

1 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA BACIA DO RIBEIRÃO DOS PINHEIRINHOS

*GIOMETTI, Analúcia B. R.

** FERNANDES, Luciana B. R.

Introdução

A bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos situa-se na Região Sudeste, em pleno centro do Estado de São Paulo/Brasil, abrangendo os municípios de Torrinhã e Brotas.

Buscou, neste estudo, caracterizar a análise rítmica climática da área a través de uma ampla pesquisa abrangendo 23 anos de dados diários contínuos colhidos no próprio local, ou seja, na Usina Três Saltos de Torrinhã. Assim, foi possível levantar dados climáticos que abrangeram o período de 1.975 a 1.997. Definido o ano padrão da área, foi possível correlacioná-lo com a dinâmica anual da bacia enfocada e, com as características climáticas da região onde se insere.

A área apresentou as seguintes particularidades no intervalo da série histórica: temperaturas médias mensais oscilando entre 18,8°C a 26,0°C, com a média anual de todo o período de 23,19°C. Em todo o período estudado o mês mais chuvoso, fevereiro, pode chegar a 598 mm e os mais secos, julho e agosto, a zero milímetros de precipitação, com o ano padrão estabelecendo 1.561,45 mm.

Com este estudo foi possível concluir que há uma tendência a partir de 1.986, dos índices pluviométricos posicionarem-se acima dos 1.400 mm anuais, indicando uma propensão a maiores cotas nos últimos 11 anos. Mas, também possibilita afirmar que a partir de 1.989, houve uma queda da temperatura média anual com pequena tendência de ir se elevando ano a ano. Desta maneira é possível deduzir que na bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos houve, neste intervalo de tempo estudado, um aumento da pluviosidade anual associada a uma baixa nos índices térmicos .

* UNESP - Campus de Rio Claro

Pós-graduação em Geografia a nível de Doutorado

** UFSCar - Campus de São Carlos

Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais a nível de Mestrado 2

Metodologia e Técnica Utilizada na Manipulação dos Dados Climáticos O Sr. Rubens Abiati, responsável pelas instalações da Companhia Paulista de Força e Luz de Torrinhã (CPFL), possibilitou o acesso ao arquivo morto da Usina Três Saltos, através do qual houve a possibilidade de recuperar a Série Histórica Climática desta Região, onde se insere a bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos. Assim, foi possível levantar dados do acompanhamento diário da pluviosidade da Bacia desde 1975, os quais foram enriquecidos a partir de 1980 com os índices de temperatura máxima e mínima diária até o ano de 1997. Para a organização destes dados, utilizou-se o programa MS – Excel 5.0.

Com estes dados, que abrangeram um intervalo de 18 anos no elemento temperatura, foram inicialmente calculadas as médias diárias entre as oscilações máximas e mínimas no período de 24 horas. O passo seguinte foi o de calcular as

médias mensais e anuais com o intuito de conhecer o ritmo climático da região estudada. Os mesmos passos foram seguidos com os dados de precipitação, num intervalo de 23 anos.

A partir destes dados foram confeccionados, num primeiro momento, gráficos e tabelas de temperatura e precipitação que espelhassem as oscilações diárias. Logo em seguida, foram representados cartograficamente os dados de cada mês durante o período analisado.

Após esta etapa, foram calculadas e representadas cartograficamente as variações anuais. A partir deste momento foi possível se chegar às séries históricas que permitiram o conhecimento das flutuações climáticas e possibilitaram o estabelecimento do ano padrão para a bacia. Para cada ano foi feito, segundo a 3

técnica proposta por Gausson, a delimitação do período seco com a intenção de estabelecer com precisão os meses que apresentaram estiagens com carência hídrica.

Deste levantamento resultou a confecção e análise climatológica mensal e anual para todo o período pesquisado, caracterizando com precisão, através de histogramas, os períodos anuais chuvosos e secos, os anos com maior ou menor precipitação e temperatura, os quais possibilitaram definir o clima da área. Também foi possível acompanhar as tendências climáticas para o período estudado. Assim, tendo como embasamento teórico **PENTEADO (1971:57-58)**, foram interpretados e analisados dados de precipitação e temperatura com o intuito de caracterizar as condições gerais do clima desta região do Estado de São Paulo onde localiza-se a bacia aqui enfocada. Aliando este conhecimento com o conceito de ritmo climático definido por **MONTEIRO (1971: 4-6 e 9)**, foi possível caracterizar a análise rítmica climática do Ribeirão dos Pinheirinhos.

Caracterização Climática: Resultados e Discussão O conceito de ritmo, segundo **MONTEIRO (1971: 4, 6, 9)**, é a *“expressão da sucessão dos estados atmosféricos embasados nas variações anuais percebidas através das variações mensais e diárias dos elementos climáticos em sucesivos anos. Apenas a partir da escala diária é possível associar à variação dos elementos do clima os tipos de tempo que se sucedem segundo os mecanismos da circulação regional”*. 4

Tomando como básica esta premissa, buscou-se caracterizar a análise rítmica climática da bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos através de uma ampla pesquisa abrangendo 23 anos de dados diários contínuos colhidos no próprio local de estudo, ou seja, na Usina Três Saltos de Torrinha. O resultado deste trabalho está representado nas Tabelas 1 e 2, correspondendo à distribuição dos dados de pluviosidades mensais do período de 1975 a 1997 e os dados de temperaturas médias mensais entre o intervalo de tempo de 1980 a 1997. As sucessões anuais das temperaturas e precipitações foram associadas às condições dinâmicas da atmosfera.

A região estudada, por sua localização em relação ao Estado de São Paulo, sofre influência dos ventos de leste e nordeste, que são conseqüência do anticiclone semifixo do Atlântico Sul, que interfere na circulação atmosférica local, principalmente no verão. Nesta estação também há a atuação das massas Continental Tropical e Equatorial Continental, que são responsáveis pelo aumento pluviométrico através do efeito orográfico.

Nesta área, há ainda a atuação da Frente Polar que, penetrando com facilidade de sudeste para noroeste, ocasiona chuvas durante todo o ano, mais acentuadamente no inverno. Ambas as frentes: Tropical Atlântica e Polar, atuam pelo efeito de instabilidade basal decorrente do fator orográfico. Estas características topomorfológicas possibilitam que os sistemas tropicais continentais, tropicais marítimos e os sistemas polares encontrem seu equilíbrio dinâmico sobre a área de estudo, o que lhes confere a responsabilidade pelos períodos chuvosos e secos, como afirmam **MONTEIRO (1963:117-120) e PENTEADO (1971: 57). 5**

O alto e médio curso, por estarem localizados no Primeiro Degrau Estrutural do Reverso da Província das Cuestas Basálticas, conhecidas localmente como Serras de São Pedro e do Tabuleiro, sofrem a interferência do fator orográfico, pois neste local as altitudes variam de 800 a 930 metros, e por estas características morfológicas adquirem condições climáticas de planalto. Esta região do Estado de São Paulo, que abrange a Depressão Periférica e as áreas limítrofes formadas pelo rebordo das cuestas e os planaltos que as bordejam, por ser a zona de intersecção das três correntes principais da circulação atmosférica, tem a característica de ser uma área de domínio transacional (**PENTEADO, 1971:57**).

O relevo, ao facilitar a entrada das Frentes Polares, contribui com os rápidos resfriamentos que explicariam a ocorrência de granizo e, esporadicamente, geadas. Durante esta pesquisa, em trabalho de campo, foi registrada a queda de granizo no dia 22 de julho de 1995.

Deste levantamento realizado na bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, foi possível estabelecer dois períodos climáticos distintos em virtude dos volumes anuais, mensais e da distribuição dos períodos de chuvas, ou seja, uma estação chuvosa na primavera/verão e outra seca no outono/inverno. O período que apresentou um maior índice pluviométrico teve seu início no mês de janeiro estendendo-se até abril, para ser interrompido e só retornando em outubro, novembro e dezembro, quando fecha a estação chuvosa. Este período é seccionado pelos meses que vão de maio a setembro, em cujo intervalo são mais constantes os menores dados pluviométricos, que representam o período seco. O período chuvoso é dividido em dois blocos que se posicionam no início e final do ano. 6

A tropicalidade do clima também foi observada pelas diferenças térmicas, que possibilitam confirmar esses dois períodos: um mais quente, em que as temperaturas médias mensais variam entre 22,1°C e 28,9°C, e o mais frio, com médias de 16,2°C a 21°C (Tabela 2).

Buscando embasamento teórico em **NIMER (1989:306-307)**, é possível classificar esta ocorrência de períodos secos e chuvosos como sendo característica de Clima Tropical Subquente Úmido. Quando a pesquisa volta-se para o Sistema de Köppen, a área da bacia é enquadrada no Clima Subtropical Úmido (CWa), que apresenta inverno seco e estação chuvosa no verão.

O Boletim Fluviométrico No 5 (**São Paulo - Boletim Fluviométrico, 1976: Mapa nº 3**), que espacializa os tipos de clima na 2ª Zona Hidrográfica do Rio Tietê, com abrangência da Bacia do Rio Jacaré-Pepira, define esta região como CcW, onde (C) úmido, (c) subtropical e (W) com forte estiagem no inverno. Em Torrinha, no alto e médio curso fluvial, o mês mais quente geralmente é fevereiro e o mais frio

julho, significando um inverno curto de maio a setembro. A temperatura média anual oscila de 19,9 a 22 °C, sendo que o mês mais quente assinala 22,5°C e o mais frio 16,2°C, com 217 dias quentes com máxima maior que 25°C, 1.380 mm de chuvas médias anuais, 260 mm de chuvas no semestre seco e 23 mm de chuvas no mês mais seco. Em Brotas, no baixo curso fluvial, têm-se os seguintes índices: média anual 20,9°C, média do mês mais quente 23,6°C e do mês mais frio 17,0°C, 260 dias quentes com máxima maior que 25°C, 1.360 mm de chuvas médias anuais, 250 mm de média no semestre seco.

Dentro desta 2ª Zona Hidrográfica, está inserida a área do Ribeirão dos Pinheirinhos, que apresentou as seguintes particularidades no intervalo da série 7 histórica de 23 anos, que estabeleceu o ano padrão: temperaturas médias mensais oscilando entre 18,8°C e 26,0°C, com a média anual de todo o período de 23,19°C (Tabela 3). A temperatura máxima média mensal atingiu de 27°C a 28°C e a mínima média mensal ficou entre 16,2°C e 17,2°C (Tabela 2). Em todo o período estudado, o mês mais chuvoso chegou a 598,00 mm (fevereiro de 1995) de pluviosidade mensal e o mais seco a zero milímetros de precipitação (Tabela 1).

No ano padrão foi estabelecido 1.561,45 mm de pluviosidade média anual no período com oscilações de 36,49 mm a 88,85 mm de chuvas médias mensais no período seco, perfazendo um total médio de 297,82 mm e 1.263,63 mm no período chuvoso, correspondendo a 19,1% e 80,9%, respectivamente.

Comparando esta série histórica da bacia dos Pinheirinhos com os dados levantados por **GIOMETTI (1993:78)**, é possível estabelecer correlação com a área maior formada pelos treze municípios que compõem a bacia do Rio Jacaré-Pepira, e na qual se encontra a microrregião estudada (Tabela 4). O regime pluviométrico da bacia do Rio Jacaré-Pepira segue a mesma divisão, onde o período seco tem demarcado seu início entre abril/maio prolongando-se até os meses de setembro/outubro e o período chuvoso no início e final do ano. A distribuição pluviométrica na bacia do Rio Jacaré-Pepira concentra 78,1% das chuvas no período chuvoso e, na região estudada, 80,93% da precipitação é assinalada no mesmo período de máxima pluviosidade. A Tabela 3 e o Gráfico 1 representam o ano padrão da área de estudo, pois estabelecem a variação anual da pluviosidade e temperatura no intervalo de 23 anos, abrangendo o período de 1975 a 1997. Para esta região, podem ser considerados de 8 precipitação normal os anos de 1975 (1.523,00 mm), 1977 (1.510,20 mm), 1980 (1.562,00 mm), 1988 (1.507,00 mm) 1990 (1.506,60 mm) e 1994 (1.517,60 mm).

Segundo **SANTOS (1996: 125)**, a pluviosidade média do período 1941/1993, no Estado de São Paulo, foi de 1.543 mm anuais, enquanto que na área de estudo a variabilidade das chuvas, abrangendo a série temporal de 1975/1997, estabeleceu o índice de 1.561 mm (Tabela 3). Correlacionando o ano padrão com a dinâmica anual da bacia, foi possível definir os anos que se destacaram como os de maiores índices pluviométricos: 1976 (1.753,90 mm), 1983 (1.925,44 mm) e o ano de 1995 (2.107,90 mm). Neste mesmo período, os anos de 1979, 1981 e 1984, respectivamente com 1.201,10 mm, 1.297,60 mm e 998,80 milímetros, foram os menos chuvosos (Tabela 1).

O autor **SANTOS (op cit: 126)** afirma que no âmbito do Estado, os anos de 1976, 1982 e 1983 são anos muito chuvosos, isto vindo a refletir nos índices da bacia

dos Pinheirinhos, que também expressa dados de grande pluviosidade. Em contrapartida, episódios menos chuvosos foram registrados em 1984 e 1985 no Estado, o que coincide, na área de estudo, com o menor registro pluviométrico do período analisado, ou seja, 998,80 mm em 1984 (Tabela 1).

Em 23 anos, os meses mais chuvosos foram: fevereiro de 1995 (598,00 mm) e de 1993 (451,50 mm); janeiro de 1990 (437,20 mm), de 1995 (431,50 mm) e de 1997 (408,60 mm) e o mês de março de 1991 (439,20 mm). Destaque deve ser dado ao ano de 1995, que apresentou entre os meses de janeiro e fevereiro 1.029,50 mm de precipitação, portanto, o recorde em 23 anos, isto correspondendo a 49% de toda a precipitação deste ano que foi de 2.107,90 mm. Este alto índice concentrou-se em 19 dias de janeiro e em 18 dias de fevereiro. Esta elevada concentração pluviométrica foi registrada, de acordo com os anais da Usina Três Saltos, devido a enchentes de grandes proporções nos dias 13 de janeiro com 68,00 mm de precipitação, no dia 5 de fevereiro com 60,50 mm de chuvas e, em 12 de fevereiro, com 67,00 mm de pluviosidade. Neste estudo, houve a possibilidade de se levantar a distribuição diária da precipitação (Tabela 5), o que contribuiu para reafirmar **PENTEADO (1971:62)**, quando diz ser características do planalto de Torrinha a intensidade e o curto espaço de tempo em que caem as precipitações. Em todo o período analisado, a distribuição do total pluviométrico diário demonstra estas características, pois as chuvas são repentinas e de pouca duração, mas com um total elevado de precipitação. Para confirmar esta afirmação, por exemplo, tem-se o dia 16 de janeiro de 1990 com 86,80 mm, o dia 28 de março de 1991 com 78,10 mm e o dia 03 de fevereiro de 1993 com 88,50 mm. Como enfatizam **PENTEADO (1971:63)** e **MONTEIRO (1971:10-11)**, estas chuvas concentradas em um curto espaço de tempo desencadeiam um impacto pluvial capaz de intensificar os processos erosivos que atuam sobre os solos, muitas vezes expostos pelo calendário agrícola, carreando sedimentos para os leitos fluviais e acelerando a perda dos solos agrícolas, sobretudo nas áreas em desequilíbrio ecológico.

As “*águas de tempestade*”, como descreve **VERNIER (1994: 21)**, trazem consigo um grande volume de material em suspensão, que é carregado para o leito fluvial em um curto período de tempo, sobrecarregando-o com materiais provenientes da zona urbana (lavagem das ruas, tetos das casas e esgotos) e da zona rural (lavagem das estradas, dos solos, dos materiais tóxicos provenientes da agropecuária). 10

No período analisado, os meses de julho e agosto foram os que amostraram os menores índices pluviométricos de todo o período, indicando as taxas menos expressivas de pluviosidade, sendo que o mês de agosto assinalou 4 anos com taxas zero de precipitação em 1988, 1991, 1994, 1995. Em contrapartida, janeiro e dezembro concentraram o maior número de meses mais chuvosos (Tabela 1).

Fundamentando-se em **SANCHEZ (1994)***, é possível delimitar um intervalo de tempo onde a seca é acentuada na área da bacia, caracterizando-se por apresentar altas temperaturas e baixíssima umidade no ar, chegando a provocar estiagens prolongadas e carência hídrica, sendo que no período estudado este fato climático esteve oscilando entre os meses de junho, julho e agosto.

Os anos de 1985 e 1988 foram os que assinalaram o maior período seco no intervalo de tempo estudado, indo de junho a outubro no primeiro, perfazendo 5 meses, e de junho a setembro no segundo, o que corresponde a 4 meses (Gráfico 2.1.). Mas também foram assinalados quatro anos que se apresentaram atípicos, pois neles foram delimitados dois períodos secos. São eles: 1980 (1º período em maio, 2º período em junho-julho); 1984 (1º período em junho-julho, 2º período em outubro); 1987 (1º período em abril, 2º período em julho-agosto) e 1992 (1º período em junho e 2º período em agosto) (Gráfico 2.2.).

Quanto ao regime térmico, **Maier (1983, apud GIOMETTI, 1993:79)** assinala para o município de Brotas, portanto área do baixo curso do Ribeirão dos Pinheirinhos, no ano de 1980, as seguintes temperaturas médias: 23,7°C (janeiro), 26,0°C (fevereiro), 24,6°C (março), 23,5°C (abril), 21,0°C (maio), 17,8°C (junho), 17,4°C (julho), 20,5°C (agosto), 21,3°C (setembro), 24,5°C (outubro), 23,6°C (novembro) e 24,4°C (dezembro). Comparando com os dados climáticos da Série Histórica (Tabela 3), é possível estabelecer uma analogia entre os índices. Ao direcionar a análise para a Tabela 3, é possível afirmar que os meses de junho e julho apresentaram média de 18,9°C e 18,8°C no ano padrão, correspondendo ao período mais frio, mas chegando a registrar a menor média mensal em julho de 1996, com 16,2°C (Tabela 2). O oposto foi encontrado no ano padrão, nos meses de janeiro com 25,9°C, fevereiro e dezembro com 26°C, que apresentaram os maiores índices de temperatura (Tabela 3). Mas chegou-se a registrar o valor médio mensal máximo de 28,9°C em dezembro de 1996, que vem a ser também apontado como o mês mais quente no intervalo de 18 anos (Tabela 2). Correlacionando as Tabelas 1 e 2, pode-se afirmar que os meses mais quentes, janeiro, fevereiro e dezembro, são também os mais chuvosos. A observação da distribuição diária da temperatura permitiu definir o ano padrão, através da variação média anual no período de 1980 a 1997, que estabeleceu o índice de 23,19°C como padrão (Tabela 3). Assim, para a bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, podem ser considerados como de temperaturas normais os anos de 1982 (23,38°C), 1983 (23,57°C), 1986 (23,53°C), 1988 (23,27°C) e 1997 (23,44°C). Já os anos de 1989 (21,45°C) e 1992 (21,77°C) são considerados como anos frios. Os anos com temperaturas mais elevadas, portanto considerados quentes, foram os de 1980 (24,31°C), 1981 (24,68°C), 1984 (24,42°C), 1985 (24,81°C) e 1987 (24,46°C). Os anos de 1981 e 1984 são atípicos na série histórica, pois destacaram-se como sendo os mais quentes (com 24,68 °C e 24,42°C) e mais secos (1.297,60 mm e 998,80 mm) de todo o período analisado, além de ser ano de 1984 também o que apresentou dois períodos secos. Em 1990, na Segunda Conferência Mundial do Clima realizada na cidade de Genebra, algumas constatações foram feitas. Dentre elas, a de que as emissões antropogênicas estão trazendo como consequência um aquecimento adicional da superfície terrestre de 0,3 a 0,6°C em média global nos últimos 100 anos, sendo que os cinco anos mais quentes vieram a ocorrer no decênio de 1980 (**SANTOS, 1996: 112**).

O reflexo deste aquecimento climático global foi constatado na área de estudo, pois as temperaturas médias anuais foram mais elevadas na década de 80 em relação aos anos posteriores.

Quando a análise recai por sobre os dados pluviométricos da Série Histórica (1975 a 1997), percebe-se que há uma tendência, a partir de 1986, dos índices posicionarem-se acima dos 1.400 mm anuais, indicando uma propensão a maiores cotas de precipitação nos últimos 11 anos (Tabela 1 e Gráfico 3).

Voltando a atenção para a Tabela 6 e o Gráfico 4, nota-se que a partir de 1.989 houve uma queda da temperatura média anual, que de patamares mais expressivos passou a assinalar menores índices, mas com uma pequena tendência a ir se elevando ano a ano. Correlacionando com o Gráfico 3, é possível afirmar que houve um aumento da pluviosidade anual associado a uma baixa dos índices térmicos na bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos de 1989 até 1997. 13

Bibliografia

GIOMETTI, A. B. R. *Contribuição do Diagnóstico e Macrozoneamento da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Pepira /SP*. Rio Claro, 1993.187p. Dissertação (Mestrado) – IBGE, UNESP.

MAIER, M. H. *Geoecologia, hidrografia, hidroquímica, clima e processos antrópicos da Bacia do Rio Jacaré-Pepira*. São Carlos, 1983. 219p. Tese (Doutorado) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de São Carlos.

MONTEIRO, C. A. F. O clima da Região Sul. In: *Geografia do Brasil*. v. IV, t.1. Rio de Janeiro, IBGE/CNG, 1963. p. 117 – 169.

MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em climatologia, problemas da atualidade em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. In: *Climatologia*, São Paulo (USP – Instituto de Geografia) n.1, p.1 – 21, 1971.

NIMER,E. *Climatologia do Brasil*. 2 ed. Rio de Janeiro, IBGE, 1989. 421p.

PENTEADO, M. M. Caracterização climática do planalto de Torrinha – São Pedro e Brotas (SP). In: *Notícia Geomorfológica*, 22, p. 57 – 69, dez. 1971.

SANTOS, M.J.Z. Mudanças climáticas no Estado de São Paulo. In: *Geografia*, Rio Claro, v. 21, n. 2, p. 111 – 172, out. 1996.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Obras e do Meio Ambiente - Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAAE) - Segunda Zona Hidrográfica. Dados fluviométricos coligidos até 1970 no Baixo e Médio Tietê e seus afluentes. In: *Boletim Fluviométrico*, São Paulo, n. 5, 87 p, 1976.

VERNIER, J. *O meio ambiente*. Campinas, Ed. Papyrus, 1994. 132 p.