

A CLIMATOLOGIA E OS ESTUDOS GEOAMBIENTAIS NA BACIA DO RIO PIRACICABA-SP

Mirian Ramos Gutjahr*

1 . Introdução

A Climatologia, é um componente vital no que se refere à compreensão da Terra e deve ser levada em consideração em qualquer programa de gerenciamento ou desenvolvimento que tenha como objetivo deixar o planeta em melhores condições, elevar o padrão e a qualidade de vida da população que aqui vive.

2 . Objetivos

O objetivo particular desta análise, foi propor uma compartimentação do trecho da bacia em questão, em **unidades climáticas** e uma delimitação de seus atributos. As unidades climáticas forneceram um dos viéses para o objetivo geral de um projeto de pesquisa do Instituto Geológico, que foi a compatibilização do desenvolvimento socio-econômico com a recuperação e/ou preservação ambiental, em prol de um desenvolvimento sustentado. Visou também indicar a variabilidade climática dentro do período analisado

3 . Metodologia

A interrelação das estruturas espaciais e temporais da pluviosidade e da temperatura, juntamente com a influência geral dos sistemas atmosféricos na área, foi o método selecionado para se alcançar os objetivos propostos. Tal método encontra-se embasado na proposta de MONTEIRO (1973) de classificação climática para o Estado de São Paulo através do método da análise rítmica dos tipos de tempo. Os atributos climáticos quantitativos (chuva e temperatura) são correlacionados numa proposta de análise espacial, ligados aos mecanismos da circulação atmosférica e os resultados observados devem ser sempre considerados levando-se em conta o espaço geográfico onde os mesmos se definem. GUTJAHR (1993) e ZAVATINI (1992) aplicaram metodologia derivada dessa proposta no estudo de Unidades Climáticas na bacia do rio Ribeira de Iguape-SP e no Estado do Mato Grosso do Sul, respectivamente.

4 . A área de estudo

A porção média da bacia do rio Piracicaba, com direcionamento E-W, onde estão localizados os municípios de Americana, Cosmópolis, Holambra, Jaguariúna, Paulínia, Nova Odessa, Hortolândia e Sumaré, é composta pela área de confluência dos seus afluentes de maior expressão, os rios Jaguari e Camanducaia, Atibaia e ribeirão Quilombo. Essa porção, de acordo com MONTEIRO (op. cit.), encontra-se inserida no **Clima Zonal I**, mais especificamente no clima regional denominado '**Climas Tropicais alternadamente secos e úmidos**'. Segundo as unidades geomorfológicas, essa área encontra-se no centro da Depressão Periférica, abrigada a oeste por dois ramos do Planalto Ocidental e a leste pelos planaltos Atlântico e da Mantiqueira,

* Pesquisador Científico
INSTITUTO GEOLÓGICO - Secretaria do Meio Ambiente/SP
Av. Miguel Stéfano, 3900
04301-901 São Paulo/SP BRASIL

respondendo com moderada precipitação à passagem das três grandes correntes da circulação regional - correntes tropicais marítimas e continentais e correntes polares e das frentes polares. As chuvas, portanto, face a variabilidade dos estados atmosféricos e sob a influência dessas correntes de circulação, variam consideravelmente. O 'variável' nas chuvas, manifesta-se através das quantidades, duração, época, tipo de precipitação, etc. Daí o termo 'alternadamente secos e úmidos'.

5 . Material e Período de Observação

Para a confecção dos cartogramas de pluviosidade (especialização) foram utilizados dados pluviométricos mensais e totais anuais de 18 postos pluviométricos, no período de 1976 a 1990 (15 anos) fornecidos pelo Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo - DAEE -, conforme Quadro 01 que se segue:

<i>Código</i>	<i>Município</i>	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Altitude</i>
D3-023	Amparo	22°43'	46°50'	660 m
D3-031	Amparo	22°37'	46°51'	760 m
D3-042	Jaguariúna	22°40'	46°58'	570 m
D3-052	Pedreira	22°45'	46°56'	590 m
D4-004	Americana	22°42'	47°17'	540 m
D4-011	Campinas	22°58'	47°05'	630 m
D4-044	Campinas	22°53'	47°05'	710 m
D4-046	Campinas	22°47'	47°02'	600 m
D4-047	Campinas	22°50'	47°04'	630 m
D4-052	Cosmópolis	22°40'	47°13'	560 m
D4-064	Limeira	22°34'	47°22'	640 m
D4-079	Sta. Bárbara	22°49'	47°28'	600 m
D4-082	Jaguariúna	22°38'	47°03'	600 m
D4-083	Monte-Mór	22°56'	47°15'	610 m
D4-087	Sta. Bárbara	22°50'	47°26'	560 m
D4-088	Sta. Bárbara	22°45'	47°27'	540 m
D4-092	Capivari	22°53'	47°27'	570 m
D4-099	Artur Nogueira	22°34'	47°10'	640 m

Quadro 01

Devido à deficiência de dados de temperatura pertinentes à média bacia do rio Piracicaba, na sua área e entorno, a confecção de cartogramas de isotermas suficientemente representativos foi prejudicada. Obteve-se dados de apenas duas localidades: Cosmópolis (Usina Ester - D4-052) período 1991-1993 e Holambra Field Station (Zeneca - Fazenda Experimental - próximo a D4-082) período 1985-1993. Desse modo utilizou-se os valores obtidos através de cálculos de regressão expressos na obra 'Estimativa das temperaturas médias mensais para o Estado de São Paulo em função da altitude e da latitude'(PINTO et alli, 1972)

6 . Caracterização Climática

De acordo com MONTEIRO (op. cit.), o Estado de São Paulo encontra-se grosso modo sob a influência de dois climas zonais: (I) aquele controlado por massas de ar equatoriais e tropicais ao norte, correspondendo a cerca de 70% de sua área - o Clima Tropical e (II) aquele controlado por massas de ar tropicais e polares ao sul, abrangendo os 30% restantes - o Clima Sub-Tropical (Fig. 02).

O caráter de transição climática da área tende mais para os climas tropicais do que para os climas temperados. O desenrolar sazonal da precipitação constitui uma característica das mais importantes, determinando uma estação bastante chuvosa e outra menos chuvosa. Esse caráter de transição se reflete no regime térmico que revela a maior ou menor influência marítima, do relevo, da latitude e dos sistemas de circulação atmosféricos.

Enquanto de setembro a março há um predomínio de temperaturas mais ou menos elevadas, atingindo o máximo em dezembro e janeiro, de maio a agosto as temperaturas são sensivelmente mais baixas, atingindo o mínimo em junho e julho.

De acordo com SERRA (1960), a temperatura média anual para a área dos municípios estudados varia de 20^o a 18^oC. A média das temperaturas máximas varia em torno de 30^o a 32^oC, embora as máximas absolutas possam atingir de 37^o a 38^o C.

As mais baixas mínimas diárias na Região Sudeste, como em quase todo o Brasil, se verificam após a passagem de uma Frente Fria de origem subpolar, sob a ação direta do anticiclone polar. Nessas ocasiões o ar torna-se seco e o céu limpo, quando então a intensa radiação noturna faz registrar as temperaturas mínimas mais baixas da Região. Essas mínimas absolutas, na média bacia do rio Piracicaba, variam de 6^o a 4^o C, podendo eventualmente atingir 2^o C. A ocorrência de geadas na área é de menos de 1 dia por ano.

Com relação ao regime pluvial observa-se que o trecho médio da bacia do rio Piracicaba (vide Fig. 02) encontra-se sob a influência de uma faixa de intersecção que flutua de modo geral na direção Norte - Sul. Essa faixa sofre a atuação, ao longo do ano, de correntes tropicais marítimas e correntes polares, na proporção de 75% e 50% respectivamente. O contato entre essas correntes se traduz invariavelmente em precipitações pluviométricas, às vezes mais intensas, outras vezes mais reduzidas. O período de precipitações mais intensas nessa área é a primavera-verão, enquanto que o outono-inverno é o período de menor pluviosidade.

Outro tipo de chuva que também se observa na área é a chamada chuva de convecção, produzida pelos grandes cúmulo-nimbos que se formam no verão, significando as 'trombas d'água' que invariavelmente ocorrem à tarde e de modo mais localizado.

7. As Unidades Climáticas

Análise e discussão

Como subsídio à caracterização da estrutura têmporo-espacial da pluviosidade foram mapeados: um mês de pluviosidade extrema - Janeiro de 1977, um ano de pluviosidade extrema - 1983, um ano de pluviosidade reduzida - 1985 e a pluviosidade média da série 1976-1990.. A caracterização da pluviosidade pode ser sumarizada pela tendência geral observada em todos os cartogramas, ou seja, os maiores valores pluviométricos são observados na porção central da área estudada, ao longo do rio Atibaia, representada pelos municípios de Paulínia e Americana, especialmente a SE, na direção de Campinas. Tal fato sugere a direção de entrada das Frentes Polares, que em contato com as superfícies mais elevadas daquela área resultam em chuvas. As chuvas tendem a diminuir radialmente à medida que dirigem-se para SO, W e N.

Com base na análise dos totais mensais dos postos pluviométricos escolhidos, ao longo do período estudado, nota-se um comportamento diversificado no trecho médio da bacia em questão. Embora o regime pluviométrico seja basicamente o mesmo, como em grande parte do Estado de São Paulo, a distribuição temporal das chuvas sofre variações. O período mais chuvoso corresponde à primavera/verão com cerca de 900/1000 mm de chuva em no mínimo 45 dias e o período menos chuvoso no outono/inverno com cerca de 200/300 mm de chuva em 20 dias no máximo.

De acordo com o cartograma de temperaturas anuais médias produzido, pode-se observar que as maiores temperaturas (20,8°C) encontram-se preferencialmente a W nas várzeas menos elevadas dos rios Atibaia e Jaguari, sugerindo que a mesma tenda a se elevar à medida que se mova naquela direção. Em contrapartida, à medida que os terrenos apresentam-se mais elevados, especialmente à E da área, as temperaturas apresentam-se mais rebaixadas (19,5°C). Embora essa diferença não pareça significativa, dentro desse perfil, os municípios de Jaguariúna e Hortolândia nas suas porções mais a SE, oferecem maior conforto térmico em comparação com o restante da área estudada. Esses municípios, altamente urbanizados e com vegetação nativa quase que completamente modificada, devem apresentar relativo desconforto térmico durante o verão, quando as temperaturas extremas podem atingir 37 - 38°C.

7.1 . As Unidades Climáticas

As Unidades Climáticas e a delimitação de seus atributos, conforme a proposta inicial, podem ser observadas no - **cartograma síntese** e na **legenda** que o acompanha.

Segundo a concepção de MONTEIRO (op. cit.) a área foi dividida, com base na análise dos dados disponíveis, em dois compartimentos principais, Compartimentos I e II. Essa divisão baseou-se na porcentagem de atuação dos controles climáticos, ou seja, das massas de ar que atuam sobre a área: Compartimento I - representa a área dominada por massa de ar Tropical Marítima com índice de participação anual superior a 50%; Compartimento II - representa a área dominada por massas de ar Polar com índice de participação anual mínimo de 25%. Esse, é um limite regional e não deve ser considerado como um limite fixo, podendo flutuar consideravelmente, mais para o norte ou para o sul, de ano a ano ou em um período de anos.

Além dos controles climáticos, mencionados no parágrafo anterior, utilizou-se outros parâmetros para a busca das áreas de maiores afinidades, fatores que caracterizam a

unidade climática. Desse modo, utilizou-se o **regime pluvial**, subdividido em período chuvoso e período seco (ou menos chuvoso). Em toda a área observou-se que, de modo geral, o período chuvoso é representado pelos meses de outubro a março e o período seco pelos meses de abril a setembro. Utilizou-se também a **altitude** da área, visto a topografia estar intimamente relacionada à **temperatura**; a variação altimétrica observada é de 222 metros, ou seja, varia de 500 a 722m. No que se refere aos **atributos climáticos de superfície**, além da **temperatura média anual** estimada em °C, foram utilizados dados de **precipitação anual** máxima (1983), média (1976 a 1990) e mínima (1985), bem como os totais mensais do mês mais chuvoso (janeiro de 1977) dentro da área no período estudado.

Cada **compartimento** (I e II) foi subdividido em duas **células** A e B e estas em células menores que apresentaram maiores afinidades entre si. As células A de cada compartimento, de posição interna dentro da área estudada, são quase sempre as áreas de maior pluviosidade, enquanto que as células B representam menor pluviosidade. Como a temperatura varia com a altitude, as áreas mais elevadas apresentam as temperaturas mais reduzidas, que no **Mapa de Unidades Climáticas** estão representadas pelas sub-células IA2 e IIA1b. As áreas de valores altimétricos mais reduzidos são aquelas com temperaturas mais elevadas - IA1, IB e IIA1.

A **caracterização climática** de cada compartimento, células e sub-células complementares oferecem subsídios para estudos de correlação com outras áreas do conhecimento, como por exemplo a geomorfologia, a hidrogeologia, o gerenciamento e monitoramento ambiental, bem como o conhecimento mais específico e comparativo de cada município.

8 . Considerações Finais

A bacia hidrográfica, considerada unitariamente, apresenta inúmeras características fundamentais das quais podem ser destacadas as interações entre seus principais componentes. Portanto, solo e água como substrato, comunidades de animais e plantas, o homem e suas derivações, os efeitos do clima, interagem para apresentar especificidades características em cada bacia. Desse modo, ao se estudar apenas um trecho de uma bacia hidrográfica, o resultado final pode apresentar-se diferente do que seria, caso toda a bacia fosse analisada. A escala de trabalho, número de postos utilizados e sua espacialização, e o número de anos de dados em muito influenciam no resultado final. Deve-se levar em conta, portanto, que as unidades climáticas aqui oferecidas são passíveis de apresentarem configurações modificadas tão logo se complete o estudo climático da bacia como um todo.

9 . Bibliografia

- GUTJAHR, M.R. 1993. *Crêterios relacionados   compartimenta o climática de bacias hidrográficas: A bacia do rio Ribeira de Iguape. 180p.* Disserta o de Mestrado, Depto. de Geografia. FFLCH/USP. São Paulo.
- MONTEIRO, C.A.DE. 1973. *A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas.* IG/USP. São Paulo.
- PINTO, H.S., ORTOLANI, A.A. DE e ALFONSI, R.R. 1972. *Estimativa das temperaturas m dias mensais do Estado de São Paulo em fun o da altitude e da latitude.* IG-USP, Caderno de C ncias da Terra nr.23. São Paulo.
- SERRA, A. 1960. *Atlas Climatológico. Chuvas de Primavera no Brasil. Chuvas de Verão no Brasil. Chuvas de Outono no Brasil. Chuvas de Inverno.*, Min. da Agricultura - Serviço de Meteorologia, 244 p. Rio de Janeiro
- ZAVATINI, J. A. 1992 *A dinâmica climática no Mato Grosso do Sul.* GEOGRAFIA, Rio Claro, 17(2):65-91, outubro - São Paulo.

UNIDADES CLIMÁTICAS - Carta Síntese - LEGENDA

CRITÉRIOS		Controles climáticos	Regime Pluvial		Altitude em metros	Atributos climáticos de superfície					Algumas Características das Unidades	
UNIDADES CLIMÁTICAS			período			Precipitação anual em mm			Total mensal mês mais chuvoso Janeiro 1977	Temperatura média anual °C		
Region.	Sub-regionais		chuvoso	seco		mínima 1985	média 1976-1990	máx. 1983				
CLIMAS TROPICAIS ALTERNADAMENTE SECOS E ÚMIDOS	I	A1	Área dominada por massas de ar Tropical Marítima com índice de participação superior a 50%.	outubro a março	abril a setembro	520-672	>1200	1400-1500	2000-2500	350-500	20 - 20.8	Interflúvio entre os rios Atibaia e Jaguari com represa de Salto Grande e usina hidrelétrica. Grandes trechos com o cultivo de cana-de-açúcar (Usina Ester). Colinas amplas. Postos pluviom. D4-052 (>total pluviométrico mensal) e D4-004.
		A1a				560-620	>1200	>1450	2300-2500	>400	20 - 20.5	Várzea do rio Atibaia anterior à Represa de Salto Grande. Juntamente com II A1a forma a célula de maior índice de pluviosidade da área estudada.
		A1b				520	>1200	1400	2000	350-400	20.8	Juntamente c/ II A1b é o Sub-Compartmento de menor altitude e maior temperatura média de toda a área. Baixo curso do Rio Jaguari e início do Piracicaba.
		A2				580-732	1100-1200	1450-1500	2250-2350	350-400	19.5 - 20	Área com a topografia mais movimentadas maiores valores altimétricos dos dois compartimentos (I e II). Área urbana de Jaguariúna, cortada pelos Rios Jaguari e Camanducaia, área de mananciais.
		A2a				600-683	1100	1450	2250-2300	350	20	Interflúvio entre rios os Camanducaia e Camanducaia-Mirim. Posto pluviométrico D3-042.
		B				540-668	1100-1200	1400	2100-2200	300-400	20 - 20.5	Posto Pluviom. D4-082. Apresenta os valores pluviométricos mais reduzidos dentro do compartimento I. Compreende a área urbana de Cosmópolis e Holambra.
											Faixa de transição entre Compartimentos I e II. Pode apresentar-se mais larga. Passa sobre a área urbana de Paulínia e ao longo da margem esquerda da represa de Salto Grande.	
	II	A1	Área dominada por massas de ar Polar com índice de participação mínimo de 25%.	outubro a março	abril a setembro	520-680	1100-1200	1350-1450	2000-2450	300-400	19.5 - 20.8	Acompanha vale do ribeirão Quilombo com Americana, Nova Odessa, Sumaré e Hortolândia. Área altamente urbanizada.
		A1a				600-662	1150-1200	1450-1500	2300-2450	>400	20	Colinas amplas. Juntamente com II A2 forma a célula de maior índice de pluviosidade da área.
		A1b				520	>1200	1350-1400	2000	350	20.8	Juntamente c/ II A1b é o Sub-Compartmento de menor altitude e maior temperatura média de toda a área estudada.
		A2				>650	1100-1200	1400-1450	2100-2200	300-350	19.5	Nascentes do rio Hortolândia. Área mais elevada e de temperatura amena no compartimento II.
		B				560-666	1150-1100	1350-1400	2000-2100	300-350	20	Célula menos urbanizada dentro do compartimento II. Apresenta áreas de nascente de vários tributários do ribeirão Quilombo (margem esquerda).

FIG.09



