

O USO DA ANÁLISE EPISÓDICA NA CARACTERIZAÇÃO DE ASPECTOS TOPOCLIMÁTICOS DA SERRA DE ITAQUERI – SP *

Antonio Carlos Tavares**

Neiva Aparecida Reynaldo***

Maria Cristina Bueno de C. Donatto***

Margaret Pereira da Cruz***

RESUMO

O trabalho procurou verificar, através de análises episódicas, em que medida a configuração topográfica e os diferentes tipos de ocupação do solo propiciam a existência de compartimentações climáticas peculiares. Nesta tarefa, além de dados coletados no campo, valeu-se da elaboração de cartas de energia incidente à superfície para a área da Serra de Itaqueri-SP, tomada como exemplo de estudo. Foram analisados quatro episódios, caracterizando diferentes tipos de tempo, o que permitiu conclusões tanto com respeito às técnicas utilizadas, quanto às feições climáticas encontradas no local.

PALAVRAS-CHAVE: Topoclíma, análise episódica, clima do Estado de São Paulo.

THE USE OF THE EPISODIC ANALYSIS IN THE CHARACTERIZATION OF TOPOCLIMATIC ASPECTS OF SERRA DE ITAQUERI-SP *

ABSTRACT

The present work tried to check, through the episodic analysis, to what extent the topographic configuration and the different types of occupation of soil make it possible the existence of peculiar climatic divisions. Besides the data collected in the country, it was used plans of incident energy to the surface of the area of serra de Itaqueri – S.P., taken as a sample of study. Four episodes were analysed, featuring different kinds of weather and this led to conclusions about the techniques employed as well as the climatic features found in the area.

KEY-WORDS: Topoclimate, episodic analysis, climate of São Paulo State.

INTRODUÇÃO AO PROBLEMA E OBJETIVOS DO TRABALHO

Os climatólogos têm reconhecido a influência que os fatores topográficos exercem nas correntes circulatórias, propiciando feições climáticas específicas e correspondentes às compartimentações do relevo. Este fato tem sido destacado no mecanismo da gênese das chuvas, principalmente onde a orografia aparece com substancial amplitude altimétrica, e nas temperaturas, em razão das mudanças de altitude e de modificações no balanço energético.

* Pesquisa desenvolvida no Depto. de Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP

** Professor do Depto. de Geografia do IGCE-UNESP

*** Colaboradoras, formandas do curso de Geografia do IGCE-UNESP

Com respeito às chuvas, durante a ascendência do ar, a barlavento das barreiras topográficas, há um resfriamento adiabático que se traduz pelo aumento da umidade relativa, pela condensação do vapor, pelo acréscimo da nebulosidade e por precipitações mais abundantes. É o que ocorre, por exemplo, nas escarpas da Serra do Mar voltadas para o Atlântico, onde, nas cotas mais elevadas, a precipitação supera em muito (até 1000 mm) os valores registrados no sopé e nas planícies litorâneas, sem falar ainda em constância maior de nevoeiros. Tal efeito é também particularmente importante nas vertentes das chapadas nordestinas voltadas para o oceano, onde propicia o aparecimento dos chamados "brejos", áreas sensivelmente mais úmidas encravadas na semi-aridez do sertão. Nas vertentes a sotavento produz-se a descida do ar e o conseqüente aquecimento adiabático que reduz a sua umidade relativa, distanciando-a do ponto de orvalho. Dissipam-se as nuvens e diminuem as precipitações. É o chamado "efeito de foehn", que se produz nas vertentes das chapadas nordestinas voltadas para o interior.

A ação da topografia reflete-se também na temperatura. O gradiente térmico normal aponta que, para cada 100 m que nos elevamos na troposfera, há uma tendência para que a temperatura decresça 0,6°C. A configuração do relevo, com declividades diversas e com vertentes expostas aos diferentes pontos cardeais, interfere na radiação solar recebida pela superfície. Áreas com orientação norte ou sul, dependendo da inclinação do terreno, comportam-se como se fossem superfícies horizontais, mas situadas em latitude diferente (interferência da inclinação do terreno). Superfícies que possuem orientação leste ou oeste terão menores durações diárias da insolação, em virtude do atraso do nascer do sol (terrenos oeste) ou do adiantamento do por do sol (terrenos leste); porém, a radiação solar global será a mesma para ambas orientações com a mesma inclinação.

A atuação do homem, modificando a paisagem natural, substituindo florestas por pastagens e campos cultivados, coloca por sobre a configuração topográfica uma malha extremamente diversificada de uso do solo, que, interagindo com o relevo, cria enorme diversidade de quadros climaticamente peculiares. A mata possui um albedo relativamente pequeno, mas a energia absorvida por ela é em grande parte utilizada no processo de fotossíntese e não age no aquecimento do ar. Por outro lado, as copas das árvores proporcionam um efeito de estufa, impedindo tanto o resfriamento quanto o aquecimento acentuado do solo, e, por conseqüente, do ar na sua proximidade. Já as pastagens e os campos arados, embora dotados de albedo mais elevado, permitem a ação direta da radiação sobre o solo, permitindo, com isso, amplitudes térmicas também mais elevadas.

O objetivo deste trabalho foi verificar, através de análises episódicas fundamentadas em atividades de campo e gabinete, em que medida a configuração topográfica, aliada aos diferentes tipos de ocupação do solo, propicia a gênese de divergentes feições climáticas, com a criação de ambientes atmosféricos peculiares, à medida que interfere nos tipos de tempo oriundos das correntes atmosféricas regionais.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

No Estado de São Paulo a disposição das camadas sedimentares homoclinais, entremeadas com derrames basálticos, que compõem a bacia sedimentar do

Paraná, permitiu, pela ocorrência de erosão diferencial, o aparecimento de um relevo de cuestras, cuja escarpa está disposta, grosseiramente, de sudoeste para nordeste. Em alguns trechos, dependendo da espessura do pacote de lavas e de influências tectônicas, essa configuração topográfica aparece extremamente festonada pela drenagem, principalmente anaclinal, com surgimento de esporões, furnas e morros testemunhos em grande número. Um dos esporões mais salientes, que se articula com a cuesta, na altura da Serra de São Pedro, nas proximidades da cidade de mesmo nome, recebe a designação de Serra de Itaqueri. Ela possui uma orientação leste — oeste e cria uma característica que lhe é peculiar, pois possui escarpas voltadas para o sul, para leste e para o norte. A área escolhida para estudo compreende a extremidade oriental desta serra e está localizada aproximadamente entre as latitudes de 22°25' e 22°28' sul e as longitudes de 47°46' e 47°48' oeste, abrangendo cerca de 22,5 Km² (Figs. 1 e 2). A opção decorreu do fato de que tanto o relevo quanto a ocupação do solo vieram atender às premissas do estudo proposto e pela razão de haver, localmente, rodovia que permitisse atravessar a área no sentido norte — sul, facilitando a realização de trabalhos de campo.

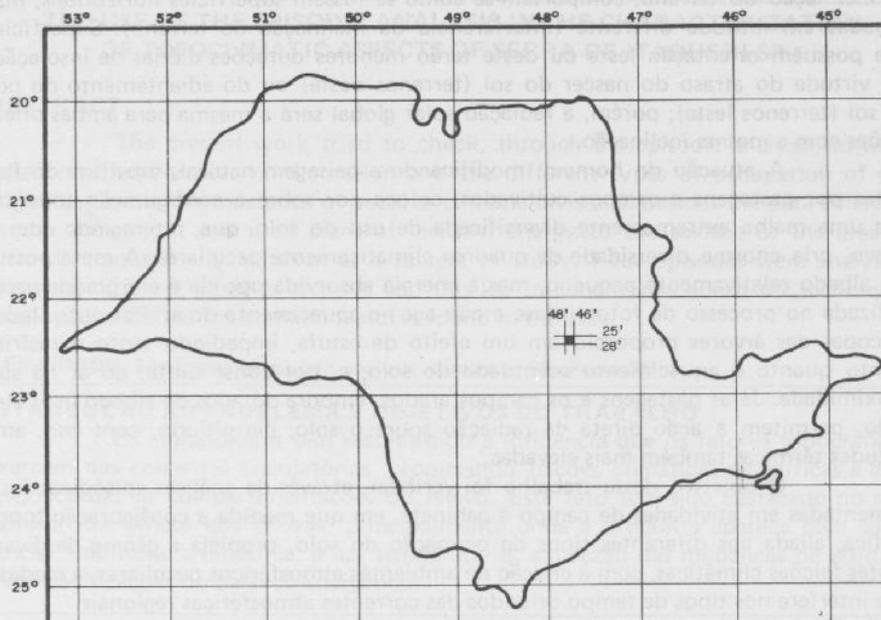
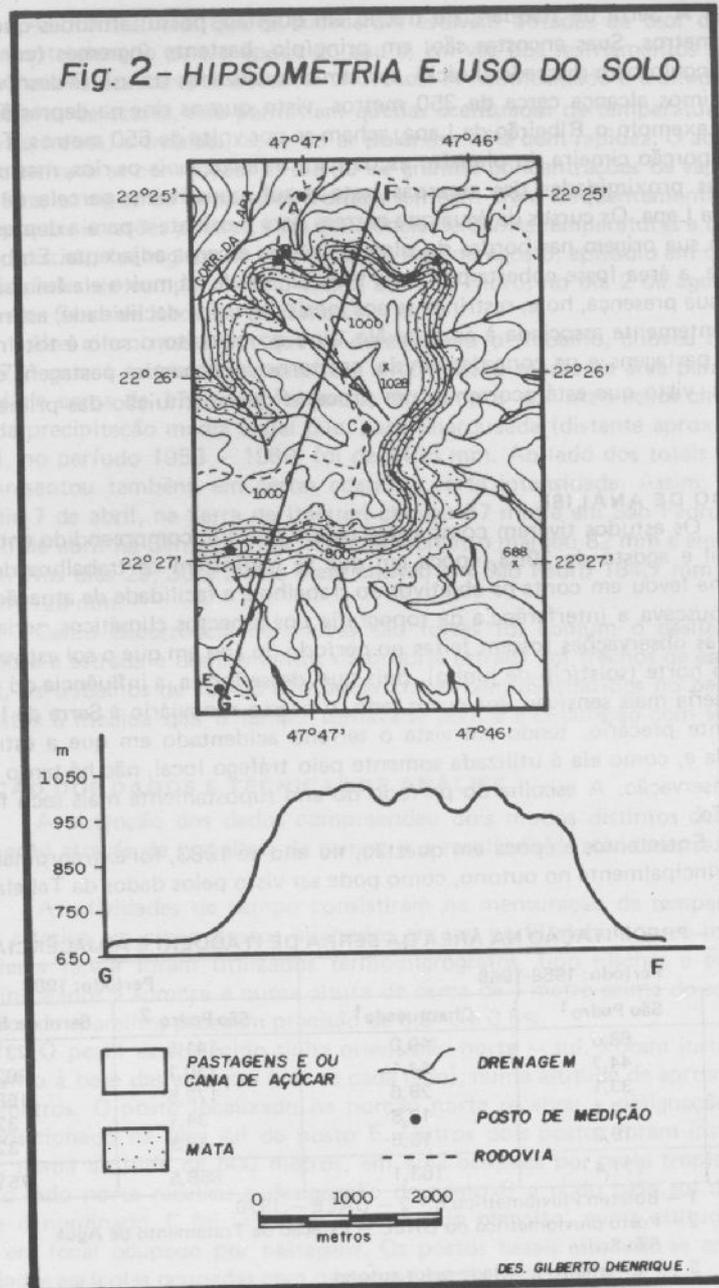


Fig. 1 - Localização da serra de Itaqueri no Estado de S. Paulo

Fig. 2- HIPSOMETRIA E USO DO SOLO



A Serra de Itaqueri, no trecho em questão, possui altitudes que superam os 1000 metros. Suas encostas são, em princípio, bastante íngremes (cornija), mas após um ângulo bem marcado (knick), tornam-se suavizadas (talus). O desnível para os vales próximos alcança cerca de 350 metros, visto que os rios na depressão vizinha, como por exemplo o Ribeirão da Lapa, acham-se por volta de 650 metros. Toda a drenagem da porção cimeira do planalto escoar para o norte, pois os rios, mesmo quando nascem nas proximidades das escarpas leste e sul, constituem parcela da bacia do Ribeirão da Lapa. Os cursos de água que correm para o oriente e para a depressão meridional têm sua origem nas bordas do planalto ou na escarpa adjacente. Embora, originariamente, a área fosse coberta por mata tropical, desde há muito ela foi abatida pelo homem e sua presença, hoje, restringe-se aos locais de maior declividade; assim, ela está predominantemente associada à cornija. No topo do planalto o solo é totalmente coberto por pastagens e na zona deprimida, em torno, alternam-se pastagens e culturas canavieiras, visto que está ocorrendo um processo de substituição das primeiras pelas segundas.

O PERÍODO DE ANÁLISE

Os estudos tiveram como referência o período compreendido entre os meses de abril e agosto de 1983, época em que se realizaram os trabalhos de campo. Esta escolha levou em conta os objetivos do trabalho e a facilidade de atuação na área. Como se buscava a interferência da topografia nos aspectos climáticos, seria de bom senso que as observações fossem feitas no período do ano em que o sol estivesse situado mais ao norte (solstício de junho), pois que, dessa forma, a influência do relevo na insolação seria mais sensível. Por outro lado, o acesso rodoviário à Serra de Itaqueri é relativamente precário, tendo em vista o terreno acidentado em que a estrada está estabelecida e, como ela é utilizada somente pelo tráfego local, não há tanto interesse na sua conservação. A escolha do período do ano supostamente mais seco facilitaria a locomoção.

Entretanto, a época em questão, no ano de 1983, foi extraordinariamente chuvosa, principalmente no outono, como pode ser visto pelos dados da Tabela 1.

TABELA 1 – PRECIPITAÇÃO NA ÁREA DA SERRA DE ITAQUERI E ADJACÊNCIAS (mm)

Meses	Período: 1958-1968		Período: 1983	
	São Pedro ¹	Charqueada ¹	São Pedro ²	Serra de Itaqueri ³
Abril	68,0	49,0	141,5	231,0
Maio	44,7	54,1	330,1	262,0
Junho	33,1	28,6	172,5	158,0
Julho	12,4	12,8	34,1	32,0
Agosto	19,2	18,6	10,3	32,0
TOTAIS	177,4	163,1	688,5	751,0

FONTES: 1 – Boletim Pluviométrico n.º 2 – DAEE – 1970

2 – Posto pluviométrico do DAEE – Estação de Tratamento de Água São Pedro

3 – Pluviômetro instalado pelos autores

As frentes frias que se sucederam estavam dotadas de teor de umidade particularmente elevado para a época do ano e, em vez dos resfriamentos freqüentes, eram responsáveis por tempos bastante chuvosos. A nebulosidade e a umidade, propiciando o efeito de estufa, não permitiam quedas acentuadas de temperatura e, após a passagem da frente, a tropicalização do ar polar era feita com rapidez. O aquecimento rápido incentivava as convecções e, diante de grandes concentrações de vapor de água na atmosfera, os tipos de tempo pré-frontais também eram freqüentemente chuvosos. Uma das poucas invasões polares, com ocorrência de baixas temperaturas e de umidade absoluta reduzida, foi registrada no início do mês de agosto, episódio em que se realizaram atividades de campo. Mesmo assim, em São Pedro, no dia 2 de agosto choveu 10,2 mm e na Serra de Itaqueri, 32,0 mm.

Nos cinco meses em que se desenvolveu o trabalho, choveu na Serra de Itaqueri 751 mm (tabela 1), enquanto a precipitação média na área para o mesmo período é de cerca de 170 mm. Portanto, em tempos dos mais secos choveu perto de 50% da precipitação média anual que, para Charqueada (distante aproximadamente 5 Km), no período 1958 - 1968, foi de 1435 mm. Ao lado dos totais elevados, a chuva apresentou também, em certas ocasiões, forte intensidade. Assim, por exemplo, no dia 7 de abril, na Serra de Itaqueri choveu 67 mm e em São Pedro 48,3 mm. No dia 25 de abril na Serra de Itaqueri o pluviômetro marcou 82 mm e em São Pedro 55,2 mm. Nos dias 29, 30 e 31 de maio choveu em São Pedro 184,7 mm e na Serra de Itaqueri 129 mm.

Como decorrência de chuvas tão fortes foi comum o deslizamento de blocos sobre a estrada e deslizamentos da própria estrada em trechos da escarpa. Dessa forma, os trabalhos de campo não puderam ser bem distribuídos no período, mas foram feitos à medida que o tempo tornava-se bom e a circulação com veículos era possível.

OBTENÇÃO DOS DADOS E TÉCNICAS DE ANÁLISE

A obtenção dos dados compreendeu dois modos distintos de atuação: o levantamento através de trabalhos de campo e o resultado de atividades realizadas em gabinete.

As atividades de campo consistiram na mensuração da temperatura e da umidade relativa em cinco postos alinhados em um perfil elaborado ao longo da rodovia. Nesta tarefa foram utilizados termo-higrógrafos, tipo Fischer e termo-higrômetros, instalados à sombra e numa altura de cerca de 1 metro acima do solo. Ambos os modelos de aparelhos possuem precisão de 0,5°C e 0,5%.

O perfil estabelecido tinha orientação norte - sul. Foram instalados dois postos junto à base das escarpas (um de cada lado), numa altitude de aproximadamente 670 metros. O posto localizado na porção norte recebeu a designação de posto A e o posicionado na face sul de posto E. Outros dois postos foram instalados nas escarpas, numa altitude de 800 metros, em área ocupada por mata tropical. O localizado do lado norte recebeu a designação de posto B e o do lado sul de posto D. O posto denominado C foi instalado no topo do planalto, numa altitude de 1000 metros, em local ocupado por pastagens. Os postos basais situavam-se em sedes de propriedades agrícolas ocupadas com pastagens e cana de açúcar (Fig. 1).

Os trabalhos de campo foram realizados nos dias 20 do mês de abril, 4 de maio e 3 e 17 de agosto de 1983, abrangendo os períodos matutino e vespertino.

Foram coletados também dados de precipitação entre 19 de março e 15 de setembro, através da instalação de um pluviômetro no posto A. A instalação de pluviômetros em outros postos não foi possível, diante da falta de pessoas residentes na área e que se dispusessem a fazer a leitura diária. A fim de que os dados pudessem ser comparados com os coletados pelo DAEE, as leituras foram feitas às 7 horas de cada dia; contudo, o pluviômetro permitia precisão de 1 mm somente.

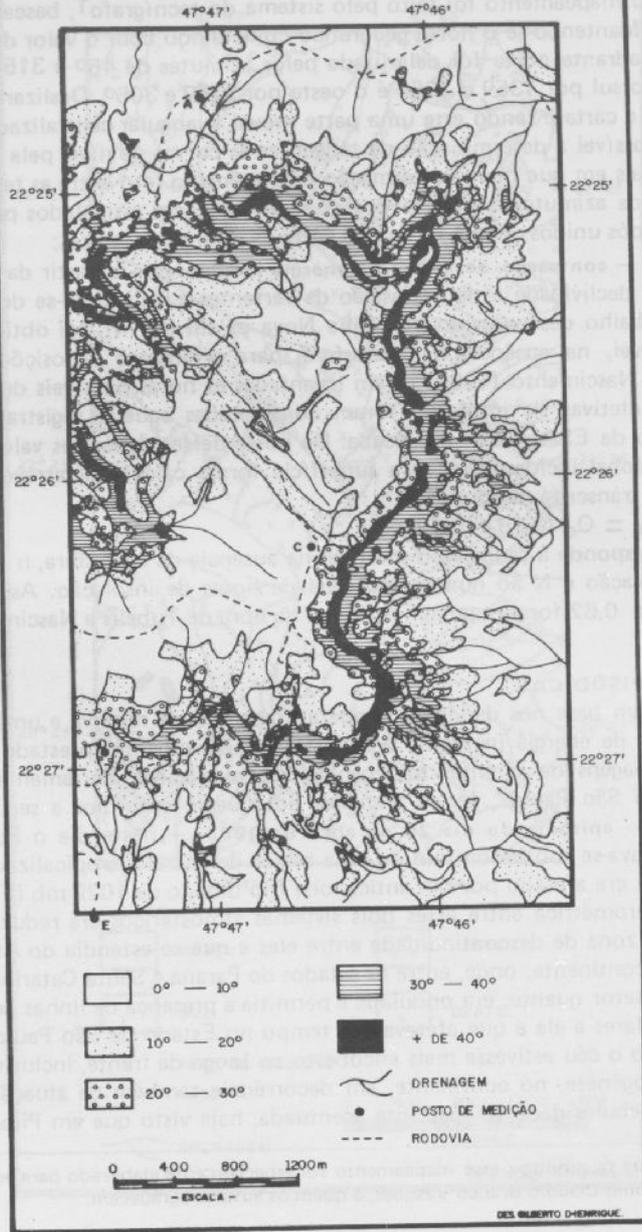
A primeira tarefa de gabinete consistiu no cálculo da umidade absoluta, a partir dos valores de temperatura e umidade relativa. Com uma tabela publicada por Tubelis e Nascimento (1980) era obtida a umidade absoluta do ar, em condições de saturação, para cada valor térmico mensurado. Como também a umidade relativa do ar era conhecida, através de uma regra de três, constatava-se facilmente a umidade absoluta equivalente.

Tendo em vista que as peculiaridades climáticas locais são fruto tanto de uma componente horizontal, que se traduz pela circulação regional, quanto de uma componente vertical, que é fruto, principalmente, da energia incidente sobre cada lugar, decidiu-se pela confecção de cartas que retratassem a distribuição da radiação recebida pela superfície, na área de estudo, nos dias em que foram realizados trabalhos de campo. Como as condições topográficas locais exercem, nesse sentido, um papel preponderante, essa etapa foi particularmente importante para as análises posteriores.

Para se chegar ao mapeamento da energia incidente, os seguintes passos foram dados, tomando-se, como referência, as cartas topográficas do Córrego da Lapa e da Serra de Itaqueri, na escala de 1:10.000, pertencentes ao Plano Cartográfico do Estado de São Paulo e editadas pelo Instituto Geográfico e Cartográfico:

a — **confecção de carta de declividade de vertentes**: — seguindo as sugestões apresentadas por De Biasi (1970), esta carta (Fig. 2) foi elaborada através da construção de um ábaco com distâncias entre isoípsas equivalentes às classes de declividade que se desejava representar. Com a intercalação do ábaco às curvas de nível (equidistância de 25 metros) mapeou-se a declividade de cada trecho. As declividades foram subdivididas em cinco classes, cada uma com 10° de amplitude, sendo que a última delas reuniu todas as vertentes com mais de 40°. Para a determinação das classes foi considerado que, na zona intertropical, pequenas diferenças de declividade, em terrenos pouco íngremes, não se traduzem em grandes modificações na quantidade de energia recebida, como ocorre, por exemplo, na classe entre 0° e 10°. Daí a inconveniência da divisão em classes de menor amplitude. A utilização de classes menores também levaria, no caso, à excessiva particularização do mapeamento, o que dificultaria a rápida visualização e compreensão do fato representado, um dos méritos e objetivos da Cartografia. Os terrenos mais íngremes (mais de 40°) ocupam espaço relativamente restrito e, embora nestas circunstâncias a variação da energia com a declividade seja acentuada, a distribuição dos declives por maior número de classes traria problemas técnicos para o mapeamento.

Fig. 3 - DECLIVIDADE DE VERTENTES.



b — confecção de carta de orientação de vertentes: — para sua elaboração considerou-se a exposição das vertentes segundo os quadrantes norte, sul, leste e oeste. (Fig. 3). O mapeamento foi feito pelo sistema do tecnógrafo¹, baseado em figuras semelhantes. Mantendo-se o norte geográfico coincidindo com o valor de 0° do transferidor, o quadrante norte foi delimitado pelos azimutes de 45° e 315°, o leste por 45° e 135°, o sul por 135° e 225° e o oeste por 225° e 305°. Deslizando-se o transferidor sobre a carta e tendo este uma parte móvel triangular centralizada sobre o seu vértice, foi possível a determinação de tangentes às curvas de nível pela base do triângulo. Nos locais em que houve a formação de um ângulo reto entre as tangentes assim elaboradas e os azimutes divisórios dos quadrantes foram assinalados pontos de tangência, que, após unidos, deram os limites entre os diferentes setores;

c — confecção de cartas de energia incidente: — a partir da superposição das cartas de declividade e de exposição de vertentes e utilizando-se de tabelas existentes no trabalho desenvolvido por Villa Nova et alii (1974), foi obtida a radiação solar disponível, na ausência da atmosfera, para diferentes exposições e declives. De Tubelis e Nascimento (1980) foram levantadas as horas possíveis de brilho solar. Como horas efetivas de insolação foram consideradas aquelas registradas no posto meteorológico da ESALQ em Piracicaba. De posse desses dados, os valores prováveis de radiação global incidente sobre a superfície foram calculados através da equação de Angström, transcrita na forma:

$$Q_g = Q_0 (0,18 + 0,62 n/N)$$

onde Q_0 corresponde à radiação disponível na ausência da atmosfera, n ao número de horas de insolação e N ao número possível de horas de insolação. As constantes $a = 0,18$ e $b = 0,62$ foram também retiradas da obra de Tubelis e Nascimento (1980).

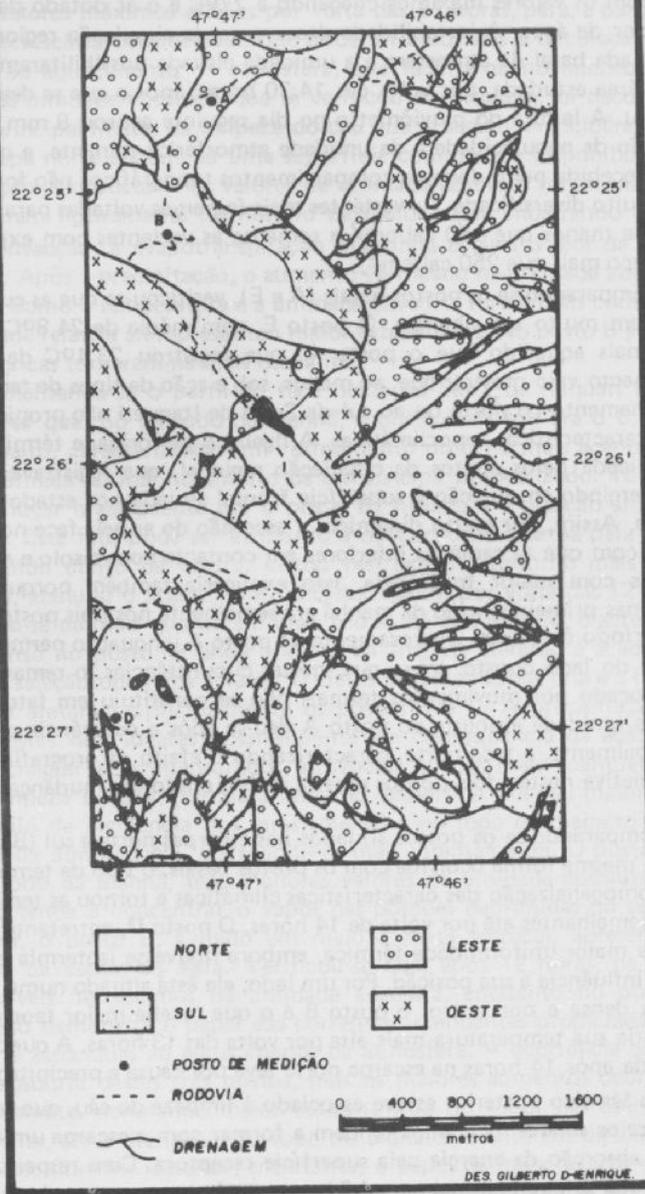
ANÁLISES EPISÓDICAS

Com base nos dados de temperatura, umidade relativa e umidade absoluta, nos mapas de energia incidente à superfície e no subsídio prestado pelas cartas sinóticas e imagens de satélites meteorológicos, publicadas diariamente pelo jornal "O Estado de São Paulo", fez-se a análise dos quatro episódios a seguir descritos:

a — episódio do dia 20 de abril de 1983: — neste dia o Estado de São Paulo encontrava-se sob o domínio de uma massa de ar polar tropicalizada, enquanto o sul do Brasil era afetado por um anticiclone frio dotado de 1029 mb (Fig. 4). Como a diferença barométrica entre esses dois sistemas atmosféricos era reduzida, a frente fria gerada na zona de descontinuidade entre eles e que se estendia do Atlântico para o interior do continente, onde, entre os estados do Paraná e Santa Catarina, apresentava um amplo setor quente, era ondulada e permitia a presença de linhas de instabilidade perpendiculares a ela e que afetavam o tempo no Estado de São Paulo. Ainda que sobre o oceano o céu estivesse mais encoberto ao longo da frente, inclusive pela ocorrência de ciclogênese, no continente, em decorrência também da atuação das calhas induzidas, a nebulosidade foi bastante acentuada, haja visto que em Piracicaba — SP

¹ O aparelho que possibilitou esse mapeamento foi especialmente elaborado para esta tarefa pelo Prof. Dr. Antonio Claudio Branco Vasques, a quem os autores agradecem.

Fig 4 - EXPOSIÇÃO DE VERTENTES



constatou-se o registro somente de 2,2 horas de insolação. Além do céu nublado, o tempo apresentou temperaturas elevadas, superando sempre 20°C na área da Serra de Itaqueri, com os valores máximos chegando a 27°C e o ar dotado de alta concentração de vapor de água. A instabilidade decorrente da circulação regional, o aquecimento da camada basal da atmosfera e a umidade elevada possibilitaram a ocorrência de chuvas na área estudada, por volta das 14:30 horas, após o que se deu considerável limpeza do céu. A leitura do pluviômetro no dia seguinte acusou 8 mm de água tombada. Em razão da nebulosidade e da umidade atmosférica reinante, a quantidade de energia solar recebida pelos diversos compartimentos topográficos não foi muito elevada e sequer muito diversificada. As vertentes mais íngremes voltadas para o sul tiveram a incidência de menos que 150 cal/cm² e somente as vertentes com exposição norte receberam pouco mais que 250 cal/cm².

Comparando-se os postos basais (A e E), verificou-se que as curvas térmicas de ambos foram muito semelhantes. O posto E, com média de 24,8°C, permaneceu ligeiramente mais aquecido que o posto A, que registrou 23,4°C de temperatura média. Tal aspecto veio mostrar que, ao menos, sob a ação de tipos de tempo encobertos, o posicionamento ao norte ou ao sul da Serra de Itaqueri não propicia diferenças sensíveis nas características topoclimáticas. A ligeira superioridade térmica da face sul pode ser explicada pelos efeitos da circulação regional, que registrava correntes de noroeste convergindo em direção à superfície frontal situada nos estados do Paraná e Santa Catarina. Assim, por efeito dinâmico, a ascensão do ar pela face norte era facilitada, fazendo com que as camadas inferiores em contacto com o solo e aquecidas fossem renovadas com maior frequência. Isso explicaria também porque a umidade absoluta, que nas primeiras horas da manhã era semelhante nos dois postos, a partir de meados do período decresceu vigorosamente no posto A, enquanto permanecia quase que constante do lado oposto. Vê-se que, nestas circunstâncias, o remanejamento da umidade provocado por movimentos termiais não se constituiu em fator primordial. O aumento da umidade absoluta no posto A deu-se após a ocorrência da chuva, que afetou, principalmente, a face norte, caracterizando o efeito da orografia. A oscilação da umidade relativa nestes dois pontos mostra mais o efeito das mudanças da umidade absoluta.

Comparando-se os postos situados nas escarpas norte e sul (B e D), constatou-se que, da mesma forma ocorrida com os postos basais, o tipo de tempo encoberto favoreceu a homogeneização das características climáticas e tornou as temperaturas de ambos muito semelhantes até por volta de 14 horas. O posto D, entretanto, apresentou tendência para maior uniformidade térmica, embora houvesse isotermia em ambos, e nisto pode ter influência a sua posição. Por um lado, ele está situado numa área em que a mata é mais densa e por outro, o posto B é o que recebe maior teor de radiação, o que justificaria sua temperatura mais alta por volta das 13 horas. A queda da temperatura verificada após 14 horas na escarpa norte teve por causa a precipitação, enquanto o acréscimo térmico posterior esteve associado à limpeza do céu, que se seguiu. No por do sol os raios solares inclinados tendem a formar com a escarpa um ângulo reto, favorecendo a absorção da energia pela superfície receptora. Com respeito à umidade absoluta, verificou-se que logo pela manhã houve acréscimo no teor de vapor de água

na atmosfera nos dois postos, coincidindo com a elevação das temperaturas. Como o posto B recebe mais energia que o D, ali a evapotranspiração foi mais acentuada, alcançando os valores máximos diários por volta das 11 horas, para, a partir desse horário, ter um decréscimo considerável, que pode ser creditado à circulação regional predominante e ao aquecimento da atmosfera, que facilita os movimentos convectivos. O aumento da umidade absoluta, que se verificou em seguida, foi decorrente da precipitação e, principalmente, da limpeza do céu que se seguiu. A incidência da radiação solar na escarpa norte encontrou uma superfície com grande disponibilidade de água para evaporação. No posto D os valores de umidade absoluta foram mais constantes. Eles decresceram ligeiramente no horário de maior calor, mostrando que, se estava ocorrendo convecção, a evapotranspiração mantinha estável o teor de vapor de água na atmosfera. Após a precipitação, o aumento verificado na umidade absoluta também foi pequeno. Como a temperatura e a umidade absoluta foram mais constantes no posto D, a umidade relativa ali representou maior estabilidade. No posto B as combinações térmicas e hídricas tornaram-na mais oscilante.

Analisando-se o perfil da face norte da Serra de Itaqueri (postos A, B e C) constatou-se que, no período da manhã, o posto mais frio era o C, localizado no topo do planalto, caracterizando um resfriamento noturno mais acentuado do local, e estrutura térmica normal no âmbito de um sistema tropicalizado. Todavia, naquele momento, o lugar mais quente era o posto B, situado em posição altimetricamente intermediária. Este fato pode ser atribuído à ocupação da escarpa pela mata tropical, que, propiciando efeito de estufa, evitou resfriamento noturno mais intenso e, da mesma forma, atenuou o aquecimento diurno. Assim, por volta das 12 horas, o posto B transformou-se de mais quente em mais frio e, até esse horário, o acréscimo térmico foi mais intenso no posto C, onde o efeito da altitude atenuou a ação exercida pela atmosfera na seleção dos raios solares. O efeito da chuva vespertina e a limpeza do céu que se seguiu afetaram principalmente os postos B e C. A precipitação, pela maior ocorrência nestes dois lugares possivelmente em consequência da ação da orografia (o que não chegou a ser mensurado), provocou quedas mais acentuadas de temperatura e a limpeza do céu, porque a radiação vespertina exerceu maior influência na escarpa (ângulo de incidência dos raios solares) e no topo do planalto (menor espessura da camada atmosférica), aquecendo-os mais intensamente. O posto C foi aquele que, no período da manhã, teve menores valores de umidade absoluta, pois a força de gravidade tende a concentrar o vapor nas porções deprimidas do terreno. Concomitantemente, o posto B, situado em meio à mata tropical, apresentava a maior concentração de vapor de água. Verificou-se que, após 12 horas, os postos A e B tiveram sensíveis decréscimos na umidade absoluta, enquanto no posto C ocorria o inverso. Isto demonstra o papel das correntes ascendentes propiciadas pela circulação regional e associadas ao aquecimento da atmosfera. A ocorrência da chuva elevou a umidade absoluta desses três postos, mas os maiores aumentos ocorreram em A e B, respectivamente, denotando maior concentração do vapor nas menores altitudes, pois, localmente, até a drenagem do topo do planalto é feita em direção à área deprimida, ao norte. Convém ressaltar, entretanto, o papel da mata no teor de umidade do ar, pois a área coberta por vegetação natural, mesmo nos momentos em que a umidade

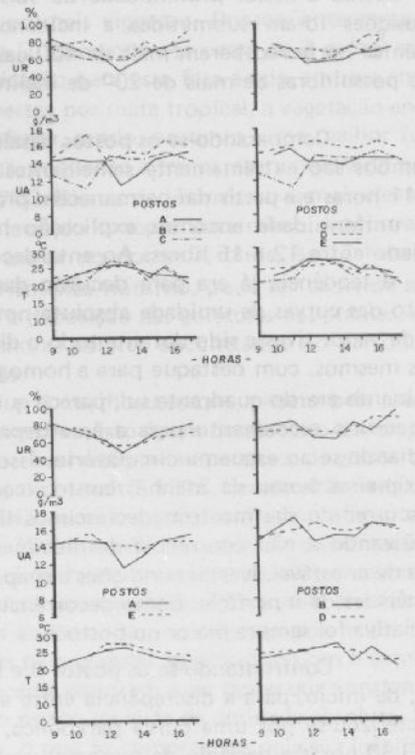
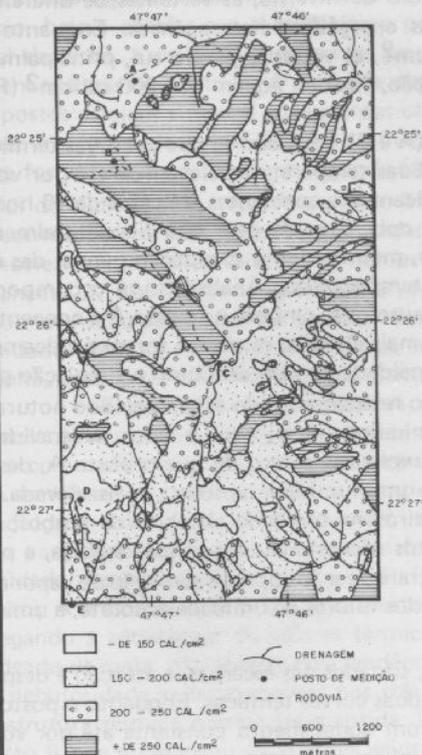
absoluta decrescia, era a que apresentava maior concentração de vapor. A umidade relativa, como reflexo da temperatura e da umidade absoluta, também foi sempre mais elevada no posto B. Em meados do dia o posto basal foi aquele que registrou a menor umidade relativa, concordando com os mínimos valores de umidade absoluta. Nos demais períodos a umidade relativa foi menor no topo do planalto, quer em função de menores umidades absolutas (manhã e final do dia), quer em decorrência de temperaturas elevadas (tarde).

Examinando-se o perfil da face sul da Serra de Itaqueri (postos C, D e E) percebeu-se que este não diferiu muito do anteriormente analisado. Do ponto de vista térmico, por exemplo, logo pela manhã havia tendência para uma estratificação normal e que só foi quebrada, localmente, pela existência da mata na escarpa. Pelas razões já apontadas, ali a temperatura era mais alta que nos demais postos e apresentou grande uniformidade durante todo o transcorrer do dia. A maior alteração no período matutino ocorreu no posto do alto do planalto e, por volta das 12 horas, sua temperatura era equivalente à mensurada no posto E. Entretanto, como a precipitação foi provocada por correntes vindas do quadrante norte, ele foi mais afetado por ela do que os outros dois postos e, assim, entre 14 e 15 horas, era o que tinha, novamente, temperatura mais baixa. Após a chuva, com a limpeza do céu, foi o melhor contemplado com a incidência de energia, tanto pela sua posição topográfica, quanto pela altimétrica, e, entre 15 e 16 horas, registrava as mais altas temperaturas. Neste horário a insolação já não afetava mais a escarpa sul, cujas temperaturas continuaram em lento declínio e incidia menos sobre o posto basal, situado a cerca de 350 metros abaixo, onde propiciou somente um ligeiro acréscimo térmico. Com respeito à umidade absoluta, o posto da escarpa (posto D), onde predomina a mata natural, foi aquele que durante o transcorrer do dia registrou os maiores valores, a exemplo do ocorrido na face norte. Da mesma maneira o posto basal, no período da manhã, tinha valores mais elevados que o situado no topo do planalto. Entretanto, o que diferiu a escarpa sul da escarpa norte é que não se registraram quedas acentuadas da umidade absoluta nos postos da base e da encosta, à medida que ocorria acréscimo no posto C, mostrando que a ascensão do ar estava se fazendo, principalmente, pelo lado setentrional, embora pequenas quedas da umidade absoluta associadas aos momentos de maior temperatura e vice-versa, na face meridional, denotassem instantes de convecções termais ativas. A umidade relativa apresentou-se sempre maior na escarpa, onde a concentração do vapor foi constantemente mais alta e as temperaturas, em alguns períodos, mais baixas. No período da manhã a umidade relativa foi menor no posto C em decorrência da menor umidade absoluta. Entretanto, com o aumento da umidade absoluta naquele local, conforme já descrito, e com a queda da temperatura, no momento da precipitação, os menores valores de umidade relativa passaram a ser registrados no posto basal (posto E).

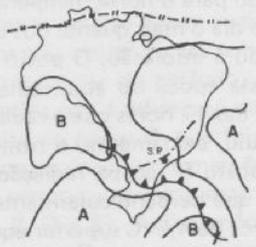
b — episódio do dia 4 de maio de 1983: — neste dia a porção meridional do Estado do Rio Grande do Sul estava sob a ação da Frente Polar Atlântica, que desenvolvia ali intensa atividade frontogenética. Ao mesmo tempo a Frente Polar Reflexa, localizada ao sul da Bahia, entrava em frontólise. O Estado de São Paulo achava-se, portanto, sob o domínio de massa de ar polar tropicalizada. Em tal circunstância,

Fig. 5 - EPISÓDIO DO DIA 20/4/83

ENERGIA INCIDENTE À SUPERFÍCIE

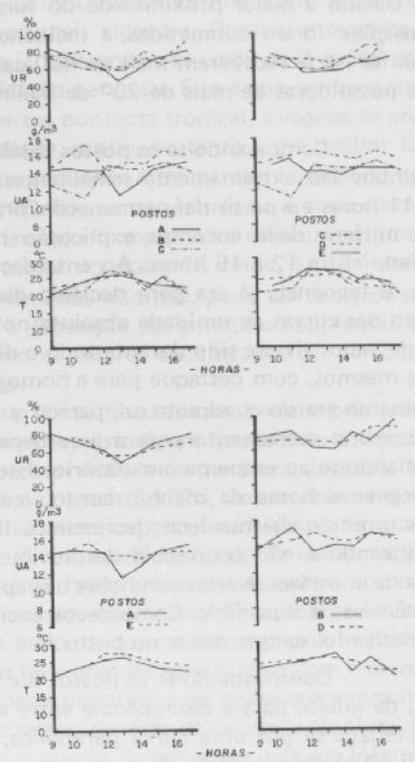
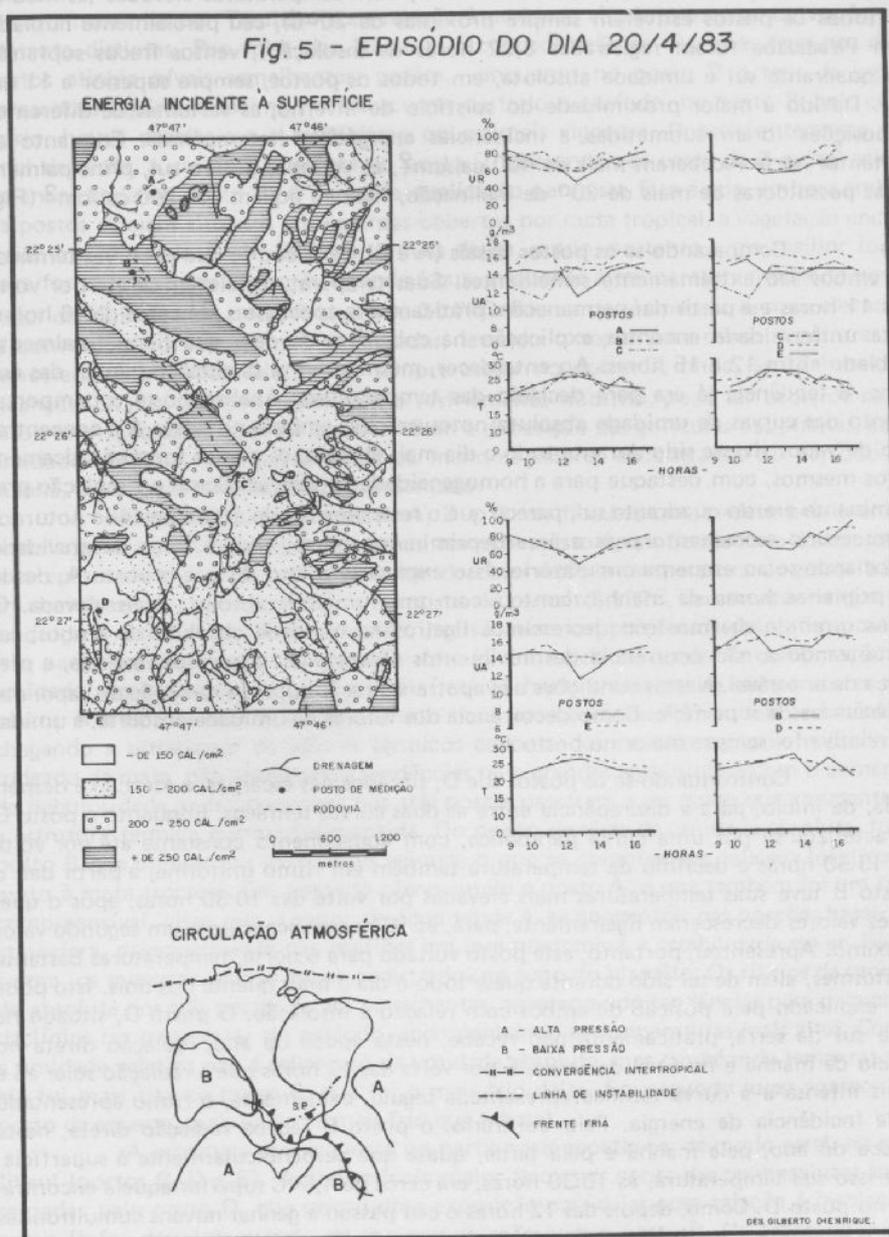


CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA



DES GILBERTO OENRIQUE

Fig. 5 - EPISÓDIO DO DIA 20/4/83



o tipo de tempo reinante apresentou-se bom, com temperaturas elevadas (as médias de todos os postos estiveram sempre próximas de 20°C), céu parcialmente nublado (em Piracicaba foram registradas 6,22 horas de insolação), ventos fracos soprando do quadrante sul e umidade absoluta, em todos os postos, sempre superior a 11 gr/m³. Devido à maior proximidade do solstício de inverno, as vertentes de diferentes exposições foram submetidas a incidências energéticas heterogêneas. Enquanto as vertentes norte receberam mais de 400 cal/cm², as voltadas para o sul, principalmente as possuidoras de mais de 20° de inclinação, ficaram aquém das 200 cal/cm² (Fig. 5).

Comparando-se os postos basais (A e E), verificou-se que as curvas térmicas de ambos são extremamente semelhantes. Suas temperaturas elevam-se até por volta das 11 horas e a partir daí permanecem praticamente constantes até cerca de 16 horas. Esta uniformidade encontra explicação na cobertura do céu, que ficou totalmente nublado entre 12 e 15 horas. Ao entardecer, mesmo com a dissipação parcial das nuvens, a tendência já era para declínio das temperaturas. Analisando-se o comportamento das curvas de umidade absoluta notou-se que, embora no posto A a concentração de vapor tivesse sido durante todo o dia mais elevada, os ritmos foram praticamente os mesmos, com destaque para a homogeneidade de valores. Como a circulação predominante era do quadrante sul, parece que o resfriamento do ar, no período noturno, favoreceu o escoamento para a área deprimida ao norte, com a força de gravidade associando-se ao esquema circulatório. Isso explicaria o fato de que o posto A, desde as primeiras horas da manhã, contou com uma umidade absoluta mais elevada. O transcorrer do dia mostrou decréscimos ligeiros na umidade absoluta de ambos, caracterizando a não ocorrência de movimentos ascensionais vigorosos, ou seja, a presença de ar estável. Nestas condições a evapotranspiração supria a remoção do vapor das adjacências da superfície. Como decorrência dos valores de umidade absoluta, a umidade relativa foi sempre maior no posto A.

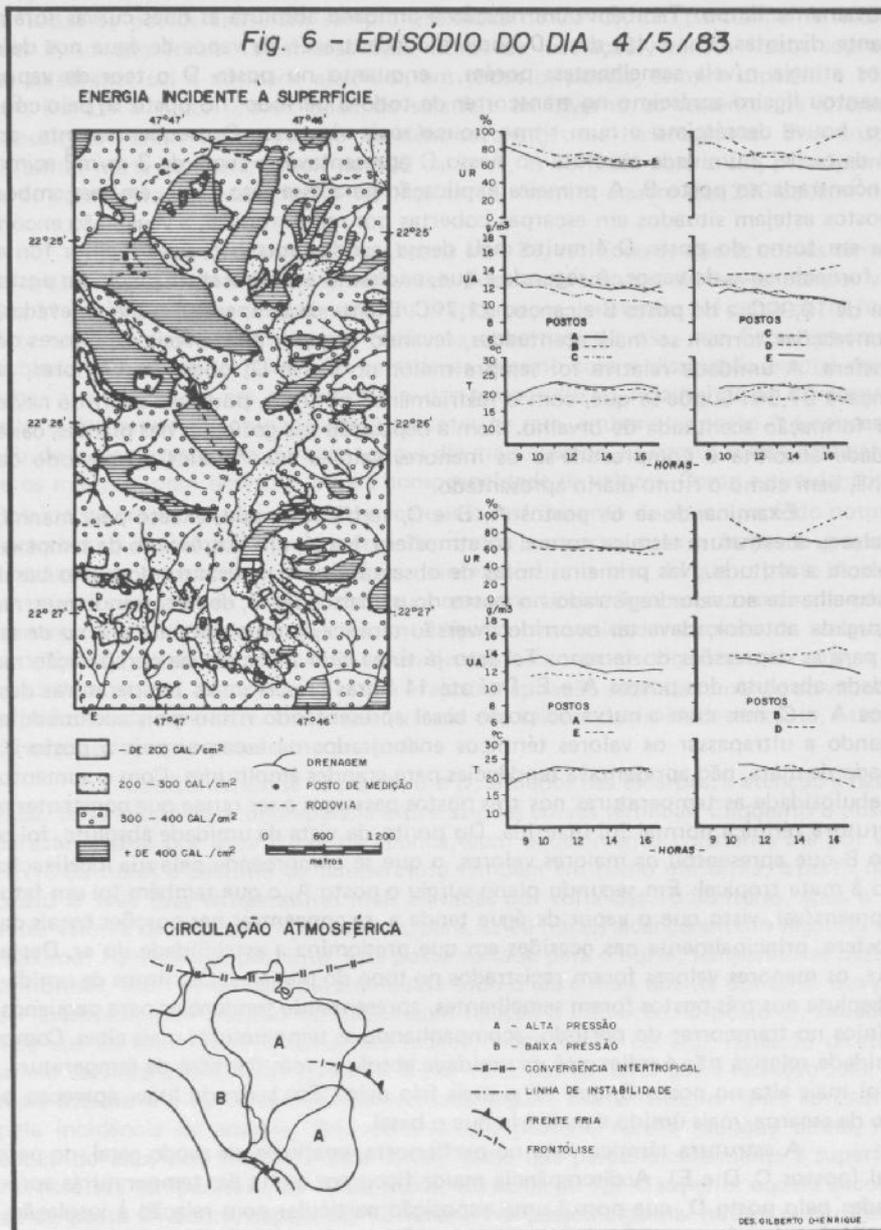
Confrontando-se os postos B e D, situados nas escarpas, a atenção é despertada, de início, para a discrepância entre as duas curvas térmicas. Enquanto o posto D caracterizou-se por uma curva parabólica, com aquecimento constante até por volta de 13:30 horas e declínio da temperatura também em ritmo uniforme, a partir daí, o posto B teve suas temperaturas mais elevadas por volta das 10:30 horas, após o que, esses valores decresceram ligeiramente, para, às 16 horas, alcançarem um segundo valor máximo. Apresentou, portanto, este posto voltado para o norte, temperaturas bastante uniformes, além de ter sido durante quase todo o dia o mais quente dos dois. Isto pode ser explicado pela posição de ambos com relação à insolação. O posto D, situado na face sul da serra, praticamente não recebe, nesta época do ano, radiação direta no início da manhã e no final da tarde. É por volta das 12 horas que a radiação solar ali é mais intensa e a curva térmica apresentada seguiu, exatamente, o ritmo apresentado pela incidência de energia. Pelo contrário, o posto B recebe radiação direta, nesta época do ano, pela manhã e pela tarde, quase que perpendicularmente à superfície. Por isso sua temperatura, às 10:30 horas, era cerca de 4,5°C superior àquela encontrada no posto D. Como, depois das 12 horas o céu passou a ganhar nuvens cumuliformes que o encobriam totalmente, a ausência de radiação direta fez com que a temperatura

baixasse um pouco e ela tornou a aumentar quando, depois das 15 horas, o céu tornou-se novamente limpo. Também com relação à umidade absoluta as duas curvas foram bastante distintas. Por volta das 10 horas a concentração de vapor de água nos dois postos atingia níveis semelhantes; porém, enquanto no posto D o teor de vapor apresentou ligeiro acréscimo no transcorrer de todo o período, no posto B, pelo contrário, houve decréscimo e num ritmo pouco mais vigoroso. Conseqüentemente, ao final da tarde, a umidade absoluta no posto D apresentava-se cerca de 3 gr/m^3 acima da encontrada no posto B. A primeira explicação para esse fato é que, embora ambos os postos estejam situados em escarpas cobertas por mata tropical, a vegetação encontrada em torno do posto D é muito mais densa, sendo, portanto, uma melhor fonte para fornecimento do vapor. A segunda é que, enquanto a temperatura média do posto D foi de $19,9^\circ\text{C}$, a do posto B alcançou $21,7^\circ\text{C}$. Diante de temperaturas mais elevadas, as convecções tornam-se mais acentuadas, levando o vapor para níveis superiores da atmosfera. A umidade relativa foi sempre maior no posto D, onde, às 17 horas, já alcançava 97,5%. Supõe-se que, com o resfriamento noturno, pode ter ocorrido neste setor formação acentuada de orvalho. Com a deposição das gotículas nas plantas, cai a umidade absoluta e compreende-se os menores valores encontrados no período da manhã, bem como o ritmo diário apresentado.

Examinando-se os postos A, B e C, verificou-se que, exceto pela manhã, prevaleceu a estrutura térmica normal na atmosfera, isto é, um decréscimo da temperatura com a altitude. Nas primeiras horas de observação a temperatura do posto basal era semelhante ao valor registrado no posto do planalto, 18°C , demonstrando que, na madrugada anterior, deve ter ocorrido inversão térmica, propiciada pelo afluxo de ar frio para as depressões do terreno. Tal fato já tinha sido invocado na comparação da umidade absoluta dos postos A e E. Daí até 11 horas cresceram as temperaturas dos postos A e C, mas com a curva do posto basal apresentando ritmo mais acentuado e chegando a ultrapassar os valores térmicos encontrados na escarpa, pois o posto B, rodeado de mata, não apresentava tendências para grandes amplitudes. Com o aumento da nebulosidade as temperaturas nos três postos passaram a ser quase que constantes e a estrutura térmica normal foi mantida. Do ponto de vista da umidade absoluta, foi o posto B que apresentou os maiores valores, o que se compreende pela sua localização junto à mata tropical. Em segundo plano surgiu o posto A, o que também foi um fato compreensível, visto que o vapor de água tende a se concentrar nas porções basais da atmosfera, principalmente nas ocasiões em que predomina a estabilidade do ar. Dessa forma, os menores valores foram registrados no topo do planalto. Os ritmos da umidade absoluta nos três postos foram semelhantes, apresentando tendências para pequenos declínios no transcorrer do período, acompanhando as temperaturas mais altas. Como a umidade relativa não é reflexo só da umidade absoluta, mas também da temperatura, ela foi mais alta no posto C, que foi o mais frio deles. Em segundo lugar apareceu o posto da escarpa, mais úmido e mais frio que o basal.

A estrutura térmica vista no perfil norte repetiu-se, de modo geral, no perfil sul (postos C, D e E). A discrepância maior ficou por conta das temperaturas apresentadas pelo posto D, que possui uma exposição particular com relação à insolação, como já foi descrito quando de sua comparação com o posto B. No transcorrer das

Fig. 6 - EPISÓDIO DO DIA 4/5/83



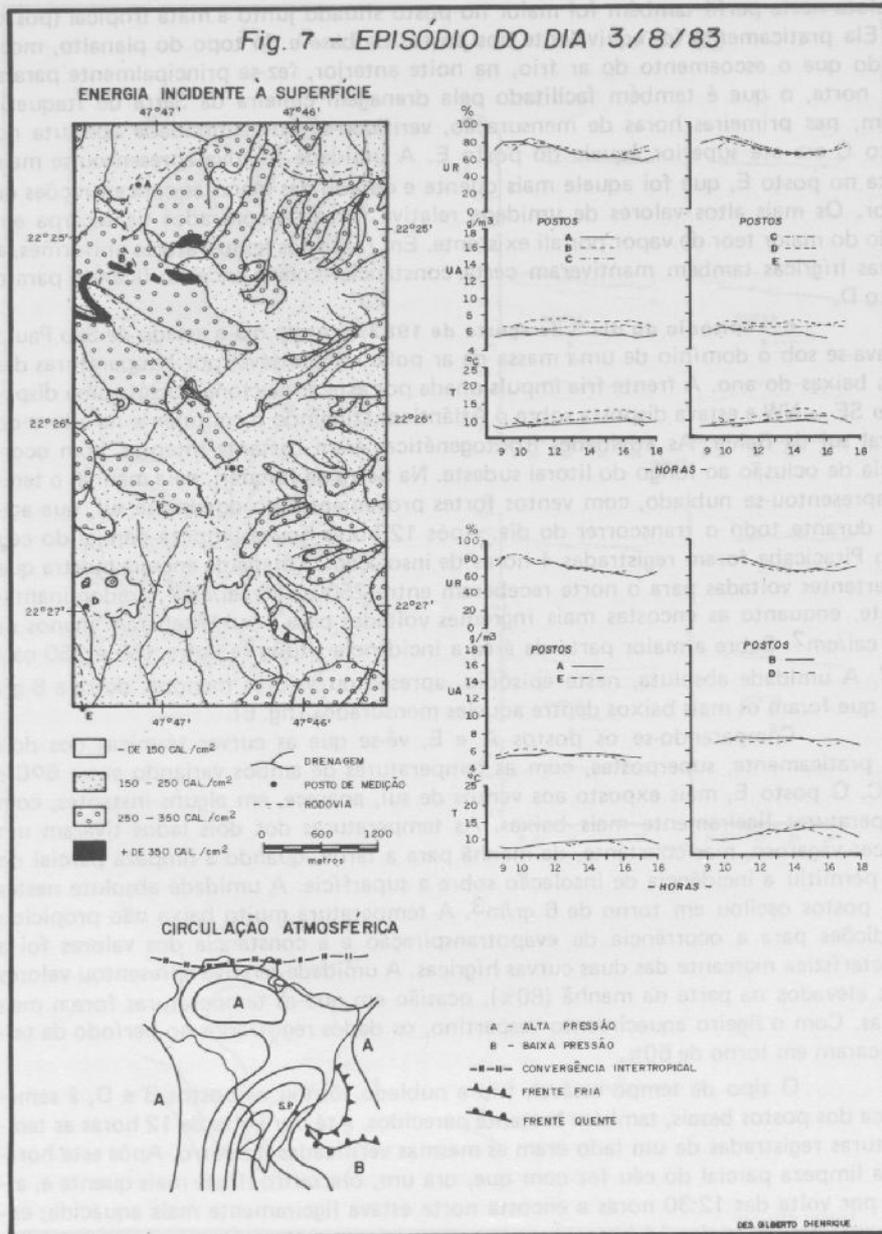
observações feitas, foi ele que apresentou a maior amplitude térmica, 5,5°C. A umidade absoluta neste perfil também foi maior no posto situado junto à mata tropical (posto D). Ela praticamente foi equivalente nos postos da base e do topo do planalto, mostrando que o escoamento do ar frio, na noite anterior, fez-se principalmente para a face norte, o que é também facilitado pela drenagem cimeira da Serra de Itaqueri. Assim, nas primeiras horas de mensuração, verificou-se que a umidade absoluta no posto C era até superior àquela do posto E. A umidade relativa apresentou-se mais baixa no posto E, que foi aquele mais quente e dotado das menores concentrações de vapor. Os mais altos valores de umidade relativa foram encontrados na escarpa em razão do maior teor de vapor por ali existente. Em razão das temperaturas uniformes, as curvas hígricas também mantiveram certa constância, com a exceção ficando para o posto D.

c — episódio do dia 3 de agosto de 1983: — neste dia o estado de São Paulo achava-se sob o domínio de uma massa de ar polar, responsável por temperaturas das mais baixas do ano. A frente fria impulsionada por este anticiclone possuía uma disposição SE — NW e estava disposta sobre o Atlântico, atingindo o continente na altura do litoral sul da Bahia. As atividades frontogenéticas eram bastante intensas, com ocorrência de oclusão ao longo do litoral sudeste. Na Serra de Itaqueri, pela manhã, o tempo apresentou-se nublado, com ventos fortes provenientes do quadrante sul, que agiram durante todo o transcorrer do dia. Após 12 horas houve limpeza parcial do céu e em Piracicaba foram registradas 4 horas de insolação. O mapa de energia mostra que as vertentes voltadas para o norte receberam entre 250 e 350 cal/cm², predominantemente, enquanto as encostas mais íngremes voltadas para o sul receberam menos de 150 cal/cm². Sobre a maior parte da área a incidência situou-se entre 150 e 250 cal/cm². A umidade absoluta, neste episódio, apresentou valores menores do que 8 gr/m³, que foram os mais baixos dentre aqueles mensurados (fig. 6).

Comparando-se os postos A e E, vê-se que as curvas térmicas dos dois são, praticamente, superpostas, com as temperaturas de ambos variando entre 6°C e 10°C. O posto E, mais exposto aos ventos de sul, aparece, em alguns instantes, com temperaturas ligeiramente mais baixas. As temperaturas dos dois lados tiveram um crescer vagaroso, mas constante, da manhã para a tarde, quando a limpeza parcial do céu permitiu a incidência de insolação sobre a superfície. A umidade absoluta nestes dois postos oscilou em torno de 6 gr/m³. A temperatura muito baixa não propiciou condições para a ocorrência de evapotranspiração e a constância dos valores foi a característica marcante das duas curvas hígricas. A umidade relativa apresentou valores mais elevados na parte da manhã (80%), ocasião em que as temperaturas foram mais baixas. Com o ligeiro aquecimento vespertino, os dados registrados no período da tarde ficaram em torno de 60%.

O tipo de tempo estável, frio e nublado tornou os postos B e D, à semelhança dos postos basais, também bastante parecidos. Até por volta de 12 horas as temperaturas registradas de um lado eram as mesmas verificadas do outro. Após este horário, a limpeza parcial do céu fez com que, ora um, ora outro, fosse mais quente e, assim, por volta das 12:30 horas a encosta norte estava ligeiramente mais aquecida; entretanto, por volta das 14 horas, era ela a mais fria. A maior diferença ocorreu pelas

Fig. 7 - EPISÓDIO DO DIA 3/8/83



16:30 horas, quando a insolação incidente sobre a escarpa norte tornou sua temperatura 2,5°C mais elevada. A umidade absoluta, de modo geral, foi superior na encosta norte. Com o tempo frio, o principal fator responsável pela concentração de vapor de água no ar deixou de ser a fonte alimentadora e passou a ser a energia necessária à evaporação; tanto é que, entre 14 horas e 14:30 horas, quando a temperatura da face sul tornou-se mais elevada, foi ali que se registrou a maior umidade absoluta. Contudo, a exemplo das temperaturas, os valores de umidade pouco variaram durante o transcorrer do dia. A umidade relativa, até cerca de 15 horas, foi maior no posto B, onde a concentração do vapor era mais alta; entretanto, a partir desse horário, com a queda mais rápida da temperatura no posto D, ela passou a ser mais elevada ali.

Verificando-se o perfil composto pelos postos A, B e C, nota-se que, em decorrência do predomínio de um ar polar bastante frio, há ocorrência de uma inversão térmica na porção basal da atmosfera. Pelas particularidades locais, essa inversão é parcialmente quebrada numa altitude de 800 metros, pois a presença da mata na escarpa, causando um efeito de estufa, faz com que o posto B seja o mais quente de todos; contudo, durante todo o dia a porção basal apresentou-se mais fria que o topo do planalto. A umidade absoluta também foi mais elevada na escarpa do que nos outros pontos de mensuração, em decorrência da fonte de umidade existente, mas principalmente em função das temperaturas. Em segundo lugar, nesse aspecto, surgiu o posto do planalto. É que entre a escarpa e o topo não se registrava inversão térmica e, assim, as trocas eram possíveis. Por causa da inversão o posto A foi aquele que apresentou menor umidade absoluta.

A estrutura térmica apresentada no perfil C, D e E é similar à do lado oposto. O local mais frio foi o E, evidenciando o acúmulo de ar frio na porção basal, enquanto o mais quente foi o D, encravado no meio da mata tropical. Também a umidade absoluta comportou-se, na face sul, de modo idêntico ao ocorrido na face norte. As curvas pertinentes à umidade relativa, em ambos os lados, tornaram-se quase que superpostas. É que, pela ordem, os postos mais frios estavam dotados de menores valores de umidade absoluta e esses atributos agem de forma inversa na ocorrência da umidade relativa.

d — episódio do dia 17 de agosto de 1983: — neste dia, como pode ser visto na figura 7, o Estado de São Paulo achava-se sob o domínio de um ar tropical continental, que propiciava bom tempo, com temperaturas elevadas, ausência de nebulosidade e radiação intensa. Em Piracicaba, por exemplo, foram registradas 9,2 horas de insolação. Pelo interior do continente, entre os estados do Rio Grande do Sul e Paraná, esse ar tropical interior dava origem à formação de uma frente quente, diante da oposição de uma massa de ar polar marítima, cujo centro de ação se encontrava sobre o Uruguai e a Argentina. Pelo oceano, a frente quente em questão prolongava-se sob a forma de frente fria, caracterizando a ação da Frente Polar Atlântica, com intensa atividade frontogenética, que produzia espessa nebulosidade ao longo da zona de descontinuidade. Nessas condições, em São Paulo, o vento soprava do quadrante norte e, na área estudada, constataram-se os maiores valores de energia incidente à superfície entre todos os episódios analisados. O mapa que retrata esse aspecto mostra que, enquanto as vertentes voltadas para o sul chegaram a receber menos de 150 cal/cm², as escarpas expostas ao norte receberam até mais de 550 cal/cm².

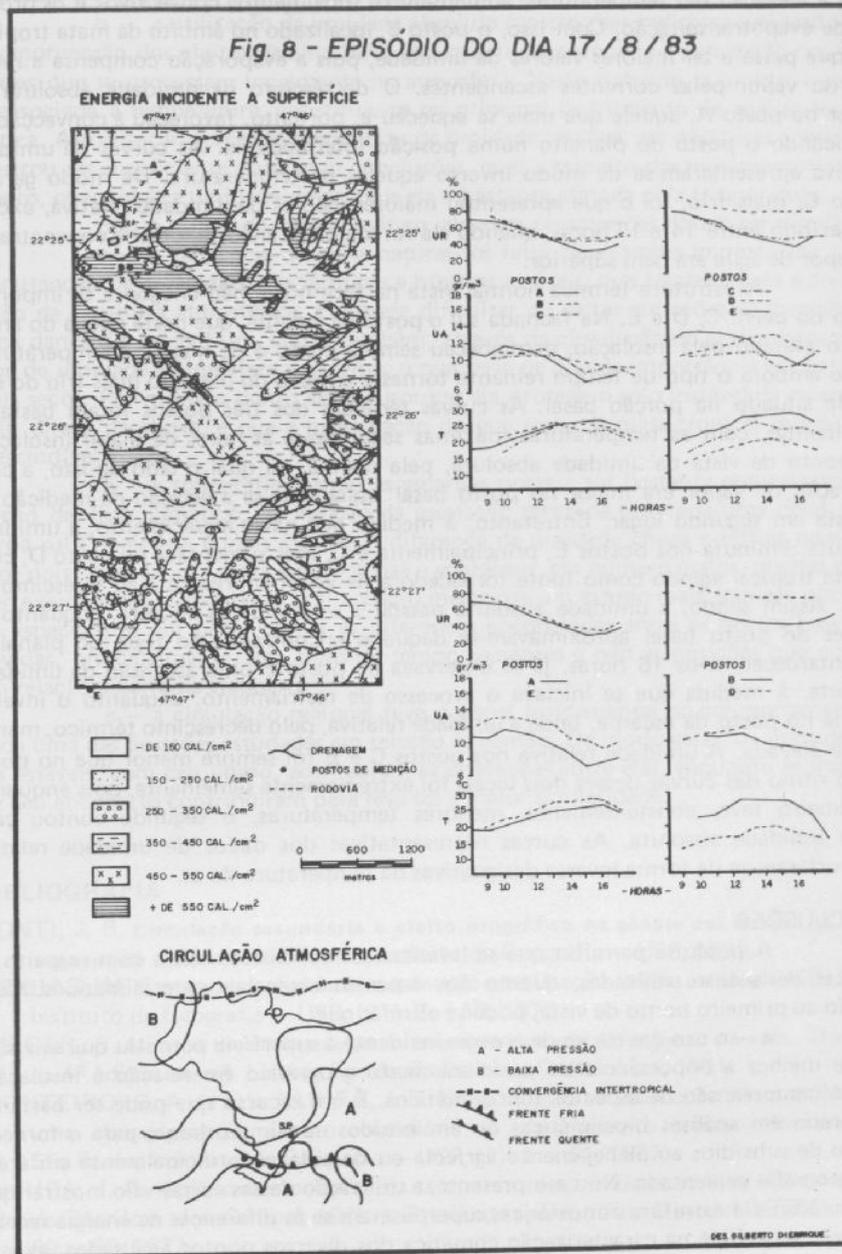
Diante de tal tipo de tempo, os contrastes topoclimáticos foram ressaltados.

Comparando-se os postos situados nas bases da Serra de Itaqueri nota-se que, neste dia, o posto E manteve-se com temperaturas mais elevadas que o posto A. O mesmo fato pode ser observado com relação à umidade absoluta, muito embora as curvas térmicas e hídricas apresentadas por ambos tivessem sido muito semelhantes. O comportamento desses postos revela muito bem a atuação das componentes climáticas locais e regionais. A posição de ambos no sopé é bastante parecida do ponto de vista da incidência da radiação solar e também da ocupação do solo adjacente. Portanto, a reação em relação à energia que chega à superfície e aos processos de evapotranspiração é similar. Isto explica a semelhança entre os ritmos térmico e hídrico. Entretanto, a circulação regional, com ventos predominantes do quadrante norte, facilita a ascensão do ar, por efeito dinâmico, daquele lado da escarpa. Por essa razão o ar, no posto A, em contacto com o solo é renovado com maior freqüência, tornando as temperaturas ali mais reduzidas e a umidade mais baixa. As curvas de umidade absoluta têm um comportamento inverso das curvas de temperatura, mostrando que, à medida que o ar se aquece, os movimentos convectivos são acelerados. Ritmo semelhante ao da umidade absoluta é apresentado pela umidade relativa, que foi sempre mais elevada no posto E, mais quente, porém com maior concentração de vapor.

Comparando-se os postos situados nas escarpas norte e sul, vê-se que o posto B, com média de 23,4°C, foi sempre mais quente que o posto D, cuja média térmica alcançou somente 16,9°C. Isto mostra que, sob a ação de um tipo de tempo com céu limpo e radiação intensa, a localização de cada um deles é decisiva na caracterização climática. Com relação à umidade relativa, sobressaiu-se novamente a escarpa sul. Menos ensolarada e com uma mata mais densa, o fornecimento de vapor ali foi mais efetivo. As altas temperaturas tornaram a energia necessária à evaporação um aspecto secundário e ganhou importância o teor de água disponível para a realização dos processos evapotranspirantes. Por outro lado, as ascensões dinâmicas devem também ter exercido influência no remanejamento do vapor para níveis mais elevados da atmosfera na face norte. Com temperaturas menores e maior umidade absoluta, o posto D foi aquele que apresentou as maiores umidades relativas (superiores a 70%).

Examinando-se o perfil composto pelos postos A, B e C, observou-se que a atmosfera apresentava, na ocasião, uma estrutura térmica normal, isto é, as temperaturas decresciam com a altitude. Todavia, no período da manhã, localmente, esse aspecto foi quebrado pelo fato de que o posto B teve seu resfriamento noturno atenuado em virtude da ação da mata tropical, apresentando temperaturas mais altas do que o posto A, localizado na base. No entanto, após 13 horas, a existência da mata também não favoreceu um aquecimento acentuado durante o dia e, nestas circunstâncias, o posto A tornou-se mais quente que o B, restabelecendo a estrutura vigente. Analisando-se o comportamento da umidade absoluta, percebeu-se que, de manhã, em decorrência do resfriamento noturno, ela era mais elevada no posto A, pelo acúmulo de vapor trazido por correntes descendentes, enquanto o posto C aparecia como o mais seco dos três.

Fig. 8 - EPISÓDIO DO DIA 17/8/83



Com a elevação das temperaturas, aumentam os movimentos convectivos e os processos de evapotranspiração. Com isso, o posto B, localizado no âmbito da mata tropical, é o que passa a ter maiores valores de umidade, pois a evaporação compensa a remoção do vapor pelas correntes ascendentes. O decréscimo da umidade absoluta foi maior no posto A, aquele que mais se aqueceu e, portanto, favoreceu a convecção do ar, ficando o posto do planalto numa posição intermediária. As curvas de umidade relativa apresentaram-se de modo inverso àquelas de temperatura. De modo geral o posto C, mais frio, foi o que apresentou maiores valores de umidade relativa, exceto no período entre 14 e 17 horas, quando ela foi maior na encosta, onde a concentração de vapor de água era bem superior.

A estrutura térmica normal vista na face norte não chegou a se impor ao longo do perfil C, D e E. Na fachada sul o posto da escarpa, que nesta época do ano é pouco afetado pela insolação, permaneceu sempre como o de menores temperaturas, muito embora o tipo de tempo reinante tornasse o posto do planalto mais frio do que aquele situado na porção basal. As curvas térmicas dos três postos foram bastante semelhantes, com as temperaturas máximas seguindo-se às horas de maior insolação. Do ponto de vista da umidade absoluta, pela manhã, tal qual o lado oposto, a concentração de vapor era maior no posto basal, colocando-se a estação de medição da encosta em segundo lugar. Entretanto, à medida que havia aquecimento, a umidade absoluta diminuía nos postos E, principalmente e C, mas aumentava no posto D, com a mata tropical agindo como fonte fornecedora de vapor em resposta ao acréscimo de calor. Assim sendo, a umidade absoluta passou a ser maior na encosta, enquanto os valores do posto basal aproximavam-se daqueles encontrados no topo do planalto. Ao entardecer, após 16 horas, já se observava no posto E uma ascensão da umidade absoluta, à medida que se iniciava o processo de resfriamento, enquanto o inverso ocorria no posto da escarpa, onde a umidade relativa, pelo decréscimo térmico, mantinha-se elevada. A umidade relativa nos postos C e E foi sempre menor que no posto D e o ritmo das curvas desses dois locais foi extremamente semelhante, pois enquanto o primeiro teve, constantemente, menores temperaturas, o segundo contou com maior umidade absoluta. As curvas representativas dos dados de umidade relativa comportaram-se de forma inversa designativas da temperatura do ar.

CONCLUSÕES

A pesquisa permitiu que se levantassem conclusões tanto com respeito às técnicas de análise utilizadas, quanto aos aspectos essencialmente climáticos. Com relação ao primeiro ponto de vista, pode-se afirmar que:

a — o uso das cartas de energia incidente à superfície permitiu que se visualizasse melhor a importância do posicionamento geográfico em relação à insolação, para a compreensão de aspectos topoclimáticos. É um recurso que pode ser bastante explorado em análises bioclimáticas ou em estudos de clima urbano, para o fornecimento de subsídios ao planejamento agrícola ou de cidades, principalmente em áreas de topografia acidentada. No caso presente, a utilização dessas cartas veio mostrar que a circulação e a estrutura atmosféricas superpuseram-se às diferenças de energia recebidas pela superfície na caracterização climática dos diversos pontos analisados, exceto

quando a exposição dos postos ao sol era extremamente contrastante;

b — a utilização da umidade absoluta mostrou ser indispensável tanto para a compreensão dos efeitos da circulação secundária, quanto para a percepção dos fenômenos que se processam localmente na atmosfera. Neste trabalho, a umidade absoluta associada à temperatura, constituiu-se no principal instrumento de análise topoclimática. A utilização somente dos valores de umidade relativa, em pesquisas como esta, mostrou ser insuficiente para gerar conclusões, quer a respeito dos movimentos atmosféricos, quer sobre a umidade do ar, pois ela é bastante afetada pela temperatura.

Sob o ponto de vista climático, algumas observações devem ser ressaltadas:

a — a existência da mata natural foi fator de extrema importância para a manutenção de características térmicas e hídricas estáveis, mas também para a configuração da estrutura atmosférica. Ela pode dificultar ou evitar situações de inversão térmica danosas à agricultura, como também, através da circulação do ar, fornecer maior teor de umidade à atmosfera adjacente, o que seria de grande importância em períodos mais secos. Por motivos como esses e porque ela protege o solo instável da escarpa da ação direta da chuva, é que a preservação do que resta da mata tropical torna-se imprescindível.

b — a topografia tornou as escarpas norte e sul bastante contrastantes do ponto de vista climático, em função da insolação recebida por cada uma delas. A escarpa sul é mais fria e mais úmida. A diferença de umidade chega a influir na vegetação, pois desse lado a mata é mais densa e aparecem, em número maior, plantas como, por exemplo, as samambaias. Tal aspecto mereceria um estudo mais acurado por parte de especialistas em botânica. Já as diferenças encontradas entre os postos basais são devidas, principalmente, aos tipos de tempo reinantes e não às posições que ocupam em relação à Serra de Itaqueri;

c — a circulação regional teve o papel fundamental no comportamento de cada uma das posições estudadas em relação às demais. De modo geral, os tipos de tempo estáveis, com céu limpo, acentuaram as diferenças entre elas, enquanto as situações de céu encoberto contribuíram para levá-las a maior similaridade.

BIBLIOGRAFIA

- CONTI, J. B. *Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista*. São Paulo, Instituto de Geografia — USP, 1975.
- DE BIASI, M. Cartas de declividade: confecção e utilização. *Geomorfologia*, São Paulo, Instituto de Geografia — USP, (21): 8 — 13, 1970.
- GEIGER, R. *Manual de climatologia: o clima da camada de ar junto ao solo*. Tradução da 4ª edição alemã. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1961.
- MONTEIRO, C. A. de F. e TARIFA, J. R. Contribuição ao estudo do clima de Marabá: uma abordagem de campo subsidiária ao planejamento urbano. *Climatologia*, São Paulo, Instituto de Geografia — USP, (7): 1 — 51, 1977.
- TARIFA, J. R. Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos (SP) — Brasil. *Geografia*, Rio Claro, AGETEO, 2 (4): 59 — 80, 1977.

- TUBELIS, A. e NASCIMENTO, F. J. L. do **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo, Nobel, 1980.
- VILLA NOVA, N. A.; GODOI, C. R. de M.; FERRAZ, E. S. B.; OMETTO, J.C.; DECICO, A. e PEDRO JÚNIOR, M. J. — Radiação solar disponível a diferentes exposições, na ausência da atmosfera (radiação direta). **Boletim L. E. S.**, João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba, 1 (2): 57 – 78, 1974.