

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIO JACARÉ PEPIRA (47°55' - 48°55'W  
E 22°30' - 21°55'S - SP - BRASIL)

[Morphometric analysis of Jacaré Pepira River Basin (47°55' - 48°55'W and  
22°30' - 21°55'S - São Paulo State - Brazil)]

Maria Helena MAIER<sup>1</sup>  
Mário TOLENTINO<sup>2</sup>

RESUMO

Com base em medidas morfométricas, este trabalho descreve aspectos da drenagem do ecossistema da Bacia do Rio Jacaré Pepira, como parte de um estudo que envolveu outros aspectos fisiográficos, tais como geologia, geomorfologia e pedologia. Juntamente com o clima da região, o levantamento destas características serviu de base ao estudo de qualidade da água do rio principal e da influência do uso da terra e da água sobre a mesma.

PALAVRAS-CHAVE: bacia hidrográfica, fisiografia, morfometria fluvial, rio, região tropical

ABSTRACT

Based on morphometric measurements, this paper describes the Jacaré Pepira River Basin ecosystem as part of a study comprising physiographic aspects, as geology, geomorphology, and pedology. Together with the regional climate, the characteristics listed served as a support to analyse the water quality of the main river, as well as the influence of the soil and water uses on water quality.

KEY WORDS: hydrographic basin, physiography, fluvial morphometry, river, tropical region

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte de uma pesquisa maior que visa ao estabelecimento de relações entre os ecossistemas terrestre e aquático, sob a influência do clima, ocupação e uso da terra e utilização da água da Bacia do Rio Jacaré Pepira. O estudo mais geral foi apresentado por MAIER (1983) e vem sendo detalhado em publicações subseqüentes. O levantamento morfométrico é parte da descrição fisiográfica que incluiu o estudo da geologia, geomorfologia e pedologia. A fisiografia, a ocupação política da terra e a cobertura vegetal serviram ao estabelecimento do perfil que definiu o ecossistema terrestre - bacia de drenagem do Rio Jacaré Pepira (MAIER & TOLENTINO, 1986).

O estudo do ecossistema aquático foi baseado no levantamento da qualidade física

e composição química da água ao longo do rio principal (MAIER, 1986) e no levantamento do uso antrópico da água dos vários rios que formam a bacia.

As relações entre o meio terrestre e o aquático foram estabelecidas pelo estudo da influência da geologia, geomorfologia e pedologia sobre a qualidade da água ao longo do rio (MAIER, 1986; MAIER; TAKINO; TOLENTINO, 1986a) e pelo estudo da capacidade assimiladora do rio em face da pressão antrópica de utilização da terra e da água (MAIER; TAKINO; TOLENTINO, 1986b).

A influência do clima sobre a qualidade da água foi estabelecida no estudo sobre o comportamento sazonal da água do rio (MAIER & TOLENTINO, 1988).

Como última publicação da pesquisa glo-

(1) Pesquisador Científico (Bolsista do CNPq) - Seção de Limnologia - Divisão de Pesca Interior - Instituto de Pesca - CPA/SA  
Endereço/Address: Av. Francisco Matarazzo, 455 - CEP 05031-900 - São Paulo - SP  
(2) Químico, Professor Aposentado da Universidade Federal de São Carlos  
Endereço/Address: Rodovia Washington Luiz - km 235 - CEP 13560 - São Carlos - SP

bal (MAIER, 1983) e respeitando a subdivisão em trechos Superior, Médio e Inferior estabelecida por MAIER & TOLENTINO (1986), este trabalho descreve alguns parâmetros

morfométricos das vinte quatro sub-bacias que formam a bacia de drenagem do Rio Jacaré Pepira.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A descrição das características morfométricas da Bacia do Rio Jacaré Pepira foi feita através de valores medidos diretamente em mapas e de índices, isto é, relações e valores numéricos que definem a natureza do sistema de drenagem (QUADRO 1).

Os dados foram obtidos a partir das cartas topográficas do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, na escala 1:50000 folhas, de Ibitinga, Nova Europa, Boa Esperança do Sul, Araraquara, Ibaté, Bariri, Dourado, Ribeirão Bonito, São Carlos, Dois Córregos, Brotas, Itirapina, Santa Maria da Serra e São Pedro do Estado de São Paulo (IBGE, 1969; 1971; 1972; 1974). Os parâmetros como perímetro e comprimento, foram medidos com auxílio de curvímeter e as áreas determinadas por método gravimétrico.

A bacia foi reproduzida, por cópia em papel vegetal, conectando-se as folhas cartográficas acima citadas, para a obtenção de um mapa (escala 1:50000) contendo a rede de drenagem e os contornos da bacia e sub-bacias. A bacia propriamente dita, as sub-bacias dos seus principais afluentes bem como os trechos que incluem o canal principal e cursos d'água sem nomenclatura (interbacias não consideradas isoladas do canal principal) foram delimitados pelos divisores de água identificados pelas cotas topográficas registradas nas cartas utilizadas (IBGE, 1969; 1971; 1972; 1974).

Como Bacia das Nascentes considerou-se o trecho mais a montante, englobando os

córregos Recreio na margem direita e São João, Porto do Coqueiro, Divisa e Tapera na margem esquerda, córregos esses que não tiveram suas bacias delimitadas e portanto foram considerados da mesma forma que as interbacias.

A sub-divisão da bacia em trechos (justificados por características fisiográficas) Superior, Médio e Inferior já foi publicada por MAIER & TOLENTINO (1986) ao descreverem a geologia e geomorfologia e discutirem o conteúdo iônico da água, do Rio Jacaré Pepira, em cada um desses trechos.

As bacias consideradas foram as seguintes: nascentes, ribeirão dos Bicudos (ou Sítio Velho) e Córrego Água Branca (ambos afluentes da margem esquerda) no trecho Superior; ribeirões Pinheirinhos (ou Jardim), Tamanduá, Gouveia, Rasteira, Bonito, Boa Vista, Bebedouro, Dourado e Vermelho na margem direita e Claro (ou Varjão), Pinheirinho (ou Cachoeira), Peixe, Barreiro, Figueira e Boa Vista do Batista, na margem esquerda, no trecho Médio; ribeirões Potreiro, na margem direita e Bocaina, Curralinho, Três Barras, Santo Antonio e Barra Mansa na margem esquerda, no trecho Inferior da Bacia do Rio Jacaré Pepira.

Com o objetivo de verificar as semelhanças entre as várias sub-bacias que compõem a drenagem do Rio Jacaré Pepira, aplicou-se a técnica de análise de aglomerados segundo PARKS (1966), utilizando-se os valores dos diferentes índices morfométricos calculados.

QUADRO 1

Bacia do Rio Jacaré Pepira - Relação das características morfométricas da bacia considerada

<b>M</b> margem direita (D) e esquerda (E)	<b>Cm</b> = $1/Dd$ expresso em $km^2/km$ coeficiente de manutenção (SCHUMM, 1956)
<b>OC*</b> ordem do canal principal (GRAVELIUS, 1914 modificado STRAHLER, 1952)	<b>Eps</b> = $1/2Dd^2$ ( $km^2/km$ ) extensão do percurso superficial (HORTON, 1945)
<b>oc</b> ordem do canal oc1...oc6 (GRAVELIUS, 1914 modificado STRAHLER, 1952)	<b>Ge</b> = $(gc/gb)100(\%)$ gradiente do canal
<b>n</b> número de canais: n1...n6 ( $n^\circ$ de canais de cada ordem)	<b>gc=L/(An-Af) gb=L/(Am-Af)</b> (HORTON, 1945 e SCHUMM, 1956)
<b>C (km)</b> comprimento total dos canais de cada ordem c1...c6	<b>Rr</b> = $gb/L$ (m/m) relação de relevo (SCHUMM, 1956)
<b>cm</b> comprimento médio dos canais de cada ordem cm1...cm6	<b>Rb**</b> = $\Sigma n/\Sigma(n+1)$ relação de bifurcação (HORTON, 1945)
<b>A (km<sup>2</sup>)</b> área da bacia e sub-bacias	<b>Rbp</b> = média da $\Sigma[Rb(n)]$ por ordem: relação ponderada média de bifurcação (HORTON 1945)
<b>P (km)</b> perímetro da bacia e sub-bacias	<b>Rc</b> = relação de comprimento Relaciona o comprimento médio: $Oc(x+1)/Oc(x)$ (HORTON, 1945)
<b>L (km)</b> comprimento paralelo ao canal principal de cada bacia (SCHUMM, 1956)	<b>Ico</b> = $L/\sqrt{A}$ índice entre comprimento e área (CHRISTOFOLETTI & PEREZ FILHO, 1976)
<b>An (m)</b> altitude das nascentes	<b>* 1º ordem</b> = canal sem afluentes, 2º, com 1 afluente; junção de 2 canais de mesma ordem forma canal de ordem imediatamente superior.
<b>Af (m)</b> altitude da foz de cada canal	<b>**</b> quando calculado com as médias de número de canais por ordem, será constante para todas as ordens de determinada bacia.
<b>Am (m)</b> altitude máxima de cada bacia	Observação: Os parâmetros referentes ao canal principal, foram medidos nos trechos que englobam desde suas nascentes até o ponto considerado.
<b>K</b> = $P/[2\sqrt{(\pi A)}]$ : índice de forma	
<b>d</b> = $[2\sqrt{A/\pi}]$ : diâmetro de um círculo de área A	
<b>Re</b> = $d/L$ (quando $Re=1$ , bacia = círculo) índice de relação ou alongação (SCHUMM, 1956)	
<b>Dh</b> = $n/A$ ( $n^\circ$ de canais/ $km^2$ ) densidade hidrográfica (HORTON, 1945 e FREITAS, 1952)	
<b>Dd</b> = $C/A$ ( $km/km^2$ ) densidade de drenagem (HORTON, 1945 e FREITAS, 1952)	
<b>Tt</b> = $\text{antlog}[0,219649+(1,115 \log Dd)]$ textura topográfica (SMITH, 1950, modificado FREITAS, 1952)	

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados (TABELAS 1 e 2) mostram que a Bacia do Rio Jacaré Pepira tem aproximadamente  $2670 km^2$  e amplitude altimétrica de 640 m. Seu canal principal é de 6º ordem e percorre 187 km. Aproximadamente 10 km da nascente, atinge a ordem 4ª e, após percorrer mais 2,5 km, já alcança a 5ª. Só 37,5 km a jusante, recebe o Rio Pinheirinho ou Cachoeira, passando então à ordem 6ª. Até

atingir sua foz, 137,5 km a jusante, o rio principal não recebe nem um outro afluente de ordem igual ou superior.

As medidas morfométricas básicas tomadas na Bacia do Rio Jacaré Pepira evidenciaram 24 sub-bacias com áreas, em geral, inferiores a  $100 km^2$ , valor que só é atingido por aquelas dos ribeirões Tamanduá, Pinheirinho ou Cachoeira, Figueira, Bebedouro e Potreiro.

Estes encontram-se entre os mais longos sendo, o segundo, aquele que apresenta o maior canal principal.

Os levantamentos particulares das sub-bacias mostram que aquela do Ribeirão do Pinheirinho (ou Cachoeira) é a única que atinge a ordem 5ª. O longo comprimento do canal principal é responsável pelo valor elevado da relação de comprimento entre canais de 5ª e 6ª ordens.

Segundo NAIMAN & SEDELL (1981), a maior produção bruta e o maior conteúdo iônico da água de uma bacia não são gerados nos rios de ordens mais baixas. Com base nessas observações, poder-se-ia supor que no Rio Jacaré Pepira a maior contribuição iônica ocorreria na Bacia Inferior onde o rio atinge a 6ª ordem. Entretanto, MAIER (1983) e MAIER; TAKINO; TOLENTINO (1986 a) observaram que o conteúdo iônico cresce ao longo do rio sem evidenciar elevação abrupta após atingir a 6ª ordem.

Isto, provavelmente, se deve ao fato da drenagem ser realizada principalmente por rios de ordem baixa. Assim, 98,46 % do total de rios que compõem a bacia são de 1ª a 3ª ordens e correspondem a 83,85 % da somatória do comprimento total de todos os canais que compõem a rede de drenagem da Bacia do Rio Jacaré Pepira. O restante da drenagem é efetuado pelo canal de 6ª ordem que representa 0,05 %, com 5,2 % do comprimento total e pelos de 4ª e 5ª ordens, que também não são expressivos: 1,3 e 0,2% do número e 7,7 e 3,1% do comprimento total de canais, respectivamente.

A grande maioria dos canais da Bacia do Jacaré Pepira é de 1ª ordem (76,2%). Os rios das demais ordens são pouco numerosos, 17% pertencem à 2ª, 4,4% à 3ª e 1,2% à 4ª. Apenas 3 sub-bacias (Figueira, Pinheirinho e Bebedouro) apresentam canais de 5ª ordem, e a 6ª ordem só foi atingida pelo próprio Rio Jacaré Pepira não justificando o cálculo da relação de bifurcação para essas ordens.

STRAHLER (1957) cita que a relação de bifurcação é um número que varia pouco de um ambiente para outro ou de uma região para outra, exceto onde o controle geológico é a força dominante na determinação da forma do sistema de drenagem. Anteriormente, o mesmo autor, STRAHLER (1952), encontrou relações entre rios de 1ª e 2ª ordens variando entre 3,55 e 5,29 e entre os de 2ª e 3ª, variando entre 3,62 e 5,67. Outros autores também encontraram faixas de valores que se mesclam, discordando das conclusões de Horton, discutidas por STRAHLER (1957).

HORTON (1945), ao propor tal relação, trabalhando com bacias hidrográficas distintas, verificou que valores de relações de bifurcação ao redor de 2 eram encontrados em bacias de drenagem localizadas em regiões planas ou onduladas. Valores mais altos, até 3 ou 4, eram característicos de regiões montanhosas ou de bacias de drenagem altamente dissecadas.

Como consequência da geologia e do caráter geomorfológico escalonar, a Bacia do Jacaré Pepira apresenta porcentagens elevadas de gradientes de canal. O aspecto escalonar da Bacia do Jacaré Pepira está presente em praticamente todos os canais, desde aqueles de 1ª ordem até o canal principal após atingir a 6ª ordem. Tal fato redundou em relações de bifurcação variadas, impossibilitando o estabelecimento de padrões e mesmo comparações com, os padrões propostos por HORTON (1945) e por STRAHLER (1952 e 1957).

Na Bacia do Rio Jacaré Pepira, a relação de bifurcação não apresentou, proporcionalmente, uma variabilidade tão grande quanto a ponderada. Os valores registrados entre canais de 1ª e 2ª ordem variaram entre 2,8 (Rb1/2 da sub-bacia das nascentes) e 6,5 (Rb1/2 do Ribeirão Bonito) localizado no trecho Médio. Entre as 24 sub-bacias, 13 apresentaram valores de Rb entre 4,1 e 4,9 (inclusive). Já, a razão ponderada entre essas ordens, apresentou valores muito baixos como 24,0

(Rbp1/2 do Ribeirão Dourado) e muito altos como 1035,4, Rbp1/2 registrado no Ribeirão Pinheirinho ou Cachoeira, ambos localizados no trecho Médio da bacia. O primeiro, possui a menor densidade de drenagem e o segundo a maior área.

Entre os canais de 1ª e 2ª ordens, pertencentes às várias sub-bacias, as relações de bifurcação simples e ponderada apresentaram os valores extremos no trecho Médio da Bacia do Jacaré Pepira. O menor valor da relação simples, 3,0 foi registrado no Ribeirão Dourado e o maior no Ribeirão Boa Vista do Batista. Já os valores extremos da relação ponderada (24,0 e 1035,5) ocorreram, respectivamente, no Ribeirão Dourado e Ribeirão Pinheirinho ou Cachoeira).

Entre os canais de 2ª e 3ª ordens os valores extremos das relações de relevo também foram registradas no trecho Médio da bacia sendo os maiores nos ribeirões Bonito, Dourado e Boa Vista do Batista ( $Rb2/3 = 2,0$  e  $Rbp2/3 = 6,0$ ) e os menores nos ribeirões da Rasteira ( $Rb2/3 = 5,5$ ) e Pinheirinho ou Cachoeira ( $Rbp2/3 = 262,3$ ).

Entre os canais de 3ª e 4ª ordens, os menores valores  $Rb3/4 = 2,0$  e  $Rbp3/4 = 6,0$  foram registrados em 6 sub-bacias que pertencem tanto ao trecho Médio (ribeirões Jardim ou Pinheirinhos, Claro ou Varjão e Boa Vista) como ao Inferior (ribeirões Potreiro, Três Barras e Santo Antonio). Os maiores valores ocorreram nos ribeirão do Peixe ( $Rb3/4 = 5,0$ ), e Pinheirinho ou Cachoeira ( $Rbp3/4 = 53,2$ ) ambos localizados no trecho Médio da bacia.

A Bacia do Rio Jacaré Pepira é bastante alongada como mostra seu índice de forma,  $K = 1,90$ . Entre as sub-bacias, os valores mais frequentes estão entre 1,41 e 1,50 (9 bacias). O maior valor desse índice (1,86) é apresentado pela sub-bacia do Ribeirão Tamanduá, afluente da margem direita, no trecho Médio do rio, e o menor valor (1,18), pela sub-bacia do Ribeirão Santo Antonio, margem esquerda, trecho Inferior.

O caráter alongado da bacia do rio principal é demonstrado também pelo elevado índice entre comprimento e área ( $Ico = 2,6$ ) e pela relação de alongação ( $Re = 0,44$ ). Entre as 24 sub-bacias, 58% dos valores desta relação estão entre 0,55 e 0,67. O maior valor ( $Re = 0,87$ ) corresponde à sub-bacia das nascentes e o menor, à do Ribeirão Vermelho ( $Re = 0,21$ ). Este, afluente da margem direita do trecho Médio, corre paralelamente ao Ribeirão Dourado.

Estes dois últimos são os únicos canais da Bacia do Jacaré Pepira, a apresentar afluentes em uma única margem, no caso, a esquerda. Isto se deve à sua localização em vertente de serra de alta declividade que lhes confere gradiente de canal elevados ( $Gc = 90,9$  e  $91,2\%$ ).

A relação de relevo destes dois ambientes (ribeirões Vermelho e Dourado) deveria ser bastante similar pois, segundo MAIER & TOLENTINO (1986), têm suas nascentes no arenito fino da Formação Adamantina e drenam as rochas basálticas, da Formação Serra Geral em escarpas festonadas de alta declividade. Ambos desagüam, no Rio Jacaré Pepira, sobre arenitos da Formação Botucatu.

Assim como a grande maioria dos canais que formam a Bacia do Rio Jacaré Pepira, os ribeirões Vermelho e Dourado têm, como característica comum, aspecto geomorfológico escalonar. Em geral, a baixa declividade dos planaltos areníticos facilita a formação de regiões pantanosas, enquanto a alta declividade das escarpas basálticas propiciam a formação de cachoeiras, cascatas e corredeiras. Nas áreas mais íngremes, os vales se estreitam em anfiteatros de erosão que progridem pela ação das cachoeiras que os formam (MAIER & TOLENTINO, 1986).

Apesar dos ribeirões Vermelho e Dourado possuírem áreas e perímetros semelhantes ( $A = 27,0$  e  $22,5$  km<sup>2</sup> e  $P = 30,0$  e  $26,0$  km), tanto o comprimento dos canais (29,5 e 17,0 km, respectivamente), quando o

comprimento das bacias na direção do canal principal ( $L = 28,0$  e  $10,5$  km, respectivamente), são sensivelmente distintos o que lhes confere diferentes relações de relevo ( $Rr = 1,0$  e  $2,6$  m/m). Assim, estes últimos valores, por si só, não descreveriam o desnível e percurso praticamente paralelo dos dois ambientes; apesar de apresentarem densidade de drenagem baixa (respectivamente  $Dd = 1,09$  e  $0,76$  km/km<sup>2</sup>), a bacia do Ribeirão Vermelho não está entre as sub-bacias do Jacaré Pepira de menor densidade de drenagem, como é o caso do Ribeirão Dourado.

Comparando-se os valores das 24 sub-bacias a do Ribeirão Dourado encontra-se entre aquelas que apresentam os mais baixos valores de densidade hidrográfica ( $Dh = 0,4$  canal por km<sup>2</sup>), de densidade de drenagem ( $Dd = 0,76$  km de canal por km<sup>2</sup> de área de bacia) e de textura topográfica ( $Tt = 1,21$ ) e os mais altos de área mínima para manter um canal permanente ( $Cm = 1,32$  km<sup>2</sup>/km) e, conseqüentemente, é longo o percurso das enxurradas até encontrar um canal permanente ( $Eps = 0,66$  km<sup>2</sup>/km).

A sub-bacia das nascentes, como já foi dito, foi a que apresentou a maior relação de alongação ( $Re = 0,87$ ), seguida pelas dos ribeirões dos Bicudos (ou Sítio Velho) (margem esquerda, drena Bacia Superior) e Boa Vista (margem direita, Bacia Média). A própria fórmula de obtenção desse índice mostra que quando esse valor for igual a um a bacia terá a forma de um círculo.

Reafirmando sua forma arredondada contrastante com a alongada da maioria das sub-bacias, a do Ribeirão dos Bicudos apresenta um dos menores índices de forma ( $K = 1,26$ ) bem como índice entre comprimento e área ( $Ico = 1,5$ ). O comportamento desse ambiente é inverso ao do Ribeirão Dourado, pois, enquanto este apresenta densidade hidrográfica entre as de menor valor, aquele apresenta a de maior valor.

A sub-bacia do Ribeirão dos Bicudos é,

dentre as que formam o Rio Jacaré Pepira, a de menor área ( $A = 21,0$  km<sup>2</sup>). Seu perímetro está entre os menores ( $P = 20,5$  km) bem como o comprimento linear da bacia ( $L = 7,0$  km). Proporcionalmente à área que drena, esta microbacia possui um número relativamente grande de canais ( $Dh = 2,24$  canais/km<sup>2</sup>) de longo percurso ( $Dd = 1,79$  km/km<sup>2</sup>) que contribuem para o progresso do estado erosivo dessa microbacia ( $Tt = 3,17$ ). É muito pequena a distância média que a enxurrada percorre até encontrar um canal permanente ( $Eps = 0,28$  km<sup>2</sup>/km), como também o é, a área mínima para manter tais canais ( $Cm = 0,56$  km<sup>2</sup>/km).

O tipo de rede de drenagem fornece informações sobre o comportamento da bacia. A densidade da drenagem é condicionada pela porosidade e permeabilidade das rochas da bacia. Segundo BOSIO (1973), rede de drenagem de baixa densidade é, em geral, condicionada por predomínio de infiltração sobre escoamento.

A sub-bacia do Ribeirão dos Bicudos apresenta densidade de drenagem ( $Dd$ ) de  $1,79$  km de canal por km<sup>2</sup> de área da bacia, portanto drenagem mais concentrada que a do Ribeirão Dourado que é de  $0,76$  km/km<sup>2</sup>. Sendo assim, os terrenos drenados por aquele ribeirão facilitariam um predomínio de escoamento sobre infiltração.

Segundo MAIER & TOLENTINO (1986), a bacia do Ribeirão dos Bicudos tem suas nascentes no topo da Serra de São Pedro. Sua maior área drena o patamar que define o intervalo entre o primeiro e o segundo degrau dessa serra. A Serra de São Pedro modela a Formação Itaqueri onde arenitos com cimento argiloso são predominantes. O cimento argiloso facilita a impermeabilização do arenito.

O levantamento morfológico da Bacia do Rio Jacaré Pepira revelou baixa densidade hidrográfica ( $Dh = 0,68$  canal/km<sup>2</sup>) e baixa densidade de drenagem ( $Dd = 99$  km/km<sup>2</sup>), se comparada a de seu afluente Ribeirão dos

Bicudos, que possui a maior delas ( $D_h = 2,24$  canal/km<sup>2</sup>). Entretanto, aquele valor é maior que o encontrado para 50% das demais sub-bacias.

Na Bacia do Rio Jacaré Pepira, o percurso das enxurradas até encontrar um canal permanente ( $E_p = 0,51$  km<sup>2</sup>/km) não é longo e é relativamente pequena a área necessária para mantê-lo ( $C_m = 1,01$  km<sup>2</sup>/km). Considerando-se as 24 sub-bacias, não se observa relação entre tais parâmetros e a localização, de cada uma delas nos trechos Superior, Médio e Inferior da bacia. Aproximadamente metade dos valores encontram-se nas classes de  $E_p = 0,34$  a  $0,56$  km<sup>2</sup>/km e  $C_m = 0,69$  a  $1,14$  km<sup>2</sup>/km.

O relevo da Bacia do Rio Jacaré Pepira é acentuado ( $G_c = 86,7\%$ ) e, segundo a linha de direção principal, é, em geral, de alta declividade ( $R_r = 0,5$  m/m). Entre as sub-bacias, o maior valor foi verificado no Ribeirão do Pinheirinho ou Cachoeira, que atinge 99,0%.

Este ribeirão tem características muito peculiares; nasce na Serra de São Pedro, próximo às nascentes do Jacaré Pepira, drena o Município de Torrinha e vai desaguar a jusante da zona urbana da Cidade de Brotas. Seu canal é um dos três afluentes que atingem a 5ª ordem e sua malha de drenagem é bastante concentrada como mostram os altos valores de densidade hidrográfica e densidade de drenagem ( $D_h = 1,09$  canais por km<sup>2</sup>, e  $D_d = 1,52$  km de canais por km<sup>2</sup> da área da bacia).

O menor gradiente ( $G_c = 68,3\%$ ) foi registrado na Bacia Inferior do Rio Jacaré Pepira, na sub-bacia do Ribeirão das Três Barras que nasce nas escarpas da Formação Serra Geral mas drena, em grande parte, o planalto que, segundo MAIER & TOLENTINO (1986), modela o arenito da Formação Botucatu.

O caráter escalonar, conseqüência da geologia regional, é o principal fator determinante dos elevados índices de gradiente de

relevo que a maioria das sub-bacias apresenta (19 delas têm  $G_c$  entre 80 e 99%). O maior gradiente é 3,6 m/m isto é, desce 3,6m em cada metro de percurso longitudinal do canal (medido no mapa). Este, foi registrado no Alto Jacaré Pepira, no Córrego Água Branca que essencialmente drena as escarpas do 2º degrau da Serra de São Pedro (Formação Serra Geral). Ao expressar-se o gradiente do canal das sub-bacias, verifica-se que seus comprimentos variados são os responsáveis pelas variações não proporcionais. Apenas 9 sub-bacias (não obrigatoriamente as mesmas) apresentaram indicador geral do relevo elevado ( $R_r = 2,0$  m/m).

FREITAS (1952) descreveu e modificou um método numérico de determinação e demonstração de estágios de ciclo de erosão que dispensa a interpretação topográfica de mapeamentos detalhados. O método estabelece que valores de  $T_t$  entre 4 e 10 definem textura topográfica média. Valores mais baixos, textura topográfica grosseira, que traduzem tanto estágios iniciais do ciclo de erosão como estágio senil, enquanto valores mais elevados, textura topográfica fina, definem estágios de maturidade com relevo mais acentuado.

Assim, a textura topográfica da Bacia do Rio Jacaré Pepira ( $T_t = 1,64$ ) descreve seu estágio ainda em fase inicial de erosão. Isto é facilmente reconhecido pelos gradientes acentuados que MAIER & TOLENTINO (1986) mencionam ao descrever os anfiteatros de erosão, característicos do "desgaste" da Formação Serra Geral. A quase totalidade das sub-bacias, inclusive as do trecho Inferior da bacia, e o próprio canal principal do rio modelam as rochas basálticas que compõem essa Formação.

O maior valor de textura topográfica foi registrado no trecho Superior da bacia ( $T_t = 3,17$  no Ribeirão dos Bicudos) e o menor, no trecho Médio ( $T_t = 1,21$  no Ribeirão Dourado). Entre as 24 sub-bacias, 58% dos

valores estão entre 1,43 e 2,52 (inclusive), evidenciando numericamente o estágio inicial do ciclo erosivo da Bacia do Rio Jacaré Pepira.

Na Bacia do Rio Jacaré Pepira, a drenagem das sub-bacias pode ser classificada, de modo geral, como dendrítica, apresentando, em alguns casos, controle estrutural de certas direções. Isso ocorre, principalmente, nos tributários que têm seu curso junto às Serras de Dourado e de Brotas.

A morfologia dendrítica tem importância ecológica fundamental, pois, se por um lado traz ao rio principal uma maior variedade de contribuições de substâncias de origem natural ou antrópica, por outro lado tem maiores possibilidades de diluição de uma contaminação pontual do que uma bacia estreitada num vale de drenagem pouco concentrada (valores baixos de Dh e Dd).

A análise multivariada revelou dois grupos bem distintos de bacias, que apresentam um baixo grau de similaridade, expresso por um coeficiente negativo de correlação ( $r = -0,535$ ). Cada um desses grupos apresentou, por sua vez, sub-grupos, alguns deles de correlação considerada alta.

O Grupo 1, aglomerado por um coeficiente de 0,401, é formado por 15 bacias. Dentre elas, 7 constituem a maioria dos tributários da margem direita dos trechos Superior e

Médio do Rio Jacaré Pepira. A bacia do Ribeirão Jardim ou dos Pinheirinhos (próximo à bacia das nascentes) e a do Córrego Boa Vista, no trecho Médio, são as únicas exceções. As demais bacias (8) são formadas por tributários da margem esquerda, localizados no trecho mais a jusante da Bacia do Médio e no trecho Inferior do rio. O Ribeirão da Barra Mansa (margem esquerda e próximo à foz do rio) não pertence a este grupo.

Entre as 9 bacias que formam o grupo 2 (índice de correlação 0,497), encontram-se as 3 exceções anteriormente mencionadas e as sub-bacias da margem direita dos trechos Superior e Médio da Bacia do Rio Jacaré Pepira.

Os maiores valores de correlação foram verificados entre as bacias dos ribeirões Dourado e Boa Vista do Batista ( $r = 0,968$ ). Estas, são bacias de 3ª ordem, pouco ramificadas, bastante alongadas e de áreas e perímetros mais ou menos semelhantes. As duas seguintes, Ribeirão Claro ou Varjão e do Peixe ( $r = 0,961$ ), compreendem bacias de áreas bem diferentes, de forma mais ou menos alongada, de ordem 4ª que, em comum, têm suas redes hidrográficas com malha relativamente concentrada (Dh = 1,47 e 1,45 canais/km<sup>2</sup> e Dd = 1,39 e 1,46 km/km<sup>2</sup>) ou seja, número e comprimento de canais relativamente elevados para as unidades de área das bacias consideradas.



TABELA 2  
Bacia do Rio Jacaré Pepira: Valores registrados na Bacia de drenagem do Rio Jacaré Pepira e em suas 24 sub-bacias. Características morfométricas medidas e índices calculados conforme QUADRO 1

Bacias	M	De	n	C	A	P	L	An	Af	Am	K	Re	Dn	De	Tt	Cm	Eps	Bc	Rr	Ico
Nascentes (1)	...	4	41	66,0	65,9	40,0	10,5	960	800	1015	1,39	0,87	0,62	1,00	1,66	1,00	0,50	74,4	2,0	1,3
Rib. Bicudo ou Sítio Velho (2)	E	4	47	37,5	21,0	20,5	7,0	910	820	931	1,26	0,74	2,24	1,79	3,17	0,56	0,28	81,1	1,6	1,5
Córrego Água Branca (3)	E	3	22	19,0	11,5	17,0	6,0	880	700	913	1,41	0,64	1,91	1,65	2,90	0,61	0,30	84,5	3,6	1,8
Canais sem nomenclatura + principal	...	5	10	16,0	15,3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Bacia Superior	...	5	120	138,5	113,7	53,9	14,7	960	700	1015	1,43	0,82	1,06	1,22	2,07	0,82	0,41	82,5	2,1	1,4
Ribeirão Pinheirinhos ou Jardim (4)	D	4	42	119,5	88,0	40,0	15,5	960	640	1045	1,20	0,68	0,48	1,36	2,33	0,74	0,37	79,0	2,6	1,7
Ribeirão Claro ou Varjão (5)	E	4	50	47,0	33,9	29,5	12,0	860	640	880	1,43	0,55	1,47	1,39	2,39	0,72	0,36	91,7	2,0	2,1
Ribeirão Tamandú (6)	D	4	60	107,5	141,1	78,5	20,0	940	640	975	1,86	0,67	0,43	0,76	1,22	1,31	0,66	89,6	1,7	1,7
Córrego Gouveia (7)	D	3	29	59,5	74,8	45,0	15,0	760	620	792	1,47	0,65	0,39	0,80	1,28	1,26	0,63	81,4	1,1	1,7
Ribeirão Rasteira (8)	D	4	68	100,0	85,4	55,0	18,5	740	530	792	1,68	0,56	0,80	1,17	1,98	0,85	0,43	80,2	1,4	2,0
Rib. Pinheirinho ou Cachoeira (9)	E	5	285	395,0	260,0	85,5	32,0	920	510	924	1,49	0,57	1,09	1,52	2,64	0,66	0,33	99,0	1,3	2,0
Ribeirão Bonito (10)	D	3	16	38,5	38,3	35,0	16,0	720	500	743	1,60	0,44	0,42	1,01	1,67	0,99	0,50	90,5	1,5	2,6
Ribeirão do Peixe (11)	E	4	135	135,5	93,1	50,0	19,5	820	480	861	1,46	0,56	1,45	1,46	2,52	0,69	0,34	89,2	2,0	2,0
Ribeirão da Boa Vista (12)	D	4	58	59,5	39,3	31,0	9,5	650	470	660	1,39	0,74	1,48	1,51	2,63	0,66	0,33	94,7	2,0	1,5
Córrego do Barreiro (13)	E	4	53	54,5	37,2	28,5	10,5	740	470	769	1,32	0,66	1,42	1,47	2,54	0,68	0,34	90,3	2,8	1,7
Ribeirão do Bebedouro (14)	D	5	186	235,5	198,6	75,5	26,5	710	470	768	1,51	0,60	0,94	1,19	2,01	0,84	0,42	80,5	1,1	1,9
Ribeirão Dourado (15)	D	3	9	17,0	22,5	26,0	10,5	720	470	745	1,55	0,51	0,40	0,76	1,21	1,32	0,66	90,9	2,6	2,2
Ribeirão Vermelho (16)	D	3	15	29,5	27,0	30,0	28,0	720	460	745	1,63	0,21	0,56	1,09	1,83	0,92	0,46	91,2	1,0	5,4
Ribeirão da Figueira (17)	E	5	100	122,5	111,3	62,0	25,5	760	460	786	1,66	0,47	0,90	1,10	1,85	0,91	0,45	92,0	1,3	2,4
Ribeirão Boa Vista do Batista (18)	E	3	15	24,0	26,7	29,5	11,5	700	450	729	1,61	0,51	0,56	0,90	1,47	1,11	0,56	89,6	2,4	2,2
Canais sem nomenclatura + principal	...	6	126	199,5	179,7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Bacia Média	...	6	1434	1995,0	1732,0	221,1	76,0	960	440	1045	1,50	0,62	0,83	1,15	1,94	0,87	0,43	86,0	0,8	1,8
Ribeirão Poureiro (19)	D	4	56	86,0	108,0	58,0	19,0	700	450	732	1,57	0,62	0,52	0,80	1,29	1,26	0,63	88,7	1,5	1,8
Córrego da Bocaina (20)	E	3	17	38,0	45,0	34,0	11,5	680	430	702	1,43	0,66	0,38	0,84	1,37	1,18	0,59	91,9	2,4	1,7
Córrego Curralinho (21)	E	4	43	70,0	90,9	43,5	16,0	600	420	660	1,29	0,67	0,47	0,77	1,24	1,30	0,65	75,0	1,5	1,7
Ribeirão de Três Barras (22)	E	4	47	67,0	76,4	40,0	15,5	520	410	571	1,29	0,64	0,62	0,88	1,43	1,14	0,57	68,3	1,0	1,8
Ribeirão Santo Antonio (23)	E	4	24	33,0	37,2	25,5	10,0	500	405	540	1,18	0,69	0,65	0,89	1,45	1,13	0,56	70,4	1,4	1,6
Ribeirão Barra Mansa (24)	E	4	80	66,0	43,9	33,5	12,5	520	405	557	1,43	0,60	1,82	1,50	2,61	0,67	0,33	75,7	1,2	1,9
Canais sem nomenclatura + principal	...	6	119	283,5	536,4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Bacia Inferior = Bacia total	...	6	1820	2639	2670	347,5	133,0	960	405	1045	1,90	0,44	0,68	0,99	1,64	1,01	0,51	86,7	0,5	2,6

#### 4. CONCLUSÕES

Na Bacia do Rio Jacaré Pepira, a drenagem da vertente norte (à margem direita do canal principal) possui características marcantes que se repetem ao longo de seu eixo maior. Isto é confirmado pela análise estatística de aglomerados, que coloca no grupo 1 todas as sub-bacias que drenam tal margem, exceção feita a apenas 2 das 9 consideradas.

Os rios que modelam e drenam o terreno à esquerda do canal principal do Rio Jacaré Pepira têm, nos trechos mais inferiores, comportamentos relativamente similares aos dos ambientes da margem direita. Já, nos trechos mais superiores, as sub-bacias daquela margem têm características próprias e similares entre si.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOSIO, N. 1973 *Geologia da área de São Pedro*. Rio Claro - Rio Claro-SP 59p. (Tese de Doutorado, Departamento de Geologia, UNESP).
- CHRISTOFOLETTI, A. & PEREZ FILHO, A. 1976 *Bol. Geogr. Rio de Janeiro*, 34.(249): 72-9.
- FREITAS, R.O. 1952. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. *Bol. Paul. Geografia*, 11: 53-7.
- HORTON, R. 1945. Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Bul. Geol. Soc. América*, 56: 275-370.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1969. Folhas: São Pedro e Itirapina. In: *IBGE Carta Geográfica do Brasil*, escala 1:50.000. 1.ed. Rio de Janeiro, Inst. Bras. de Geogr.
- \_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1971. Folhas: São Carlos, Sta. Maria da Serra, Boa Esperança do Sul e Nova Europa. In: *IBGE Carta Geográfica do Brasil*, escala 1:50.000. 1.ed. Rio de Janeiro, Inst. Bras. de Geogr.
- \_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1972. Folhas: Ribeirão Bonito, Dourado, Bariri e Ibitinga. In: *IBGE Carta Geográfica do Brasil*, escala 1:50.000. 1.ed. Rio de Janeiro, Inst. Bras. de Geogr.
- \_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 1974. Folhas: Brotas e Dois Córregos. In: *IBGE Carta Geográfica do Brasil*, escala 1:50.000. 1.ed. Rio de Janeiro, Inst. Bras. de Geogr.
- MAIER, M.H. 1983 *Geoecologia, hidrografia, hidroquímica, clima e processos antrópicos da Bacia do Rio Jacaré Pepira, SP*. São Carlos, SP, 219p. (Tese de Doutorado, Dep. Ciências Biológicas, UFSCar).
- \_\_\_\_\_. 1986 Ecologia da Bacia do Rio Jacaré Pepira (47°55'-48°55'W 22°30'-21°55'S - Brasil): qualidade da água do rio principal. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 39 (2): 164-85.
- \_\_\_\_\_. ; TAKINO, M.; TOLENTINO, M. 1986a Ecologia da Bacia do Rio Jacaré Pepira: ions dominantes (SP, Brasil). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 13 (1): 135-51.
- \_\_\_\_\_. ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; 1986b Ecologia da Bacia do Rio Jacaré Pepira: influência do uso do solo, da água e da descarga de efluentes sobre a qualidade da água. (SP, Brasil), *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 13 (1): 153-78.
- \_\_\_\_\_. & TOLENTINO, M. 1986 Ecologia da Bacia do Rio Jacaré Pepira (47°55'-48°55'W e 22°30'-21°55'S): fisiografia (geomorfologia, geologia, pedologia e hidrologia) e uso do solo. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 13 (1): 121-33.
- \_\_\_\_\_. & \_\_\_\_\_ 1988 Aspectos climáticos e limnológicos da Bacia do Rio Jacaré Pepira, São Paulo, Brasil. *Acta Limnol. Brasil*. 2: 261-300
- NAIMAN, R.J. & SEDELL, J.R. 1981 Stream ecosystem research in a watershed perspective. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 21: 804-11.
- PARKS, J.M. 1966 Cluster analysis applied to

MAIER, M. H. & TOLENTINO, M. 1995 Análise morfométrica da Bacia do Rio Jacaré Pepira (47°55'-48°55'W e 22°30'-21°55'S - SP-Brasil). *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 22(1): 141 - 152, jan./jun.

---

multivariate geologic problems. *Jour. of Geology*, 75 (5): 703-5.

analysis of erosional topography. *Geol.Soc. Am. Bull.*, 63, 1117-42.

SCHUMM, S.A. 1956 Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Port Amboy, New Jersey. *Geol. Soc. Am. Bull.* 67 (5): 597-646.

\_\_\_\_\_ 1957 Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Trans. Amer. Geophys. Union.* 38: 913-20.

STRAHLER, A.N. 1952 Hypsometric (area- altitude)