual à unidade anterior, apresentando portanto, aumento das chuvas cujo índice foi de 1,11, porém com maior variabilidade 22%.
8. Relacionada ao “Oeste”, na sua porção sul representada por Marília, a tendência das chuvas foi de aumento das chuvas, aliás, o maior índice observado em todo o Estado de São Paulo (1,20) e com variabilidade de 22%. Na sua porção central, representada por Araçatuba observa-se que a tendência também é de aumento das chuvas, cujo índice foi de (1,10) e variabilidade menor que a anterior, apresentando 17%. Na porção norte, representada por Onda Verde, a tendência das chuvas foi de equilíbrio com ligeira tendência para aumento (1,04), cuja variabilidade apresentou-se também com 17%.
9. No “Sudoeste”, considerando a parte Norte representada por Presidente Prudente observa-se que a tendência é de aumento, apresentando índice de 1,07 e variabilidade de 17%. Na porção Sul, representada por Cândido Mota, verifica-se que, também a tendência é de aumento das chuvas, apresentando índice de 1,14 e variabilidade 20%.

Desta forma a **redução** das chuvas foi observada pela estatística das semi-médias em apenas três unidades climáticas: Litoral e Planalto Atlântico Norte (Ubatuba), Vale do Paraíba (Paraibuna) e Mantiqueira (Campos do Jordão). Em **equilíbrio**, a porção central do Litoral paulista embutidos na unidade II (Litoral e Planalto Atlântico Sul) representada pela localidade de Iguape. Em **aumento** das chuvas, todo o restante do espaço paulista.

Confirma-se também a conclusão alcançada por SANT'ANNA NETO (1995) sobre as mudanças na sazonalidade das chuvas, pois tanto o trimestre mais chuvoso, quanto o mais seco, passaram a sofrer atraso de um mês, pois de novembro ou dezembro a janeiro ou fevereiro, passou-se a dezembro ou janeiro a fevereiro ou março e de junho ou julho a agosto ou setembro.

A razão encontrada tanto para o aumento da pluviosidade, quanto para as mudanças da sazonalidade, poderão estar associada à diminuição da participação dos sistemas polares e frontais e a um aumento dos tropicais (notadamente das instabilidades do noroeste) na gênese pluvial, detectados a partir do confronto dos índices apresentados por MONTEIRO (1973), CONTI (1975) e TARIFA (1975), quando comparados com os de ZAVATINI (1983), MENARDI JÚNIOR (1992) e CHRISTOFOLETTI, A.L. (1991), apontados e citados por SANT'ANNA NETO (1995). Este afirma ainda que, "tanto a variabilidade temporal das precipitações pluviais e a alteração da sazonalidade, quanto a tendência de aumento dos totais de chuvas para o Estado de São Paulo, estejam relacionadas com os ciclos de migração do anticiclone do Atlântico Sul, que quando associados aos eventos "El Niño", provocam elevação significativa da pluviosidade no território paulista".

Conclui-se e confirma-se nesta pesquisa a afirmação de CHRISTOFOLETTI (1995) argumentado que, tanto a técnica de regressão linear como a das semi-médias aplicadas aos dados de pluviometria apresentam resultados semelhantes. Portanto, comparando os resultados alcançados na presente pesquisa com a afirmação de SANT'ANNA NETO (1995) o qual utilizou-se da reta de tendência para o estudo da pluviosidade no Estado: "Quando comparamos os valores totais anuais de chuvas e a média do período de 1971/1993 com os de segmento anterior 1941/1970, verificamos claramente o aumento da pluviosidade em praticamente todo o Estado (em torno de 10%). Também pertinente se faz na conclusão quando afirma que "a tendência de incremento da pluviosidade nas últimas décadas é a de que dos 53 anos analisados, 16 anos foram extremamente ou tendentes a chuvosos e 15 apresentaram características de pluviosidade reduzida (tendente ou extrema). Este aparente equilíbrio entretanto, se desfaz quando percebemos que de 1970 para cá, ou seja, nos últimos 24 anos, apenas 2 anos foram secos, enquanto 9 foram chuvosos e 13 normais.

TARIFA (1994) observa que "Admite-se que há mudança climática (a nível regional ou de macro-escala) quando se registra variação em um dos atributos principais do clima (temperatura, chuva) em mais de trinta anos consecutivos e denomina-se oscilação quando a anomalia ocorre em um período menor de tempo".

Desta forma, defrontando os resultados alcançados nesta pesquisa e aqueles alcançados pelos pesquisadores apontados no texto, confirma-se pela estatística das semi-médias que no período de 1941/1993, houve tendência de aumento das

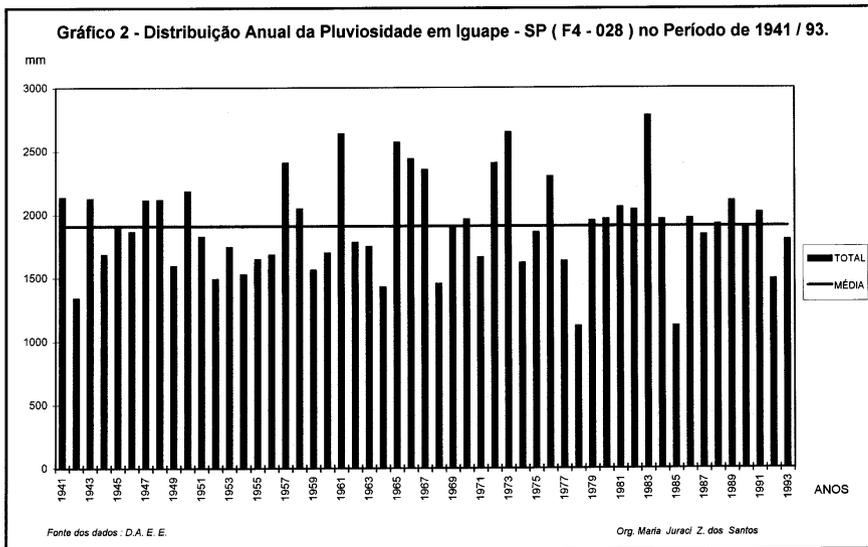
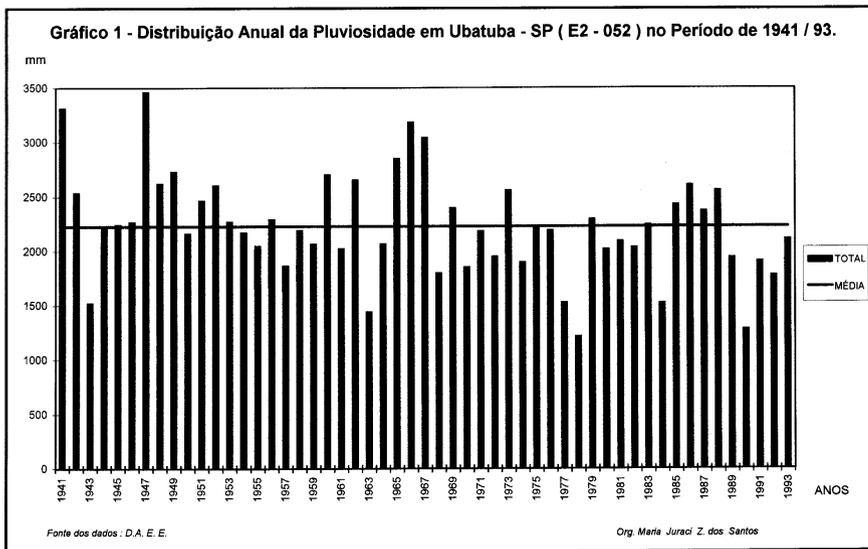
chuvas no estado de São Paulo, conseqüentemente está ocorrendo mudança climática que se acentuou nos últimos 27 anos de pluviometria analisada.

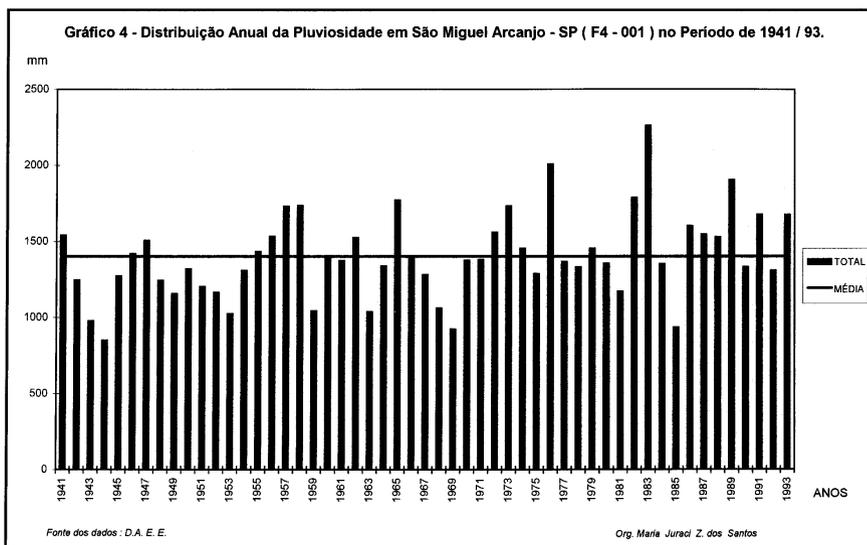
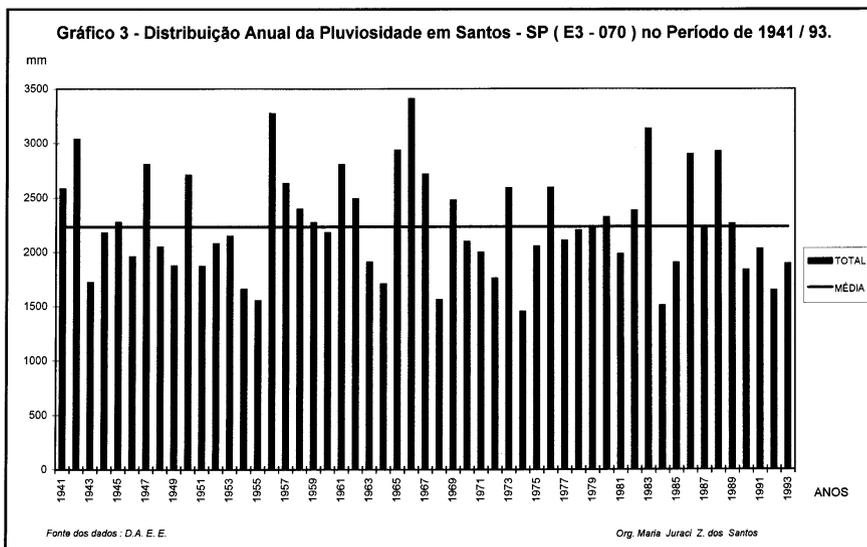
Através desta análise concorda-se com as colocações de TARIFA (1994) quando comenta sobre as dificuldades para a correta compreensão das variações dos atributos climáticos no tempo e no espaço. Estas dificuldades estão aliadas ao fato de que as séries de dados meteorológicos de superfície não são suficientemente longas, e apresentam falhas e inconsistências. E, por outro lado, quando as séries de dados são longas (100 a 140 anos) de temperatura e chuva, é muito difícil separar as oscilações climáticas naturais, daquelas decorrente dos processos antropogênicos.

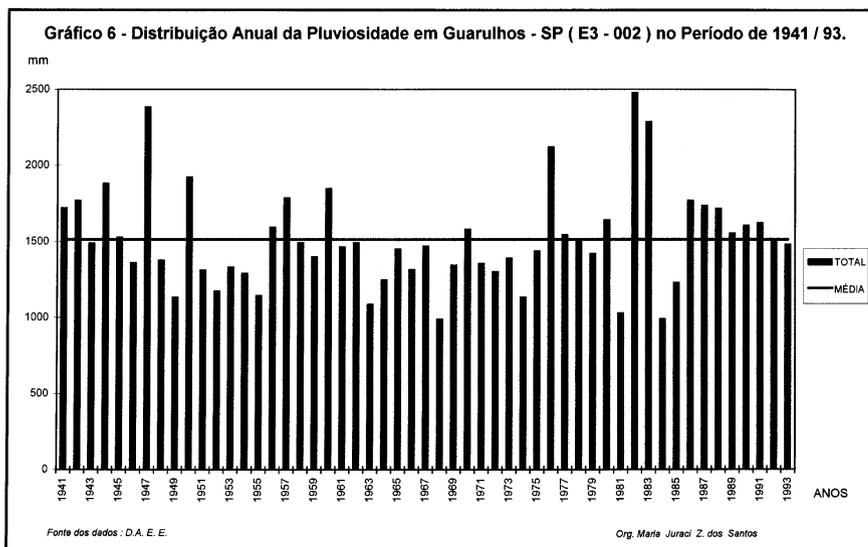
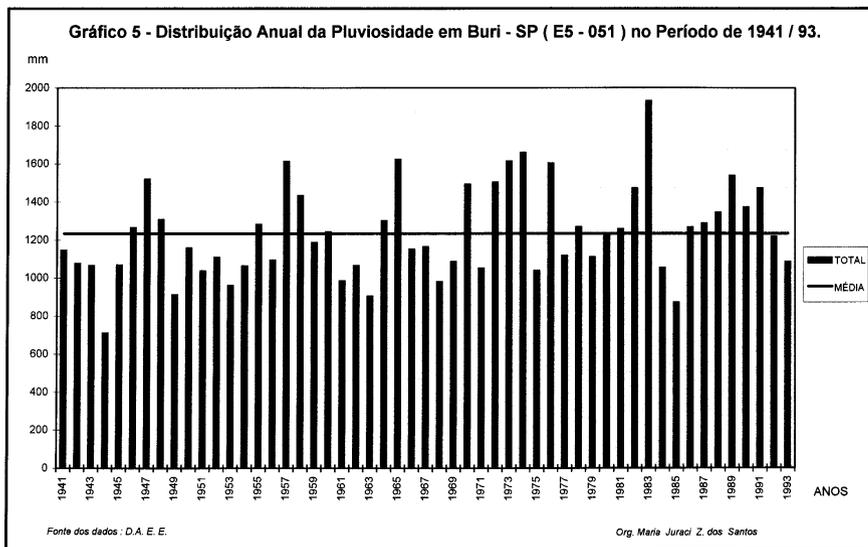
Assim sendo, esta dificuldade também foi sentida no decorrer desta pesquisa, tanto relacionada com os dados do elemento temperatura (propostos para análise do projeto inicial de pesquisa) como às relações com os processos geomorfológicos e hidrológicos atuais e à ocupação do espaço pelo homem. As atividades humanas, principalmente aquelas ligadas ao processo industrial e consumo de energia, bem como a concentração urbana tem interferido nas alterações climáticas, porém, estas questões devem ser consideradas de maneira integrada.

Concorda-se plenamente com a colocação de LOMBARDO (1994) na solução para esta problemática quando afirma que “envolve a necessidade da preparação mais eclética de meteorologistas e climatologistas com uma sólida formação interdisciplinar e por outro lado, uma preparação específica em climatologia de cientistas oriundos de campus das ciências humanas”.

Propõe-se ao final desta pesquisa que, sejam propagadas as análises em nível local e microclimática, dando assim suporte às particularidades das mudanças climáticas no Estado de São Paulo e em outras unidades estaduais e de forma mais abrangente no espaço brasileiro, contribuindo sobremaneira, para o entendimento das mudanças climáticas em nível global, servindo de subsídio às transformações ambientais e ao planejamento do desenvolvimento sustentável.







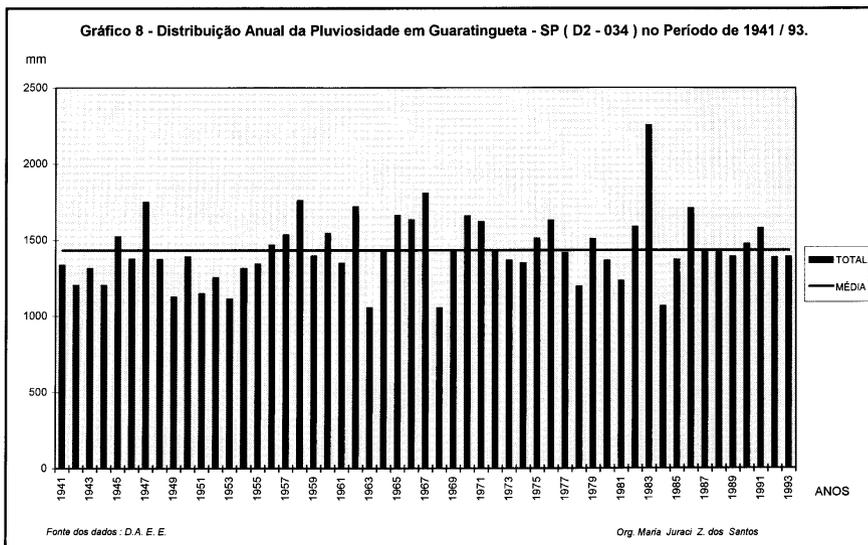
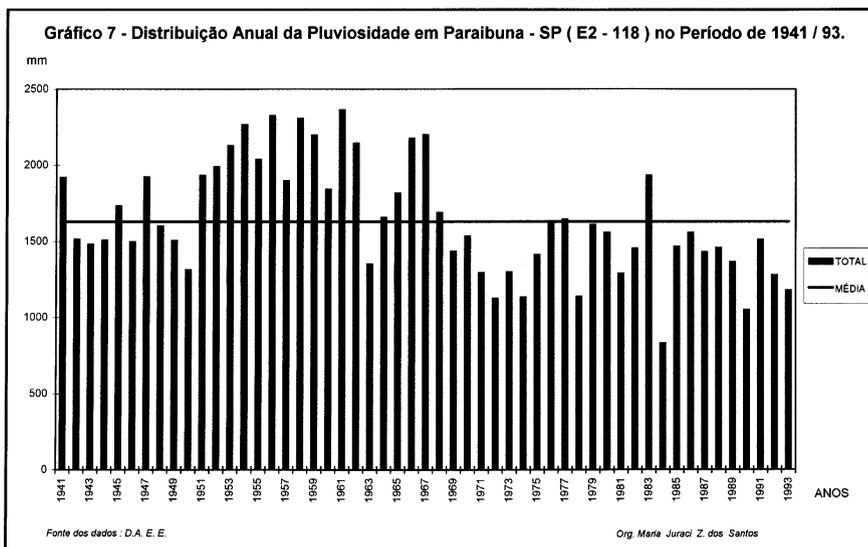


Gráfico 9- Distribuição Anual da Pluviosidade em São João da Boa Vista - SP (C3 - 034) no Período de 1941 / 93.

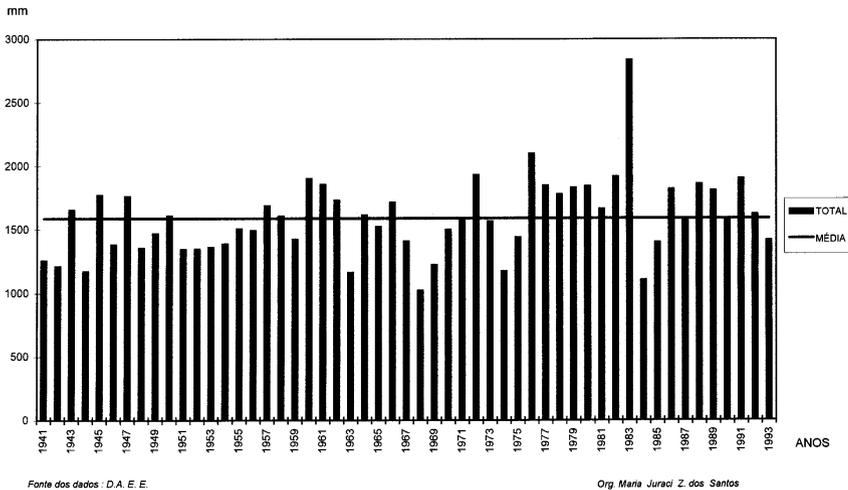
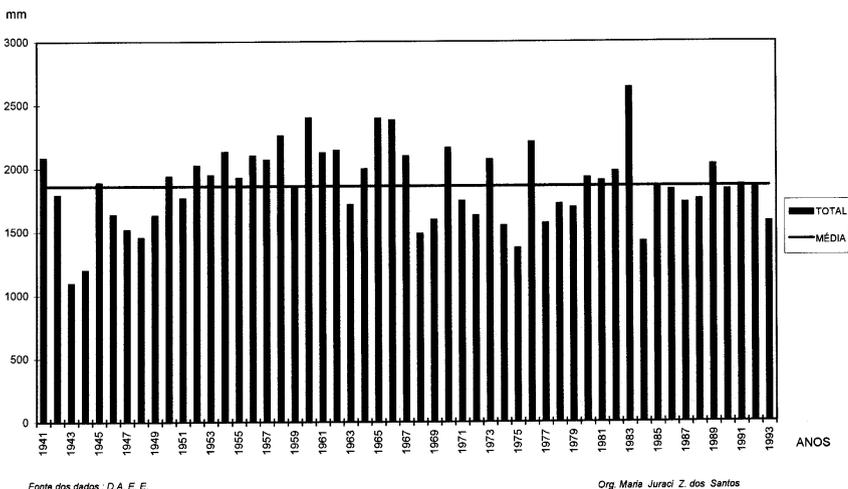
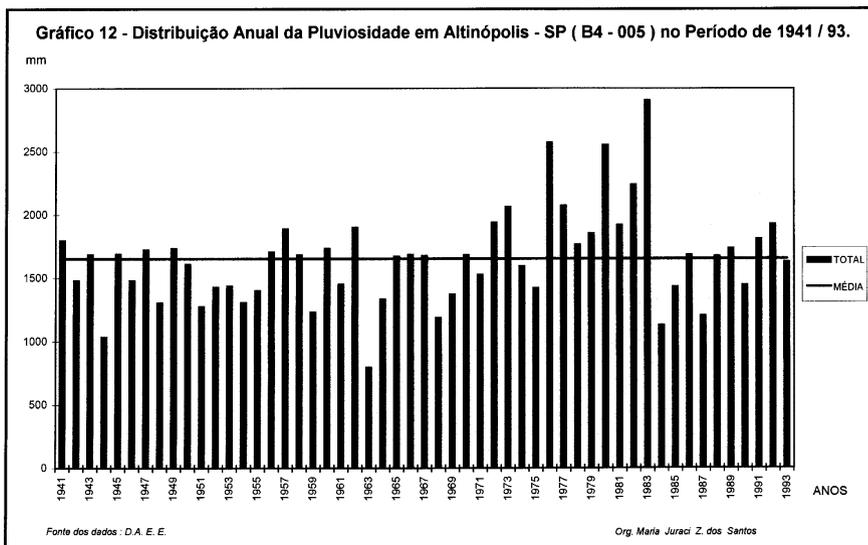
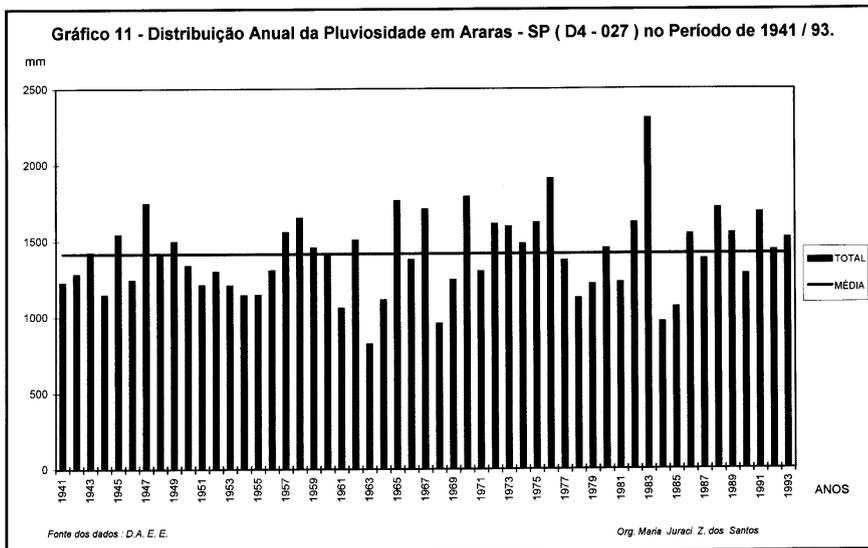
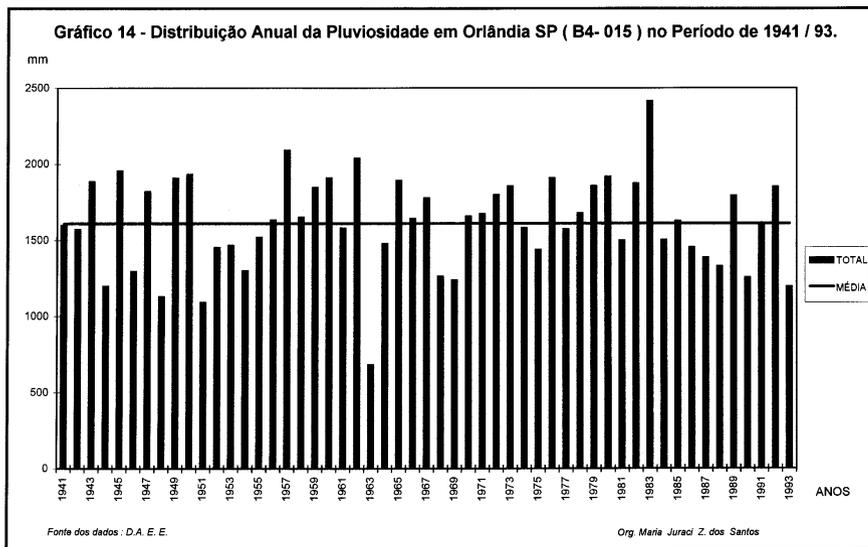
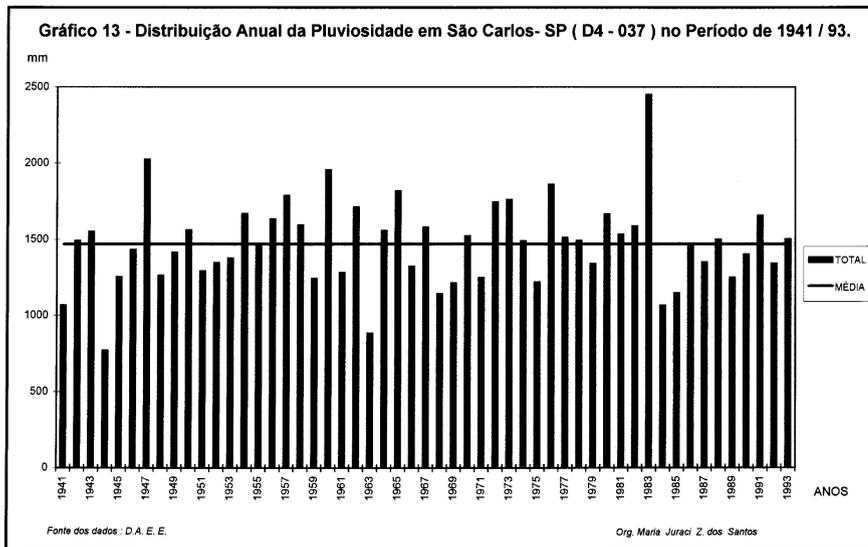
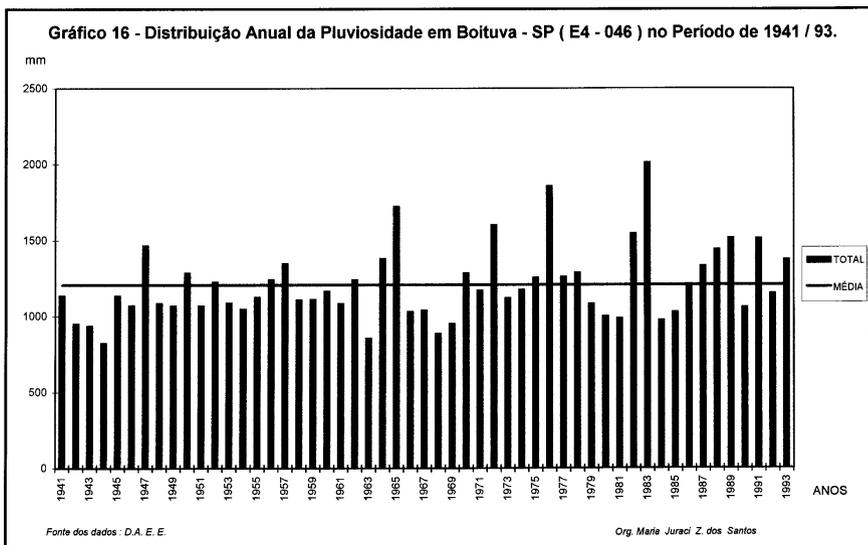
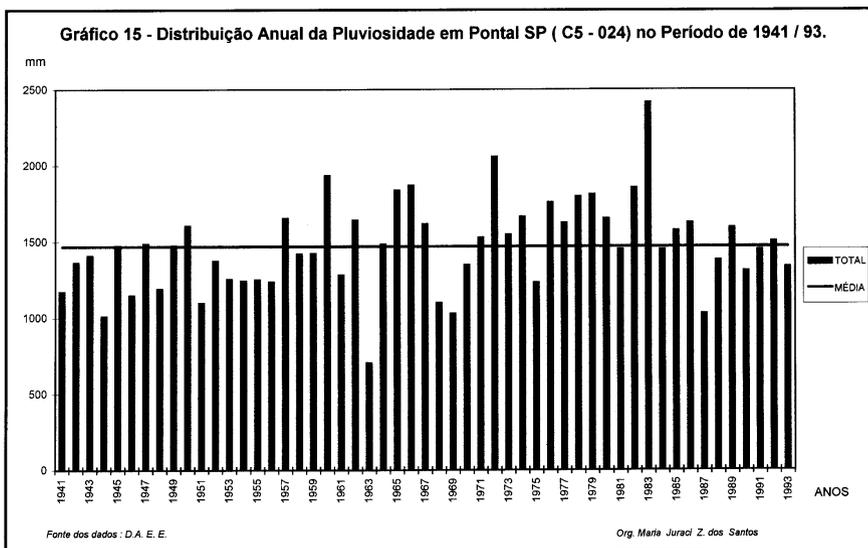


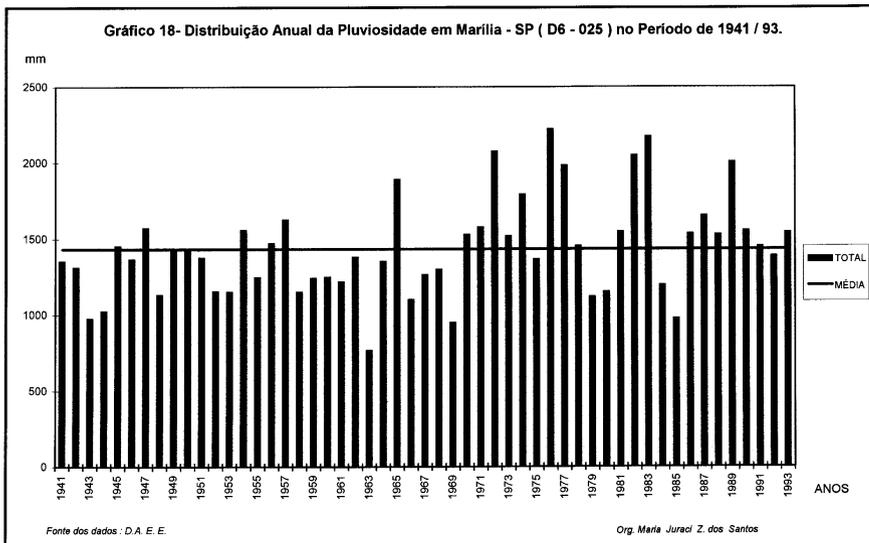
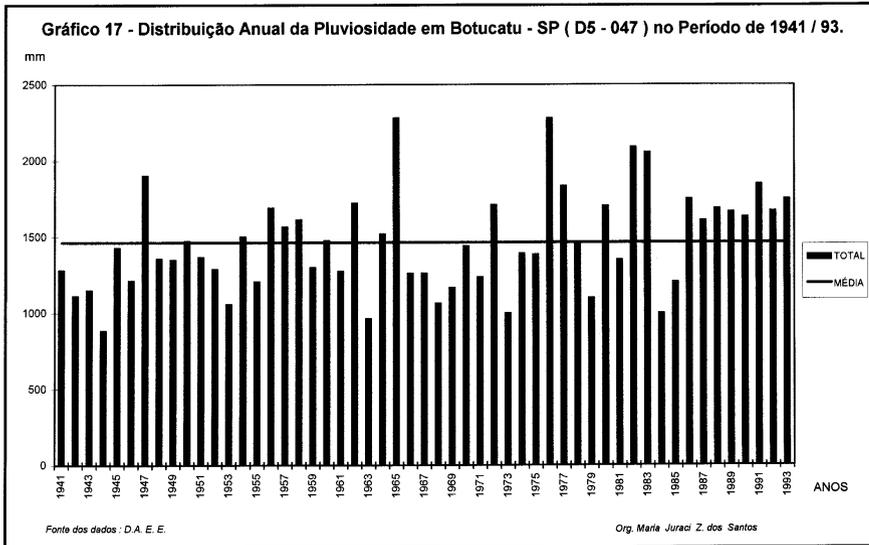
Gráfico 10 - Distribuição Anual da Pluviosidade em Campos do Jordão - SP (D2 - 001) no Período de 1941 / 93.











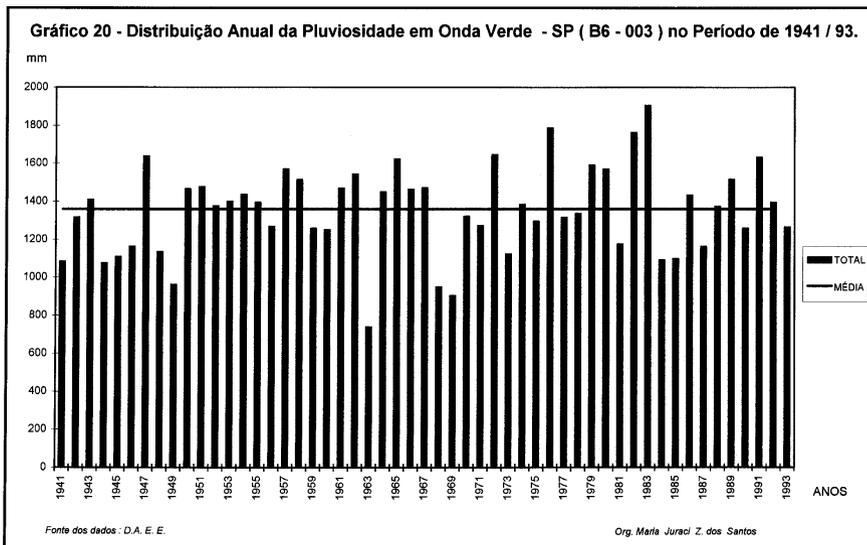
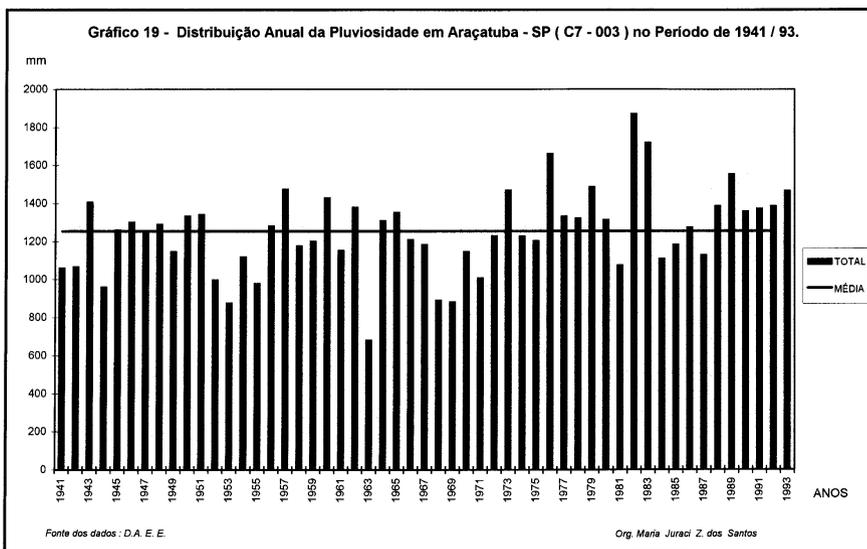


Gráfico 21- Distribuição Anual da Pluviosidade em Cândido Mota - SP (D7 - 031) no Período de 1941/93.

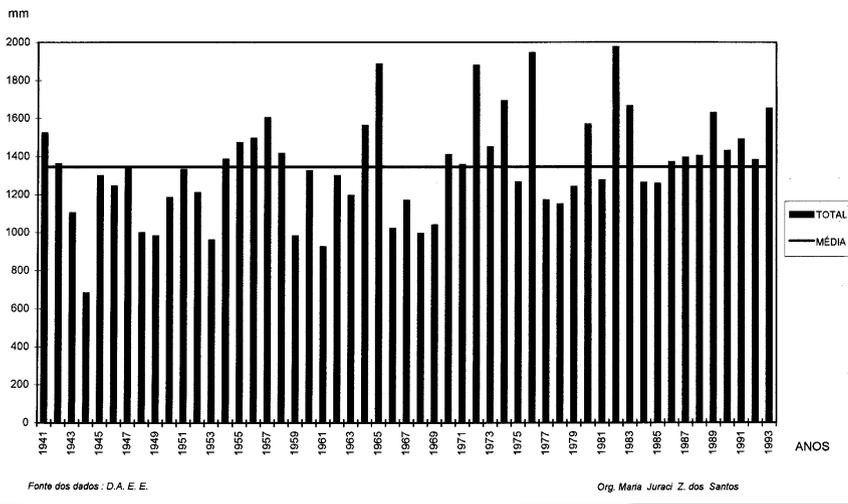
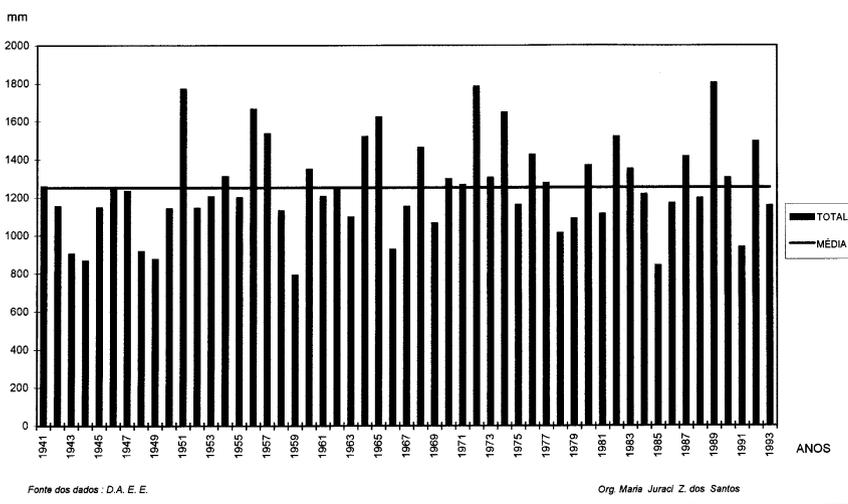


Gráfico 22- Distribuição Anual da Pluviosidade em Presidente Prudente - SP (D8 - 003) no Período de 1941 / 93.



Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A. A terra paulista. *Boletim Paulista de Geografia*: São Paulo, n° 23, p. 25-29, 1956.
- ALDAZ, L. *Caracterização parcial do regime de chuvas do Brasil*. Rio de Janeiro, DNMET/SUDENE/OMM. 1971 (Publicação Técnica n° 14).
- ALEXANDERSSON, H., HOLMGREN, B. *Climatological extremes in the mountains, physical background, geomorphological and ecological consequences*. Uppsala University, Department of Physical Geography, UNGI Rapport n° 65, 1987.
- AYOADE, J.O. *Introduction to climatology for the Tropics*. New York: John Wiley, 1983.
- AZEVEDO, D. da Costa. *Chuvas no Brasil* (regime, variabilidade e probabilidades de alturas mensais e anuais). Brasília, DNMET/MA, 1974.
- BARRÈRE, M. (coord.). *Terra, patrimônio comum: a ciência a serviço do meio ambiente e do desenvolvimento*; tradução de Estela dos Santos Abreu. São Paulo: Nobel, 1992.
- BARRIOS, N.A.Z. *A Cotonicultura na região de Presidente Prudente: o regime pluviométrico e as variações de produção*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1987, 227 p. (Dissertação de Mestrado).
- BARRIOS, N.A.Z. *O agrossistema do Extremo Oeste paulista: proposta metodológica de análise e avaliação*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1995. (Tese de Doutorado).
- BARRY, R.G., CHORLEY, R.J. *Atmosphere, weather and climate*. 5a. edição. Londres: Methuen & Co., 1987.
- BENINCASA, M. *Estudo meteorológico preliminar da região de Jaboticabal*. Jaboticabal, Faculdade de Medicina e Agronomia de Jaboticabal, 1971.
- BERGER, A. Os climas no futuro. In *Terra, patrimônio comum*: (BARRERE, M. coord.) p. 27-40. São Paulo: Nobel, 1992.
- BERGER, W.H., LABEYRIE, L.D. (org.) *Abrupt climatic change: evidence and implications*. Dordrecht: D. Reidel Publishing, 1987.
- BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. & BONO, L. Tendência temporal da precipitação pluvial anual do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8°. Porto Alegre, 1993. *Resumos* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993, p. 5.

- BERNARDES, L.R.M. *Café e geadas: levantamento espacial do fenômeno nas regiões cafeeiras dos Estados de São Paulo e Paraná no período 1870-1975*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1982, 198 p. (Dissertação de Mestrado).
- BLANCO, H.G., GODOY, H. *Cartas das chuvas do Estado de São Paulo*. Campinas, IAC/Secretaria da Agricultura, 1967.
- BRANDÃO, A.M. de P.M. *Tendências e oscilações climáticas na área metropolitana do Rio de Janeiro*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, vol. 1, 1987 (Dissertação de Mestrado).
- BRINO, W.C. *Contribuição à definição climática da bacia do Corumbataí e adjacências (SP) dando ênfase à caracterização dos tipos de tempo*. Rio Claro: Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, 1973, 119 p. (Tese de Doutorado).
- BRINO, W.C., TROPPEMAIR, H. As amplitudes térmicas no Estado de São Paulo e suas implicações na biosfera e litosfera. *Notícia Geomorfológica*. Campinas, (11:22):49-56, dez. 1971.
- BROWN, L.R. (org.) *Qualidade de Vida 1990: Salve o Planeta!* tradução de Newton Roberval Eichenberg. São Paulo: Globo, 1990.
- BROWN, L.R. (org.) *Qualidade de Vida 1992: Salve o Planeta!* tradução de Newton Roberval Eichenberg. São Paulo: Globo, 1992.
- BULL, W.B. *Geomorphic Responses to Climatic Change*. Oxford: Oxford University Press, 1991.
- CAMARA, N.S. *Os insumos climáticos no sistema de produção de trigo no Estado de São Paulo*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1977, 199 p. (Dissertação de Mestrado).
- CAMARGO, A.P. de. Mudança climática: temporal e espacial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8°. Porto Alegre, 1993. *Resumos*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia Rio Grande do Sul, 1993. p. 1.
- CAMARGO, A.P.; ALFONSI, R.R. & CAMARGO, M.B.P. Precipitações pluviais e o desmatamento no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8°. Porto Alegre, 1993. *Resumos* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993, p. 4.
- CHANGNON, S.A. et al. *Impacts of climate change on the Great Lakes Basin*. Washington: National Climate Program Office, 1989.

- CHRISTOFOLETTI, A. A aplicação da abordagem em sistema na Geografia Física. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 52 (2):21-35, 1990.
- CHRISTOFOLETTI, A. Implicações Geográficas relacionadas com as Mudanças Climáticas Globais. *Boletim de Geografia Teorética*, Rio Claro, 23 (45-46), 1993.
- CHRISTOFOLETTI, A.L.H. Implicações ambientais e econômicas relacionadas com a variabilidade e mudanças climáticas. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 3, Nova Friburgo, 1989. *Anais*. Nova Friburgo: 1989, p. 28-37.
- CHRISTOFOLETTI, A.L.H. *Estudo sobre a sazonalidade da precipitação na bacia do Piracicaba (SP)*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas das USP, 1991, 238 p. (Dissertação de Mestrado).
- CHRISTOFOLETTI, A.L.H. Procedimentos de Análise Utilizados no Estudo da Precipitação. *Geociências*, São Paulo, vol. 10, nº 2, 1992.
- CONTI, J.B. *Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na Região Lesnordeste Paulista*. São Paulo: IGEOG/USP, 1975. (Série Teses e Monografias nº 18).
- CORSON, W.H. *Manual Global de Ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente*. São Paulo: Editora Augustus, 1993.
- CRUZ, O. *A Serra do Mar e o litoral na área de Caraguatatuba: contribuição à geomorfologia tropical litorânea*. São Paulo: IGEOG/USP, 1974. (Série Teses e Monografias, 11).
- DEFFUNE, G. *Clima e uso da terra no Norte e Noroeste do Paraná - 1975/1986: subsídios ao planejamento regional*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1990, 173 p. (Dissertação de Mestrado).
- DE MARTONNE, E. Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. *Revista Brasileira de Geografia*, 5 (4):523-550, 1943 e 6 (2):155-178, 1944.
- DURY, G.H. Step-functional changes in precipitation at Sydney. *Australian Geographical Studies*, Sydney, 18 (1):62-78, 1980.
- DURY, G.H. Step-functional incidence and impact of drought in pastoral Australia. *Australian Geographical Studies*, Sydney, 21:60-91, 1983.
- ELDREDGE, E. et al. Changing rainfall patterns in Western Sudan. *Journal of Climatology*, 8:45-53, 1988.
- ERICKSON, J. *Nosso Planeta está morrendo: a extinção das espécies*; tradução José Carlos Barbosa dos Santos. São Paulo: Makron, Mc Graw-Hill, 1992, 244 p.

- FERRAZ, J. de Sampaio. Ligeiro esboço de alguns aspectos fundamentais da climatologia do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA, 9. Rio de Janeiro, 1942, v. 2. *Anais*.
- FRANÇA, A. Estudo sobre o clima da bacia de São Paulo. *Boletim da Fac. Fil. Ciências e Letras da USP*: São Paulo, nº 70, 1946.
- GOLDEMBERG, J. S.O.S. *Planeta Terra*. São Paulo; Brasiliense, 1990, 72 p.
- GOODESS, C.M.; PALUTIKOFF, J.P. e DAVIES, T.D. *The nature and causes of climate change*. Assessing the long-term future. London: Belhaven Press, 1992, 248 p.
- GORE, A. *A Terra em Balanço*; tradução Elenice Mazzilli. São Paulo: AUGUSTUS, 1993. 447 p.
- GOUDIE, A.S. *Environmental change*. Oxford: University Press, 1977.
- GRAEDEL, T.E., CRUTZEN, P.J. Una atmósfera cambiante. *Investigaciona y Ciencia*, Barcelona, nº 158, p. 22-31, novembro de 1989.
- GREGORY, S. Spatial patterns of Sahelian annual rainfall, 1961-1980. *Arch. Met. Geoph. Biokl.*, Berlim, série B, nº 31, p. 273-286, 1982.
- GREGORY, S. The climatology of drought. *Geography*, Sheffield, p. 97-104, 1986.
- GREGORY, S. *Recent Climatic Change*. Londres: Belhaven Press. 1988, 326 p.
- GREGORY, S. The changing frequency of drought in India, 1871-1985. *The Geographical Journal*, Londres, vol. 155, nº 3, p. 322-334, novembro de 1989.
- GREGORY, S., COOKE, T. Extreme rainfall deficits - a New South Wales case study. *Aust. Met. Mag.*, nº 34, p. 13-25, 1986.
- GREGORY, S., PARTHASARATHY, B. Extreme monsoonal rainfall deficits in India. *Theoretical Applied Climatology*. Wien, nº 37, p. 194-204, 1986.
- GUADARRAMA, M.C.M. Ritmo Pluvial e Produção de Arroz no Estado de São Paulo no Ano-Agrícola de 1967-1968. São Paulo: IGEOG-USP, 1971 (*Série Climatologia nº 2*)
- HASTENRATH, S. *Climate and circulation of the Tropics*. Dordrecht: D. Reidel Publishing, 1988.
- HOUGHON, J. *The global climate*. New York: Cambridge University Press, 1984, 233 p.
- HOUGHTON, J.T., JENKINS, G.L. & EPHRAUMS, J.J. (org.). *Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990, 365 p.

- HOUGHTON, J.T., JENKINS, G.L. & EPHRAUMS, J.J. (org.). *Climate Change: The IPCC Response strategies*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, 272 p.
- HOUGHTON, R.A., WOODWELL, G.M. Cambio climático global. *Investigacion y Ciencia*, Barcelona, nº 153, p. 8-17, junho de 1989.
- HUFTY, A. *Introducción a la climatología*. Barcelona: Editorial Ariel S.A., 1984. 292 p.
- HULME, M. Secular changes in weat season structure in Central Sudan. *Journal of Arid Environment*, v. 13, nº 1, p. 31-46, 1987.
- JACKSON, I.J. *Climate, water and agriculture in the Tropics*. 2a. edição, New York: John Wiley & Sons, Inc. 1989, 377 p.
- JAGER, J., FERGUSON, H.L. *Climate change: science, impacts and policy*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 578 p.
- KEMP, A. *Global Environment Issues: A Climatological Approach*. Londres: Routledge, 1990, 220 p.
- KIRCHHOFF, V.W.J.H. *Queimadas na Amazônia e Efeito Estufa*. São José dos Campos: Contexto, 1992. 118 p.
- KOSTER, E.A. Assessment of climate change impact in high-latitude regions. *Terra*, Finlândia, 103 (1):3-13, 1991.
- LACATIVA, A.Z. *Ocorrência de geadas no Estado de São Paulo*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1983. (Dissertação de Mestrado).
- LAMB, H.H. *Climate history and the modern world*. New York: Methuen, 1982, 387 p.
- LAMB, H.H. *Weather, climate and human affairs*. Londres: Routledge, 1988, 364p.
- LAMB, P.J., RANDY, A., PEPLER, R.A., HASTENRATH, S. Interannual variability in the tropical Atlantic. *Nature*, 322 (6076):238-240, julho 1986.
- LEGGETT, J. (org.). *Global Warming: The Greenpeace Report*. Oxford, Oxford University Press, 1990, 554 p.
- LEGGETT, J. (org.). *Aquecimento Global: O Relatório de Greenpeace*. Rio de Janeiro, Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1992, 516 p.
- LOMBARDO, M.A. Mudanças climáticas recentes e ação antrópica. *Revista do Departamento de Geografia, F.F.L.C.H. - USP*, nº 8, p. 29-34, 1994.

- MAEJIMA, I., TAGAMI, Y. Climatic change during historical times in Japan - reconstruction from climatic Hazard records. *Japanese Progress in Climatology*, Tokio, Parte 1, Japan Climatology Seminar, p. 126-140, 1987.
- MATTOS, J.N.B. de. *O clima de São Paulo*. Serviço Meteorológico do Estado de São Paulo, São Paulo, 1925.
- MAZUIMAVI, D. Analysis of annual rainfall in Zimbabwe for trends and periodicities, 1891-1988. *Geographical Journal of Ziambabwe*, nº 20, p. 42-52, 1989.
- MENARDI JUNIOR, A. *Dinâmica atmosférica e variações pluviiais no Sudoeste e Nordeste Paulista*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1992 (Dissertação de Mestrado).
- MITCHELL, J.M. Climatic Change. *Technical Note número 79*, Genebra, World Meteorological Organization, 1966.
- MOLION, L.C.B. Aquecimento global: uma visão crítica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8º. Porto Alegre, 1993. *Resumos* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993 a, p. 11.
- MOLION, L.C.B. Redução da camada de ozônio: fato ou farsa? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8º. Porto Alegre, 1993. *Resumos* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993 b, p. 12.
- MOLION, L.C.B. Vulcões e a variabilidade climática. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8º. Porto Alegre, 1993. *Resumos* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993 c, p. 24.
- MOLION, L.C.B. Um século e meio de aquecimento global? In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995 a, p. 486-489.
- MOLION, L.C.B. Manchas solares, vulcões e secas no Nordeste do Brasil. In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995 b, p. 490-491.
- MOLION, L.C.B. A Camada de Ozônio e sua anomalia sobre a Antártica. In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Campina Grande: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1995 c, p. 492-497.
- MONTEIRO, C.A.F. *A Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada Sul-Oriental do Brasil*. São Paulo: IGEOG/USP, 1969. (Série Teses e Monografias nº 1).

- MONTEIRO, C.A.F. Análise rítmica em climatologia. Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 21 p., 1971 (Série *Climatologia* n° 1).
- MONTEIRO, C.A.F. *A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo*. (Estudo Geográfico sob Forma de Atlas). São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1973.
- MONTEIRO, C.A.F. *O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: Problemas e Perspectivas*. São Paulo: IGEOG/USP, 1976 (Série Teses e Monografias n° 28).
- MONTEIRO, C.A.F. Fatores climáticos na organização da agricultura nos países tropicais em desenvolvimento - conjunturas sobre o caso brasileiro. São Paulo: IGEOG-USP, 1981 (*Série Climatologia* n° 10).
- MONTEIRO, C.A.F., MARKUS, E., GOMES, K.M.F. Comparação da pluviosidade nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul nos invernos de 1957 e 1963. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1971 (Série *Climatologia* n° 3).
- MORALES, R.S. La variabilidad de la lluvia y su relación con la productividad agrícola en el Estado de Veracruz. *Boletín del Instituto de Geografía*. Universidad Nacional Autónoma de México, México, vol. IV, p. 49-78, 1971.
- MORNER, N.A., KARLEN, W., org. *Climatic changes on a yearly to millennial basis*. Dordrecht: Reidel Publishing, 1984.
- MORNER, N.A. Short term paleoclimatic changes: observational data and a novel causation model. In: RAMPINO, M.R. et alii, org. *Climate: history, periodicity and predictability*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1987. p. 256-269.
- NASCIMENTO, C.M. do. *Atlas climatológico do Estado de São Paulo (1977-1988)*. Campinas: Fundação Cargill, 1988, 93 p.
- NAVARRO, E.A. *A orografia e seu papel na gênese das chuvas: estudo de área do litoral paulista*. Rio Claro: IGCE - UNESP, 1990, 185 p. (Dissertação de Mestrado).
- NICHOLSON, S.E. Long-term changes in African rainfall. *Weather*, Royal Meteorological Society 44, p.46-56, 1989.
- NIEUWOLT, S. Seasonal rainfall distribution in Tanzania and its cartographic representation. *Erdkunde*, 28 (3):186-194, 1974.
- NIMER, E. Climatologia da Região Sudeste. In: *Climatologia do Brasil*, Rio de Janeiro: SUPREN, 1979 (série 4), p. 265-314.
- NUNES, L.H. *Impacto pluvial na serra de Paranapiacaba e Baixada Santista*. São Paulo: Fac. Filos. Letras e Ciências Humanas da USP, 1990, 126 p. (Dissertação de Mestrado).

- OJO, O. Consequences of the recente climatic variations on river flow regimes in West Africa. In: FRIENDS IN HYDROLOGY, p. 251-262. Wallingford: *Int. Assoc. of Hidrological Sciences*, 1989. p. 251-262 (Publicação nº 187).
- OLIVER, J.E. *Climatology: selected applications*. Londres: Edward Arnold, 1981, 260 p.
- OSTOS, E.J. Algunos aspectos de las flutuaciones pluviométricas en México em los últimos cien anos. *Boletim del Instituto de Geografia*, v. 9, p. 39-64, 1979.
- PARKER, D.E., FOLLAND, C.K., WARD, M.N. Sea-surface temperature anomaly patterns and prediction of seasonal rainfall in the Sahel region of Africa. In: GREGORY, S., org. *Recent climatic change*. Londres: Belhaven Press, 1988, p. 166-178.
- PARRY, M. *Climate change and world agriculture*. Londres: Earthscan Publications, 1990. 155 p.
- PARRY, M., CARTER, T.R., KONIJN, N.T. (org.) *The impact of climatic variations on agriculture*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988. 2 volumes.
- RAMPINO, M.R. et al. *Climate: history, periodicity and predictability*. New York: Columbia University, 1987, 588 p.
- RODRIGUES, M.A.P. *Impactos climáticos no cultivo do café na Nova Alta Paulista (SP)*. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, 1989, 162 p. (Dissertação de Mestrado).
- SANT'ANNA NETO, J.L. Ritmo climático e regime dos geossistemas na área de Ribeirão Preto. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 35. Belém. São Paulo, 1983, p. - . *Anais*.
- SANT'ANNA NETO, J.L. *Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista*. São Paulo: Fac. Fil. Letras e Ciências Humanas da USP, 1990, 156 p. (Dissertação de Mestrado).
- SANT'ANNA NETO, J.L. *As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da Análise Geográfica*. São Paulo, F.F.L.C.H. - USP, 1995, 200 p. + Anexos (1 e 2) (Tese de Doutorado).
- SANTOS, A.R.A.; PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A. Análise da tendência da chuva e das temperaturas extremas na região de Belém - PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8°. Porto Alegre, 1993. *Resumos*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia Rio Grande do Sul, 1993. p. 2.

- SANTOS, E.O. Características climáticas da Baixada Santista. In: A BAIXADA SANTISTA - Aspectos Geográficos. São Paulo: EDUSP, 1965, v. 1.
- SANTOS, M.J.Z. dos. *A importância da variação do regime pluviométrico para a produção canavieira na região de Piracicaba (SP)*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1975, 115 p. e Instituto de Geografia da USP (1979). (Dissertação de Mestrado).
- SANTOS, M.J.Z. dos. *Influências climáticas associadas às pedológicas e econômicas na produção de cana-de-açúcar nos núcleos canavieiros do Estado de São Paulo*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1981, 411 p. (Tese de Doutorado).
- SANTOS, M.J.Z. dos. Análise da variabilidade das precipitações em Rio Claro (SP) pelo método estatístico. *Revista de Geografia*, 5-6:19-53, 1986-87.
- SANTOS, M.J.Z. dos. *Variabilidade e tendência da chuva e sua relação com a produção agrícola na região de Ribeirão Preto (SP)*. Rio Claro, IGCE - UNESP, 1992, 389 p. (Tese de Livre-Docência).
- SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DOS SERVIÇOS E OBRAS PÚBLICAS. *Atlas pluviométrico do Estado de São Paulo*. São Paulo, Depto de Águas e Energia Elétrica, 1972.
- SÃO PAULO (Estado). SECRETARIA DE OBRAS DO MEIO AMBIENTE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Estudo das águas subterrâneas (Região Administrativa 6 - Ribeirão Preto). São Paulo, 1975.
- SCHNEIDER, S.H. Modelos climáticos. *Investigacion y Ciencia*, Barcelona, (130):40-51, julho de 1987.
- SCHNEIDER, S.H. Um clima cambiante. *Investigacion y Ciencia*. Barcelona, (158):32-41, novembro de 1989.
- SCHROEDER, R. Distribuição e curso anual das precipitações no Estado de São Paulo. *Bragantia*: Campinas, 15 (18):193-249, 1956.
- SENTELHAS, P.C.; CAMARGO, A.P. & CAMARGO, M.B.P. Extrato do balanço hídrico anual sequencial para Campinas - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 8°. Porto Alegre, 1993. *Resumos* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. p. 16.
- SERRA, A. *Meteorologia do Nordeste Brasileiro*. Rio de Janeiro: IBGE-CNG, 1945 (a), 120 p. (Tese preparada para a IV Assembléia Geral do Instituto Pan Americano de Geografia e História).
- SERRA, A. Ondas de Frio na Bacia Amazônica. Serviço de Meteorologia. Ministério da Agricultura, 1941. Transcrito in *Boletim Geográfico*, 26 (3):172-206, 1945 (b).

- SERRA, A. Previsão do Tempo. *Boletim Geográfico*. Rio de Janeiro: 6 (68):827-904, 1948.
- SERRA, A. Circulação superior. *Revista Brasileira de Geografia*, 15 (4):517-596, 1953 e 16 (1):3-75, 1959.
- SERRA, A. *Chuvas de verão no Brasil (janeiro)*. Rio de Janeiro. Serviço de Meteorologia, 75 fls, 1960. (mimeografado).
- SERRA, A. O princípio da simetria. (Circulação Secundária no Hemisfério Sul). *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 16 (1):3-75. 1962.
- SERRA, A. Anos secos e chuvosos no Rio Grande do Sul. *Boletim Geográfico*, 28 (212):37-74, 1969.
- SERRA, A. Circulação no hemisfério sul. II. Verão, Rio de Janeiro, Escritório de Meteorologia, 1971, 54 p.
- SERRA, A., Ratisbonna, L. *Massas de ar na América do Sul*. Rio de Janeiro, Serviço de Meteorologia do Ministério de Agricultura, 1942, 59 p.
- SETZER, J. Contribuição para o estudo do clima do Estado de São Paulo. São Paulo: *Boletim DER*, v. 9 e 11, 1945.
- SETZER, J. A distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geografia*: Rio de Janeiro, 8(1):3-70, 1946.
- SEZERINO, M.L. *As condições climáticas e o cultivo da maçã em São Joaquim - Santa Catarina*. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP, 1982, 138 p. (Dissertação de Mestrado).
- SILVEIRA, J.D. da. Baixadas litorâneas quentes e úmidas. *Boletim da Fac. Fil. Ciências e Letras da USP: GEOGRAFIA* 8, São Paulo, 152, 1952.
- SIMON, C. & DE FRIES, R.S. *Uma Terra, Um Futuro*; tradução de Maria Claudia S.R.R. São Paulo: Makron Books, 1992, 189 p. SANTOS (1975).
- SOLOMON, S.I., BERAN, N.M., HOGG, W. (org.) The influence of climate change and climatic variability on the hidrologic regime and water resources. Wallingford: International Association Hydrological Sciences, 1987 (Publication nº 168).
- SOUZA, C.F. de. *Ritmo climático e irregularidades pluviométricas no Estado do Rio Grande do Norte* (com repercussões nas atividades econômicas do sal marinho, algodão arbóreo e cana-de-açúcar). São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1985, 140 p. (Dissertação de Mestrado).

- SUGIHARA, Y. Variability in climatic productivity of Paddy rice in Japan. *Japanese Progress in Climatology*. Tokio, Part I, 1986/87. Japan Climatology Seminar, p. 141-178, dezembro de 1987.
- SUMNER, G. *Precipitation: process and analysis*. Chichester: John Wiley & Sons, 1988.
- SUPPIAH, R. Trends and periodicities in the seasonal rainfall fluctuations of Sri Lanka. *The Indian Geographical Journal*, Madras, vol. 61, nº 2, p. 1-14, dezembro de 1986.
- TARIFA, J.R. *Sucessão de tipos de tempo e variação do balanço hídrico no Extremo Oeste Paulista*. São Paulo: IGEOG-USP, 1973. (Série Teses e Monografias nº 8).
- TARIFA, J.R. *Fluxos polares e as chuvas de primavera-verão no Estado de São Paulo (Uma Análise Quantitativa do Processo Genético)*. São Paulo: IGEOG/USP, 1975. (Série Teses e Monografias nº 19).
- TARIFA, J.R. et al. A gênese dos episódios meteorológicos de julho de 1975 e a variação espacial de danos causados pelas geadas à cafeicultura no Estado de São Paulo. *Ciência e Cultura*. São Paulo, 29 (12):1362-1374, 1977.
- TARIFA, J.R. Alterações climáticas resultantes da ocupação agrícola no Brasil. *Revista do Departamento de Geografia, F.F.L.C.H. - USP, São Paulo*, nº 8, p. 15-28, 1994.
- TETILA, J.L.C. *Ritmo pluviométrico e o cultivo da soja: uma análise geográfica aplicada ao sul de Mato Grosso do Sul*. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 1983, 161 p. (Dissertação de Mestrado).
- TRILSBACH, A., HULME, M. Recent rainfall changes in Central Sudan and their physical and human implications. *Transaction Institue of British. Geographers*, 9 (3):280-298, 1984.
- UNE, M.Y. Fatores climáticos influenciando a agricultura em Campo Grande (MT). *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 41(1 e 2):3-31, 1979.
- VILELA, R.J. Variações climáticas anuais e produção agrícola. São Paulo: IGEOG-USP, 1973. (Série Cadernos de Ciência da Terra nº 34).
- WASHINGTON, W.M., PARKINSON, C.L. *An introduction to three-dimensional climate modeling*. Mill Valley, University Science Books, 1986, 422 p.
- WHITE, R.M. El gran debate sobre o clima. *Investigacion y Ciencia*, Barcelona, nº 168, p. 4-12, setembro de 1990.
- ZAVATINI, J.A. *Variações do ritmo pluvial no Oeste de São Paulo e no Norte do Paraná: eixo Araçatuba - Presidente Prudente - Londrina*. São Paulo: FFLCH-USP, 1983. (Dissertação de Mestrado).