

QUALIDADE DA ÁGUA EM MICROBACIAS RECOBERTAS POR FLORESTA DE MATA ATLÂNTICA, CUNHA, SP*

Francisco Carlos Soriano ARCOVA**
Sebastião Fonseca CESAR**
Valdir de CICCO**

RESUMO

Foram estudados aspectos relacionados à qualidade da água das microbacias experimentais do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, no município de Cunha, estado de São Paulo. Com base nos dados obtidos, foi efetuado o enquadramento das águas de acordo com a Resolução CONAMA nº 20, de 18/6/1986. As baixas temperaturas e os elevados níveis de oxigênio dissolvido na água encontrados, refletem um clima típico de regiões de elevada altitude, associado às boas condições de proteção dos cursos d'água proporcionadas pela floresta de Mata Atlântica. Devido à geologia de rochas graníticas e de gnaisses as águas apresentam baixos valores de condutividade específica. Condições hidrológicas diferenciadas conferem às microbacias níveis de turbidez distintos. Do ponto de vista da turbidez e do oxigênio dissolvido, as águas das três microbacias enquadram-se na Classe 1 da classificação das águas doces da Resolução CONAMA nº 20.

Palavras-chave: microbacias; qualidade da água; montanhas; Mata Atlântica.

1 INTRODUÇÃO

Áreas montanhosas sob influência de massas de ar úmidas provenientes dos oceanos são importantes mananciais, suprindo as necessidades de água doce para as populações.

A Agenda 21, documento que norteia os princípios do uso sustentado dos recursos naturais do planeta, chama a atenção para a necessidade de se realizar pesquisas, armazenar dados, planejar e disseminar amplamente as informações ligadas aos recursos hídricos. Ressalta que as montanhas são uma importante fonte de água e enfatiza que não se conhece o suficiente sobre os ecossistemas de montanhas do planeta (CENTRO DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 1993).

Na região leste do Estado de São Paulo, nas encostas da Serra do Mar, microbacias recobertas por vegetação de Mata Atlântica apresentam

ABSTRACT

Some features about water quality were studied on small watersheds at Walter Emmerich Hydrologic Laboratory, located in the Municipality of Cunha, State of São Paulo, Brazil. As well as, the classification of the water of the three watersheds was made according to 20th CONAMA Deliberation, from June 18, 1986. Low water temperatures and high dissolved oxygen levels found in the three small catchments are related to the typical climate of mountains, allied with good protection conditions by natural forest of Mata Atlântica on the streams. Granites and gneisses rocks provide low water conductivity values. Different hydrological conditions provide distinct turbidity levels among watersheds. In regard of turbidity and dissolved oxygen, the watersheds have water classified on Class 1 of CONAMA deliberation.

Key words: small watersheds; water quality; mountains; Mata Atlântica.

um elevado rendimento hídrico. Aproximadamente 70% (setenta por cento) da precipitação anual, que é da ordem de 2250 mm, são convertidos em descarga dos rios (ARCOVA, 1996). Estando localizadas junto às cabeceiras do rio Paraíba, um dos principais formadores do rio Paraíba do Sul, estas microbacias são importantes para o abastecimento das propriedades rurais e inúmeras cidades do Vale do Paraíba e Litoral Norte paulista.

Gradativamente e de forma contínua, informações sobre a hidrologia de microbacias florestadas desta região vêm sendo obtidas por intermédio de estudos desenvolvidos no Laboratório de Hidrologia Florestal Eng. Agr. Walter Emmerich. Porém, até o momento, esses estudos concentraram-se primordialmente nos aspectos quantitativos (CICCO *et al.*, 1986/88; CICCO *et al.*, 1989; FUJIEDA *et al.*, 1993; CICCO *et al.*, 1995; ARCOVA, 1996).

(*) Aceito para publicação em dezembro de 1998.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

Apesar da noção generalizada de que microbacias florestadas produzem água da melhor qualidade, pouco se sabe sobre os valores das variáveis qualitativas das águas que emanam das microbacias sob as condições ambientais locais. FUJIEDA & CICCIO (1984) e ARCOVA *et al.* (1993) realizaram os estudos iniciais envolvendo aspectos físico-químicos da água de microbacias protegidas por vegetação de Floresta Atlântica neste Laboratório.

A Resolução CONAMA nº 20 - de 18 de junho de 1986 - estabelece através das características físicas, químicas e biológicas o enquadramento das águas doces do Território Nacional, segundo seus usos preponderantes (CONAMA, 1992).

O trabalho discute os resultados do monitoramento da temperatura, turbidez, concentrações de oxigênio dissolvido e condutividade específica da água das microbacias experimentais A, B e D do Laboratório de Hidrologia Florestal Eng. Agr. Walter Emmerich. É realizado também, com base nas variáveis estudadas, o enquadramento das águas das microbacias de acordo com a Resolução CONAMA nº 20.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O Laboratório de Hidrologia Florestal Eng. Agr. Walter Emmerich, está localizado no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha, município de Cunha. A área é administrada pelo Instituto Florestal, órgão da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo. As microbacias experimentais são tributárias do rio Paraibuna, estando situadas próximas à nascente deste rio (FIGURA 1).

Com área de 37,50 ha, 36,68 ha e 56,04 ha, respectivamente, as microbacias A, B e D apresentam relevo montanhoso, com o predomínio de altitudes superiores a 1000 metros e encostas com declividades acima de 15°.

A geologia da área remonta ao Período Pré-Cambriano. Os migmatitos são as rochas mais comuns nesse meio. Apresentam textura variando de fina a grosseira. Granitos miloníticos, gnaisses e xistos cristalinos estão presentes (JICA, 1980).

Os solos da região são classificados como Latossolo Vermelho Amarelo Fase Rasa, oriundos de rochas duras e de difícil decomposição, como granitos, gnaisses e migmatitos, FURIAN & PFEIFER (1986). São quimicamente pobres, ácidos e relativamente rasos. Possuem textura grosseira, estrutura fraca, elevada porosidade e boa permeabilidade. São susceptíveis à erosão laminar e também a escorregamentos.

As microbacias estão totalmente recobertas por floresta secundária de Mata Atlântica. Nas porções de vertentes mais elevadas e com maior inclinação, estão presentes remanescentes da vegetação primitiva, classificada conforme LEITÃO FILHO (1982) como Floresta Latifoliada Perenifolia. Nestes trechos as árvores atingem até 20 metros de altura. O restante da vegetação raramente alcança este porte.

Massas de ar equatoriais e tropicais proporcionam à área uma dinâmica meteorológica caracterizada por um clima úmido, com fortes influências da altitude e dos efeitos orográficos da Serra do Mar (FURIAN, 1987).

A temperatura média anual do ar na região é de 16,5 °C. Os maiores registros ocorrem entre janeiro e março. Julho é o mês mais frio, quando valores negativos podem ser verificados. As temperaturas médias de inverno e de verão estão em torno de 10 °C e 22 °C, respectivamente.

A precipitação média anual na área é de 2241 mm, com valores extremos de 1815 mm e 3088 mm, na série histórica de 1982 a 1994. Com relação à distribuição das chuvas, o ano pode ser dividido em um período caracterizado como úmido (estação chuvosa) que estende-se de outubro a março e um período seco ou pouco úmido, abrangendo os meses de abril a setembro.

As microbacias apresentam elevada relação deflúvio/precipitação anual, da ordem de 0,7. Os rios são perenes, com cerca de 55% do volume de água escoando na estação das chuvas e 45% no período de estiagem. A vazão média diária das microbacias A, B e D é de 15 l/s, 17 l/s e 28 l/s, respectivamente. A relação escoamento direto/precipitação das microbacias é alta, em média de 0,12 a 0,23, com valores extremos de 0,60 (ARCOVA, 1996).

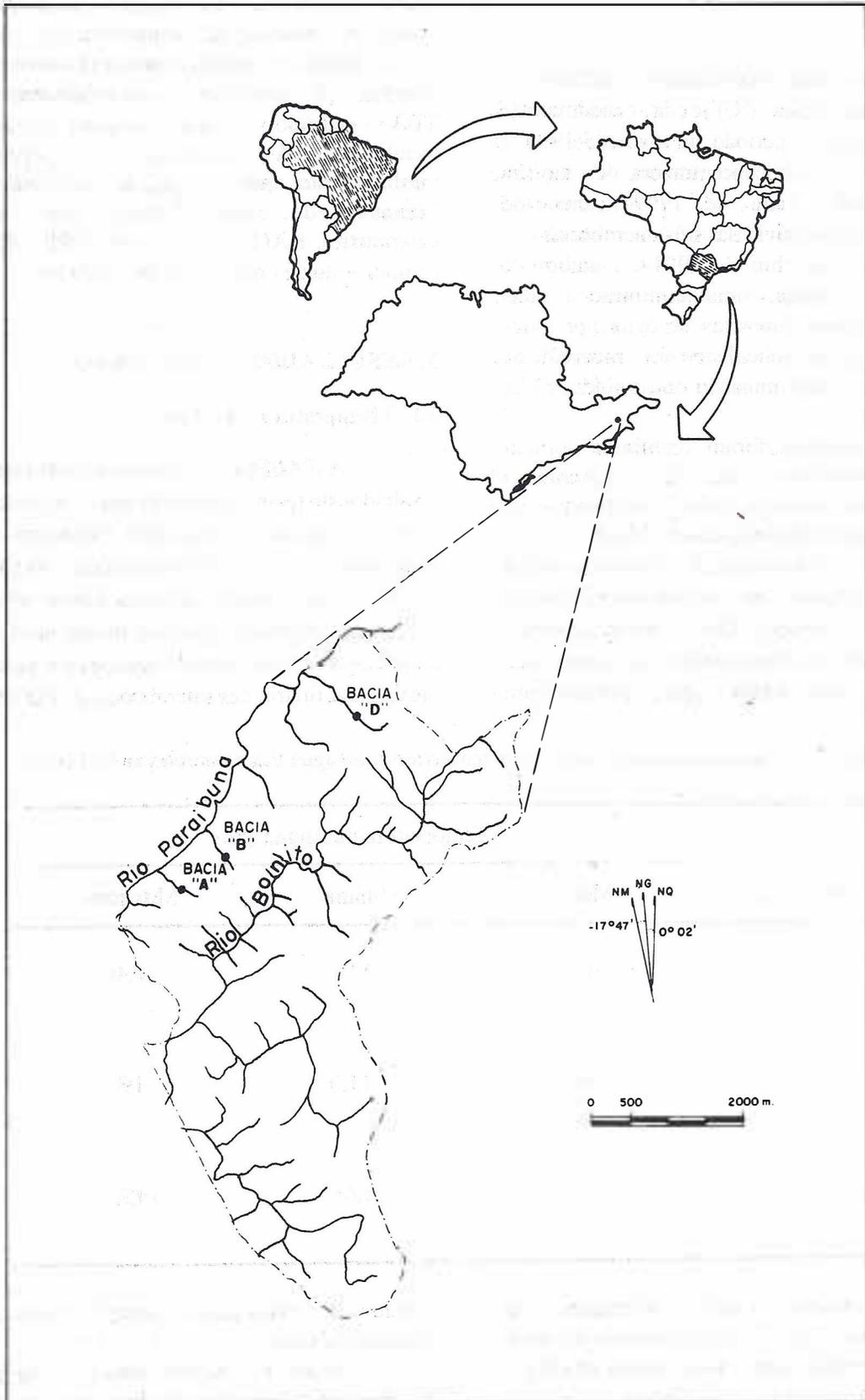


FIGURA 1 - Localização das microbacias experimentais A, B e D.

2.2 Métodos

Foram feitas semanalmente, medições em campo da temperatura (°C) e da condutividade específica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) - período de maio de 1994 a abril de 1997 - e das concentrações de oxigênio dissolvido (mg/l) - maio de 1994 a janeiro de 1996 - da água do deflúvio das três microbacias.

Entre novembro de 1994 a outubro de 1997 foram realizadas, simultaneamente a estas medições, coletas de amostras de água por intermédio de garrafas de polietileno com capacidade de 500 ml, para a determinação da turbidez (FTU) em laboratório.

As medições foram realizadas normalmente às quartas-feiras, entre 12 e 15 horas. O intervalo entre a coleta de água da primeira e da última microbacia não ultrapassou 2 horas.

Para a determinação da condutividade específica utilizou-se um condutivímetro portátil YOKOGAWA - modelo SC82, dotado de mecanismo automático de compensação de temperatura. Os valores foram obtidos para a temperatura

padrão de 25 °C. Este mesmo equipamento foi usado na medição da temperatura da água. As concentrações de oxigênio dissolvido também foram medidas por intermédio de equipamento portátil TOA - modelo DO-10K, usando eletrodos de membrana. A turbidez foi determinada imediatamente após a chegada das amostras no laboratório do próprio Núcleo, por meio de colorímetro HACH - modelo DR 2000, de comprimento de onda entre 400 e 900 nm.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Temperatura da Água

A TABELA 1 apresenta um resumo dos resultados de temperatura da água. As médias e os valores mínimos e máximos absolutos obtidos demonstram que as três microbacias são similares quanto a esta variável, refletindo, principalmente, as condições semelhantes de sombreamento dos cursos d'água proporcionadas pela vegetação que acompanha toda a zona ripária das microbacias A, B e D.

TABELA 1 - Valores médios e extremos de temperatura da água das microbacias A, B e D.

Microbacia	Temperatura da Água (°C)		
	Média	Mínima	Máxima
A	16,3	11,9	19,4
B	16,0	11,0	19,3
D	16,1	11,6	19,3

Os máximos valores registrados, da ordem de apenas 19,4 °C, decorrem das condições climáticas da região, onde a temperatura média do ar no período de verão é de somente 22 °C. As baixas temperaturas da água mostram também uma efetiva proteção proporcionada pela vegetação que

recobre as microbacias contra o aquecimento excessivo da água.

Para se avaliar como a temperatura da água das microbacias varia no decorrer do ano, a FIGURA 2 mostra os valores máximos mensais obtidos.

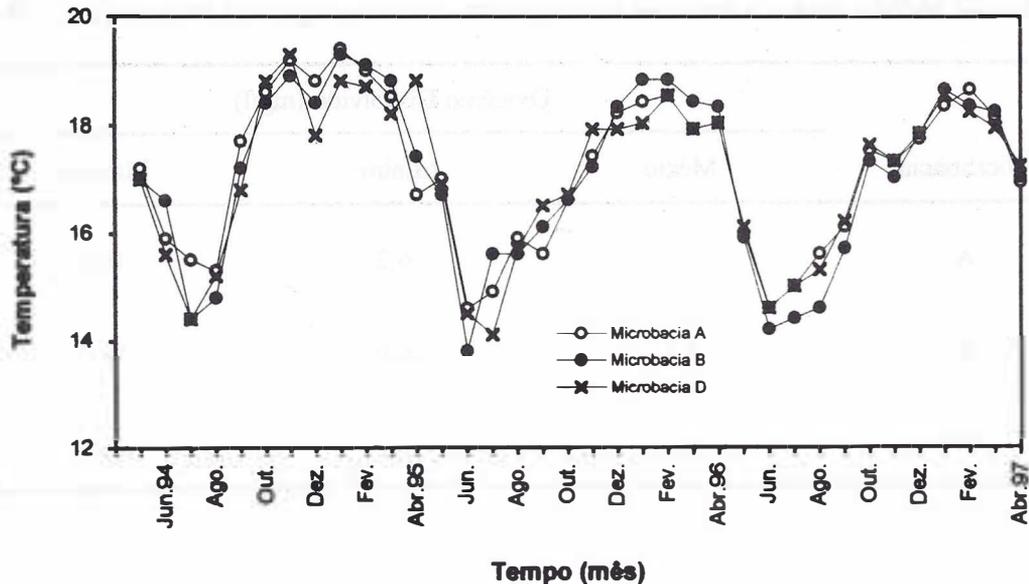


FIGURA 2 - Valores máximos mensais de temperatura da água das microbacias A, B e D.

Os menores valores ocorrem entre os meses de junho a agosto (período de inverno). Os valores máximos nesta época do ano estão em torno de 15 °C. De outubro a março, portanto na primavera e verão, são registradas as maiores temperaturas, da ordem de 19 °C.

A temperatura máxima absoluta da microbacia D registrada no presente trabalho é inferior ao valor correspondente obtido por ARCOVA *et al.* (1993). Naquela ocasião, entre janeiro de 1982 a fevereiro de 1986, a temperatura máxima medida alcançou a marca de 21,5 °C. Esta diferença tem como possíveis causas: a) uma amostragem mais ampla realizada no primeiro estudo, uma vez que o período de abrangência foi maior, quase quatro anos. Além do que, por ter utilizado equipamento automático de medição contínua instalado no próprio curso d'água, registrou-se toda a variação horária de temperatura no dia para este período; b) uma menor eficiência de sombreamento do curso d'água pela vegetação quando da realização do primeiro estudo, doze anos antes do presente trabalho, uma vez que parte da vegetação da zona ripária no terço inferior da microbacia havia sido explorada anteriormente. Trechos expressivos com campo sujo em evolução para vegetação arbustiva estavam presentes. Sabe-se que o principal fator ambiental que controla a temperatura da água de pequenos rios de áreas naturais é a radiação

solar recebida pelo curso d'água. As diferenças entre bacias e as anomalias de temperatura da água no interior de uma microbacia podem ser explicadas em termos de diferenças de sombreamento dos rios, conforme mencionado por BROWN & KRYGIER (1970).

3.2 Oxigênio Dissolvido

As concentrações médias e extremas de oxigênio dissolvido na água das microbacias estão presentes na TABELA 2. Assim como para a temperatura, as microbacias apresentam um comportamento bastante semelhante para esta variável, com um valor médio da ordem de 8 mg/l. A variação verificada, para concentrações de 6 mg/l até 11,8 mg/l, indica que as microbacias apresentam valores de concentração compatíveis com áreas naturais protegidas.

As concentrações da ordem de 6 mg/l são exceções, como pode ser observado pelos valores médios mensais na FIGURA 3. Em apenas duas ocasiões foram detectados tais níveis.

Dois fatores contribuem para os elevados níveis de oxigênio dissolvido: a boa proteção dos cursos d'água, onde a vegetação florestal mantém a temperatura da água pouco elevada e a presença de rochas no leito dos riachos, que provocam o turbilhonamento da água e consequentemente a dissolução do oxigênio atmosférico.

TABELA 2 - Valores médios e extremos de oxigênio dissolvido na água das microbacias A, B e D.

Microbacia	Oxigênio Dissolvido (mg/l)		
	Médio	Mínimo	Máximo
A	8,2	6,2	10,5
B	8,2	6,0	10,3
D	8,4	6,2	11,8

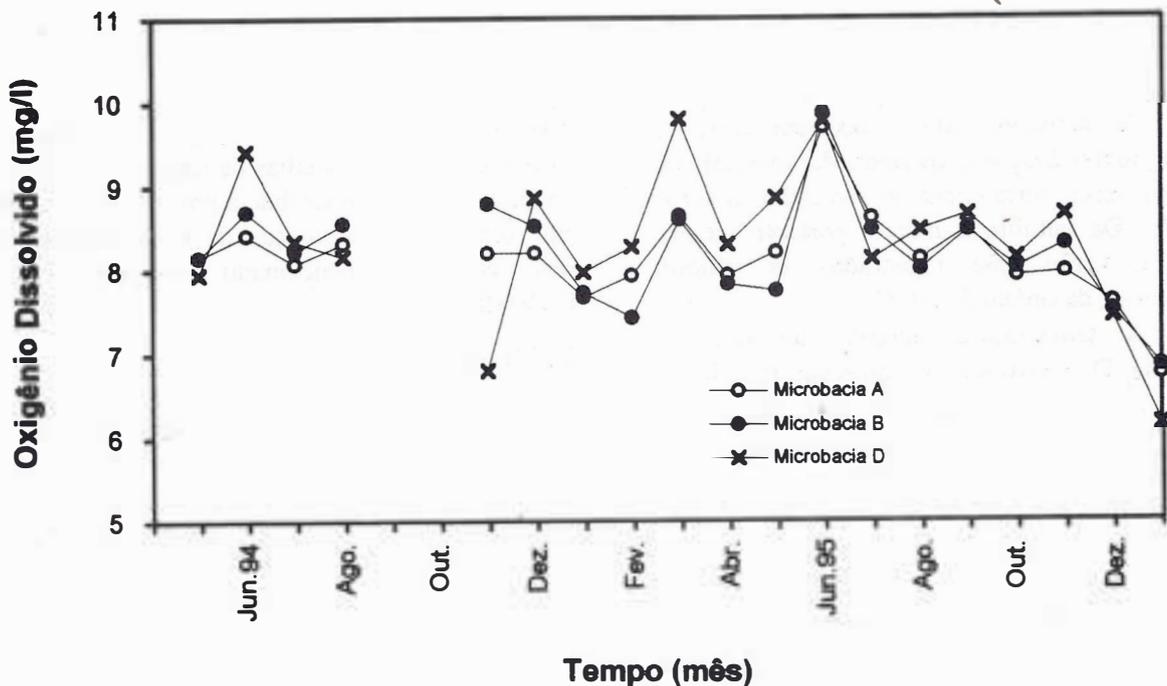


FIGURA 3 - Valores médios mensais de oxigênio dissolvido na água das microbacias A, B e D.

3.3 Condutividade Específica

Os resultados referentes a condutividade específica da água estão reunidos na TABELA 3.

A microbacia A apresenta os valores máximos e a microbacia B os mínimos. Embora a magnitude destes valores seja pequena, reflete uma possível diferença existente na geologia das microbacias.

TABELA 3 - Valores médios e extremos da condutividade específica da água nas microbacias A, B e D.

Microbacia	Condutividade Específica ($\mu\text{S/cm}$)		
	Média	Mínima	Máxima
A	14,8	11,2	22,4
B	10,9	7,6	18,4
D	12,8	9,2	18,4

Os valores são bastante reduzidos, sendo o substrato rochoso das microbacias o fator determinante para esta variável. A baixa condutividade é típica de cursos d'água que drenam áreas de litologia constituída por rochas resistentes ao intemperismo, como granitos e gnaisses.

A FIGURA 4 mostra que os maiores valores tendem a ocorrer no período de agosto a outubro, quando o deflúvio das microbacias é menor. O tempo de residência da água nas microbacias também é um fator a ser considerado na análise desta figura. O deflúvio que ocorre no final da estação seca e início da estação úmida é originário, em grande parte, da água armazenada no solo e rocha alterada. CICCO & FUJIEDA (1992) e FUJIEDA *et al.* (1993)

demonstram que neste período, os rios destas microbacias são alimentados ainda por chuvas da estação úmida antecedente. Este longo tempo decorrido entre a entrada e a saída de água da bacia possibilita uma grande interação da água com o solo e a rocha, tendendo a provocar a elevação da concentração iônica da água e, conseqüentemente, da condutividade.

Os valores deste estudo são inferiores aos registrados na microbacia D por ARCOVA *et al.* (1993), que detectou uma condutividade específica média de $35,5 \mu\text{S/cm}$. Esta diferença deve-se ao fato de que no primeiro estudo as análises foram realizadas em laboratório, após um longo tempo de armazenamento das amostras de água, podendo ter ocorrido alterações de suas características.

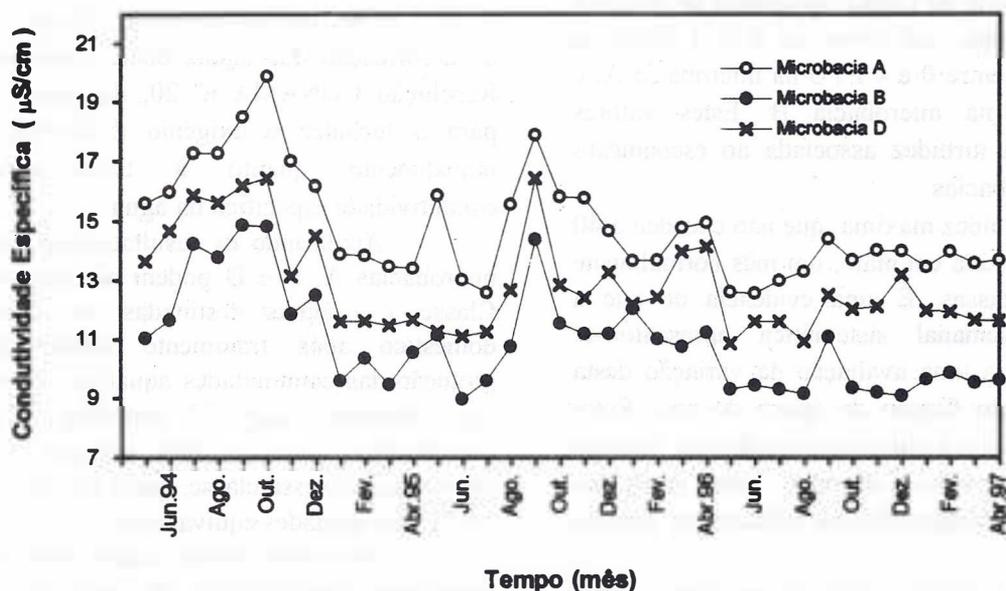


FIGURA 4 - Condutividade específica média mensal da água das microbacias A, B e D.

3.4 Turbidez

Verifica-se uma diferença de turbidez entre as microbacias, particularmente da microbacia D, com valores bastante reduzidos, e as microbacias A e B, com níveis mais elevados (TABELA 4).

Com uma vegetação similar que proporciona igual proteção aos solos, as discrepâncias de turbidez entre as áreas devem estar relacionadas com as características geomorfológicas das microbacias, que por sua vez influenciam o comportamento hidrológico das mesmas. ARCOVA (1996) ao realizar estudo comparativo entre as microbacias B e D, que possuem os valores extremos de turbidez, cita diferenças existentes quanto as inclinações das vertentes, a profundidade do solo e também quanto a resposta hidrológica das microbacias às chuvas. Com vertentes mais íngremes, solos mais rasos e áreas mais susceptíveis ao saturamento pela água, a microbacia B apresenta uma maior capacidade de geração de escoamento direto em relação à microbacia D. Este componente do deflúvio é o principal responsável pelo transporte de material em suspensão na água e, conseqüentemente, pode conduzir a maiores valores de turbidez nesta microbacia.

O período de abril a agosto, época de estiagem na região de Cunha, concentra os menores valores, que estão em torno de 0 a 2 FTU na microbacia D, entre 0 e 4 FTU na microbacia A, e 1 e 6 FTU na microbacia B. Estes valores caracterizam a turbidez associada ao escoamento base das microbacias.

A turbidez máxima, que não excedeu a 40 FTU, foi registrada em maio, um mês normalmente de chuvas escassas. É uma evidência de que a amostragem semanal sistemática apresentou-se insuficiente para uma avaliação da variação desta característica em função da época do ano. Entre dezembro e março a turbidez normalmente tenderia a superar os valores de maio, como resultados das maiores descargas das microbacias na estação das chuvas.

Neste estudo, cerca de noventa e cinco por cento das vazões no momento das coletas de água foram inferiores a 50 l/s, sendo que os picos

de descarga nas mesmas semanas foram significativamente maiores, em média, de 177 l/s, conforme representação da seqüência de turbidez com as vazões na microbacia B (FIGURA 5). A turbidez absoluta foi obtida no único evento onde a vazão de coleta e a de pico da semana foram coincidentes, de valor igual a 260 l/s, a maior registrada no período. Problema desta natureza é comum quando da realização de amostragem na qual se estabelece datas fixas de coleta de água para estudos em pequenas bacias hidrográficas, constatado por CORNISH (1980).

Em função da resposta imediata do deflúvio às chuvas e ao rápido retorno às descargas iniciais dos hidrogramas com o encerramento das precipitações, verificados nas microbacias experimentais por ARCOVA (1996), a realização de coletas durante ou imediatamente após as chuvas é necessária, para uma caracterização mais ampla da turbidez da água das três áreas.

Comparativamente aos resultados obtidos por ARCOVA *et al.* (1993) na microbacia D, os valores ora apresentados foram significativamente maiores. Naquela ocasião a turbidez máxima registrada foi de 4,9 FTU, contra 28,0 FTU atuais.

3.5 Enquadramento das Águas na Resolução CONAMA nº 20

Para as características físicas estudadas, a classificação das águas doces estabelecida pela Resolução CONAMA nº 20, determina restrições para a turbidez e oxigênio dissolvido. Não há impedimento quanto à temperatura e à condutividade específica da água.

Analisando os resultados de turbidez, as microbacias A, B e D podem ser enquadradas na Classe I - águas destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado e à proteção das comunidades aquáticas, dentre outros usos. Nenhuma das 133 amostras de água das microbacias atingiu o valor máximo de turbidez permitido para essa classe, que é de 40 NTU (NTU e FTU são unidades equivalentes).

Da mesma forma, como nenhuma análise apresentou concentração de oxigênio dissolvido inferior a 6,0 mg/l, as águas das três microbacias enquadram-se na Classe I.

TABELA 4 - Turbidez da água das microbacias A, B e D.

Mês	Microbacia		
	A	B	D
Turbidez mínima e máxima (FTU)			
Janeiro	4 -- 24	4 -- 20	2 -- 12
Fevereiro	6 -- 24	7 -- 21	4 -- 14
Março	4 -- 12	8 -- 14	2 -- 13
Abril	2 -- 13	5 -- 20	2 -- 15
Maio	4 -- 39	6 -- 39	2 -- 28
Junho	3 -- 21	6 -- 20	2 -- 14
Julho	3 -- 7	6 -- 12	2 -- 8
Agosto	0 -- 5	1 -- 8	0 -- 5
Setembro	4 -- 18	6 -- 24	4 -- 12
Outubro	3 -- 19	7 -- 25	2 -- 10
Novembro	4 -- 12	8 -- 13	3 -- 8
Dezembro	6 -- 17	9 -- 19	3 -- 10
Média	7	10	5

4 CONCLUSÕES

As microbacias apresentam comportamento semelhante tanto para a temperatura como para as concentrações de oxigênio dissolvido na água. As baixas temperaturas da água e os elevados níveis de oxigênio dissolvido refletem o clima típico de regiões de elevada altitude, associado às boas condições de proteção das microbacias proporcionadas pela floresta.

A geologia de rochas graníticas e de gnaisses confere às microbacias baixos valores de condutividade específica da água.

As condições hidrológicas diferenciadas conferem às microbacias níveis de turbidez distintos.

Do ponto de vista da turbidez e de oxigênio dissolvido, as águas das três microbacias enquadram-se na Classe 1 da classificação das águas doces estabelecida pela Resolução CONAMA nº 20.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos engenheiros florestais Eliane Akiko Honda, Maria Eugênia Martins e Maurício Ranzini, pela revisão do texto e sugestões, e ao pesquisador Luis Alberto Bucci, pela revisão do abstract. Também, aos auxiliares de pesquisa Antonio Lucio Loyola, Ivail R. de Toledo e João Amaro, que realizaram as coletas e análises da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. de & SHIMOMICHI, P. Y. 1993. Qualidade da água e dinâmica dos nutrientes em bacia hidrográfica recoberta por floresta de Mata Atlântica. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 5(1):1-20.
- ARCOVA, F. C. S. 1996. *Balanço hídrico, características do deflúvio e calibragem de duas microbacias hidrográficas na Serra do Mar, SP*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 130p. (Dissertação de Mestrado)
- BROWN, G. W. & KRYGIER, J. T. 1970. Effects of clear-cutting on stream temperature. *Water Resources Research*, 6(4):1133-1139.
- CENTRO DE INFORMAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. 1993. *Agenda 21 - resumo*. In: CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, Rio de Janeiro-RJ, jun. 3-14, 1992. 46p.
- CICCIO, V. de *et al.* 1986/88. Interceptação das chuvas por floresta natural secundária de Mata Atlântica - SP. *Silvic. S. Paulo*, São Paulo, 20/22:25-30.
- CICCIO, V. de; ARCOVA, F. C. S. & SHIMOMICHI, P. Y. 1989. Estimativa da evapotranspiração em bacia hidrográfica com floresta natural secundária de Mata Atlântica - São Paulo. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 1(2):43-54.
- _____. & FUJIEDA, M. 1992. Pesquisa em manejo de bacias hidrográficas em São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, São Paulo, mar./abr. 29-3, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 4:808-815. Pt. 3. (Edição Especial)
- CICCIO V. de *et al.* 1995. Relações entre a precipitação e os escoamentos total, direto e de base em uma bacia hidrográfica experimental, na região da Serra do Mar, Cunha - SP. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 7(1):57-64.
- CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 1992. *Resoluções do CONAMA; 1984/91*. Brasília, IBAMA. 245p.
- CORNISH, P. M. 1980. Water quality studies in New South Wales State Forests. 2. A south coast forest of mixed eucalypts near Bega. *Australian Forestry*, Melbourne, 44(2):109-117.
- FUJIEDA, M. & CICCIO, V. de. 1984. Turbidity measurement in the Cunha Experimental Forest, Brazil. In: JAPANESE FORESTRY SOCIETY, 36, Japan, 1984. *Proceedings... Annual Meeting of the Kantou Branch*. p. 173-174.
- _____.; KUDOH, T. & MASHIMA, Y. 1993. Hydrological process in the Serra do Mar, São Paulo, Brazil. In: HYDROLOGY OF WARM HUMID REGIONS, Proceedings of the Yokohama Symposium, 1993, July, Yokohama-Japan, IAHS. p. 43-51. (Publ., 216)
- FURIAN, S. M. & PFEIFER, R. M. 1986. Levantamento de reconhecimento do meio físico do Núcleo Cunha, SP. *Bol. Técn. IF*, São Paulo, 40(2):183-193.

- FURIAN, S. M. 1987. *Estudo geomorfológico do escoamento superficial em parcelas experimentais no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Cunha/SP. Um esboço metodológico.* São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. 187p. (Dissertação de Mestrado)
- JICA - JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. 1980. *Report of implementation design survey on the Japanese technical cooperation project for the forestry research in São Paulo, Brazil.* São Paulo, Japan International Cooperation Agency. 284p.
- LEITÃO FILHO, H. F. 1982. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, set. 12-18, 1982. *Anais... Silvíc. S. Paulo*, São Paulo, 164:197-206. Pt.1. (Edição Especial)