

BALANÇO DE MASSA EM MICROBACIA EXPERIMENTAL COM MATA ATLÂNTICA, NA SERRA DO MAR, CUNHA – SP¹

Cíntia Ferreira DONATO²
Maurício RANZINI³
Valdir de CICCIO⁴
Francisco Carlos Soriano ARCOVA⁵
Lívia Fagnani Sanchez de SOUZA⁶

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade natural da água encontra-se cada vez mais no foco da atenção, devido a recorrentes problemas de distribuição, escassez, poluição e transformação antrópica da paisagem, que estão comprometendo os recursos hídricos. Neste contexto destaca-se a Mata Atlântica que, tendo ocupado cerca de 15% do território nacional, hoje está reduzida a menos de 8% (Fundação SOS Mata Atlântica, 2006).

O Instituto Florestal de São Paulo, órgão da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, desenvolve pesquisas hidrológicas em microbacias hidrográficas com vegetação natural de Mata Atlântica no Laboratório de Hidrologia Florestal Eng. Agr. Walter Emmerich, localizado no Parque Estadual da Serra do Mar - PESM, Núcleo Cunha – SP. Três microbacias experimentais são monitoradas continuamente, com medições das precipitações pluviométricas e das descargas.

O presente trabalho dá prosseguimento aos estudos iniciados por Anido (2002) referentes aos conhecimentos dos processos hidrológicos da microbacia experimental A, quanto ao balanço hídrico e seus componentes; a precipitação pluviométrica, o deflúvio e a evapotranspiração.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

Com uma área de 2854 ha, o Núcleo Cunha do Parque Estadual da Serra do Mar, localiza-se em região de encostas altas, nas cercanias das cabeceiras do rio Paraibuna, um dos formadores do rio Paraíba do Sul (Ranzini, 2002).

A estrutura geológica da área faz parte do Complexo Cristalino, do período Pré-Cambriano. Contém granitos miloníticos, gnaisses, xistos cristalinos (micaxistos, quartzoxistos), granitos e diabásios básicos de intrusão parcial na era Mesozóica (Japan International Cooperation Agency - JICA, 1980).

Furian & Pfeifer (1986) classificam os solos do Núcleo Cunha como Latossolo Vermelho Amarelo Fase Rasa, atualmente Latossolo Vermelho Amarelo câmbico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 1999).

As precipitações anuais são elevadas, resultantes dos efeitos orográficos da Serra do Mar. A temperatura média anual do ar é de 16,5 °C, com 10 °C no inverno e 22 °C no verão. A umidade relativa média mensal do ar está entre 80 a 85% para a estação chuvosa, e inferior a 80% para o restante do ano. Caracteriza a área a ocorrência freqüente de nevoeiros densos nos períodos crepuscular e noturno (Arcova, 1996).

A vegetação consiste de uma cobertura natural secundária, sucessora da vegetação natural primária conhecida como Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa), resultado da exploração madeireira ocorrida há aproximadamente 45 anos (Leitão Filho, 1982).

(1) O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq – Brasil.

(2) Discente do curso de Gestão Ambiental da USP/Leste. Bolsista do CNPq. E-mail: tin_donato@hotmail.com

(3) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: ranzini@iflorestal.sp.gov.br

(4) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: valdirciccio@iflorestal.sp.gov.br

(5) Instituto Florestal, Caixa Postal 1322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: arcova@iflorestal.sp.gov.br

(6) Discente do curso de Geografia da UniSant'Anna. Bolsista da FUNDAP. E-mail: li_2908@hotmail.com

A área da microbacia A é de 37,50 ha, com elevações variando de 1175 m ao longo do divisor d'água a 1030 m no exutório (FIGURA 1). A declividade média da bacia é de $18^{\circ} 48'$; seu perímetro é de 2800 m, a largura média é de 350,5 m e o comprimento do canal principal é de 1070 m localizado no PESH (Anido, 2002).

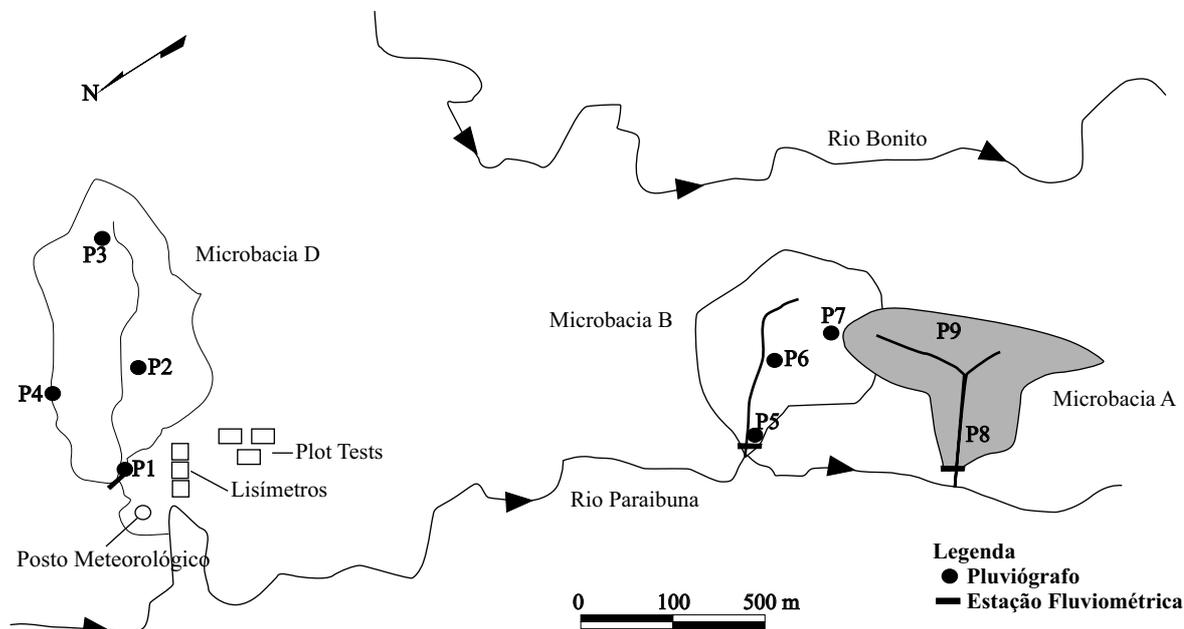


FIGURA 1 – Localização da microbacia experimental A.

2.2 Monitoramento Hidrológico

Para quantificar as entradas de água na microbacia têm-se dois pluviômetros do tipo caçamba, com precisão igual a 0,5 mm; um localizado na saída (P8) e o outro no interior da área (P9). Quando da falta de dados de um dos dispositivos calculou-se a precipitação a partir de uma regressão linear ($r^2 = 0,9189$), entre os dados de chuva da microbacia A (P9) e daquele oriundo da microbacia B (P5), área vizinha à estudada, obtida por Luiz *et al.* (2005).

A saída de água é monitorada através de uma estação fluviométrica, composta de dois tanques de sedimentação e um vertedor triangular de ferro de 120° de abertura. Está equipada com um linígrafo do tipo flutuador que registra as cotas numa carta de duração mensal. Por intermédio da curva-chave $Q = 0,0661.H^{2,303}$ com coeficiente de determinação (r^2) igual a 0,9922, determina-se as vazões e, posteriormente, a quantificação dos deflúvios diários, mensais e anuais.

2.3 Balanço Hídrico

Para a realização do balanço hídrico considera-se a ausência de vazamentos pelo substrato rochoso e que não ocorrem fluxos laterais para fora ou para dentro da microbacia. Como o balanço hídrico considera ciclos anuais, a variação de armazenamento de água no solo (ΔS) tende a zero (Hewlett & Nutter, 1969), pois há um equilíbrio da água armazenada no solo durante o ano, permitindo obter o balanço hídrico pela equação simplificada:

$$P = Q + ET$$

onde: P = precipitação; Q = deflúvio; ET = evapotranspiração.

Para a realização do balanço hídrico adotou-se o ano hídrico proposto por Cicco *et al.* (1985), com início a partir de 1^o de outubro, quando ocorrem as primeiras chuvas da primavera, e o seu término em 30 de setembro, final da estação seca. O balanço hídrico foi realizado para os anos hídricos de 2002 a 2006.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Precipitação Pluviométrica

Na FIGURA 2 estão representados os totais anuais precipitados e as respectivas barras verticais com um desvio padrão da média de 202,8 mm. A máxima amplitude encontrada foi de 432,5 mm, referente aos anos de 2005 e 2002.

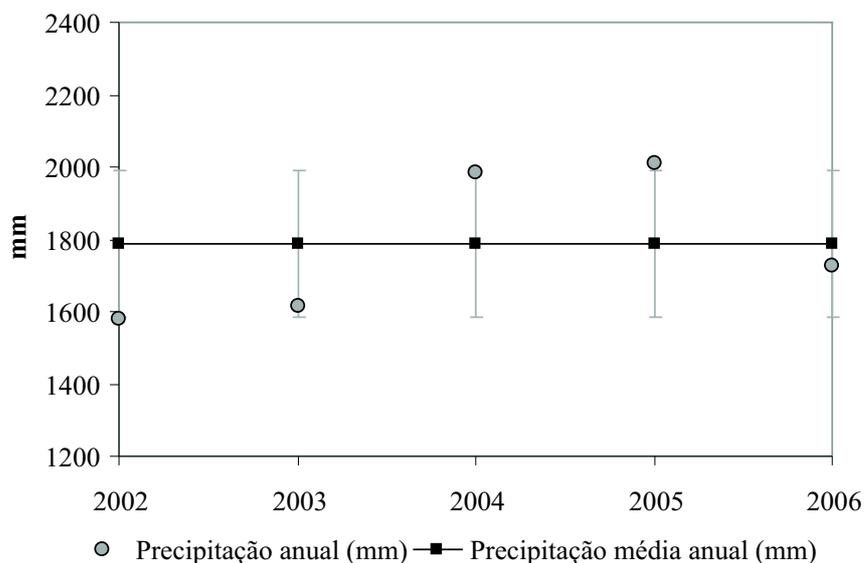


FIGURA 2 – Precipitações anuais observadas dentro da faixa de 1 desvio padrão (barra vertical) em torno da média do período estudado.

A FIGURA 3 mostra o ritmo da precipitação média mensal e a amplitude de valores. Observa-se uma grande variação dentro de cada mês, com destaque para o mês de abril. Aproximadamente 73% das precipitações ocorrem durante o período chuvoso.

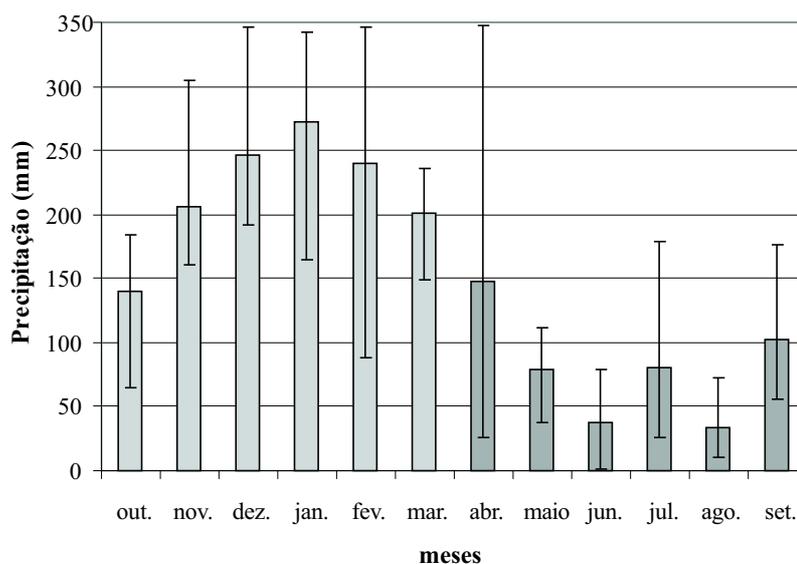


FIGURA 3 – Precipitação média mensal com respectiva amplitude de valores (barra vertical).

3.2 Deflúvio

O deflúvio médio anual foi de 1086,5 mm, valor inferior ao encontrado por Anido (2002) na mesma microbacia que foi de 1278,6 mm para o período de 1993 a 2001. O maior deflúvio (1431,04 mm) ocorreu no ano hídrico de 2005 e o menor (837,91 mm) em 2002, mostrando uma grande variação entre os anos estudados.

A distribuição do deflúvio mostra também uma grande variação mês a mês (FIGURA 4). No período estudado, os mais altos deflúvios ocorreram entre janeiro e abril, e os menores de agosto a outubro. Isto pode ser explicado pelas altas chuvas ocorridas em abril de 2005, as quais influenciaram os deflúvios dos meses de abril a junho. Com relação ao valor de deflúvio acima da média de julho, este se deveu a alta precipitação ocorrida neste mês para os anos hídricos de 2004 e 2005.

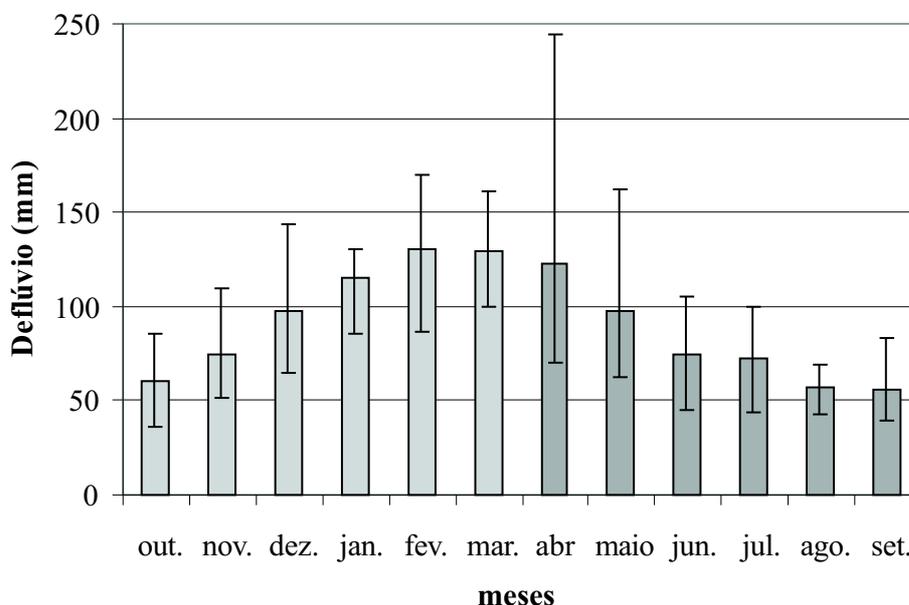


FIGURA 4 – Deflúvio médio mensal com respectiva amplitude de valores (barra vertical).

3.3 Balanço Hídrico

A evapotranspiração média foi de 697,5 mm, correspondendo a 39,1% da precipitação média anual. Anido (2002) encontrou um valor médio de evapotranspiração igual a 32,0%.

Os valores extremos ocorreram nos anos de 2004 (903,1 mm) e 2006 (524,7 mm). Na FIGURA 5 observam-se dois períodos distintos no ritmo da evapotranspiração. Para os três primeiros anos os valores de evapotranspiração são próximos ao do deflúvio e para os dois últimos apresentam-se distantes. Em relação à razão entre a evapotranspiração e a precipitação, tem-se um valor médio de 46,0% para o primeiro período. Nele destacam-se valores elevados de evapotranspiração em decorrência aos baixos deflúvios. Para o segundo período ocorreu o inverso, ou seja, baixos valores de evapotranspiração (29,6%) em função dos altos índices de deflúvio.

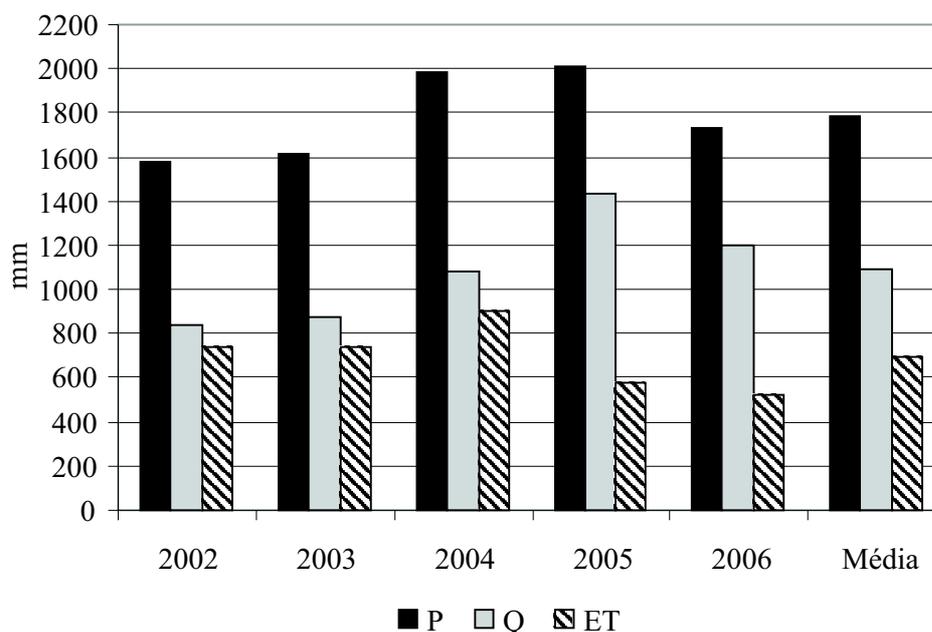


FIGURA 5 – Relação entre a precipitação (P), deflúvio (Q) e evapotranspiração (ET) para os anos hídricos do período experimental.

4 CONCLUSÕES

As precipitações e os deflúvios médios mensais e anuais apresentaram grandes variações ao longo do período experimental. No entanto, verificaram-se dois ritmos distintos para a evapotranspiração, o primeiro correspondendo aos anos hídricos de 2002 a 2004, com 46,9%, e o segundo de 2005 a 2006, com 29,6% da precipitação. A evapotranspiração média foi de 39,1% da precipitação anual e, portanto, a microbacia experimental A é conservativa quanto ao consumo de água.

Pelos resultados obtidos verifica-se a necessidade de séries mais longas de observações para a caracterização da evapotranspiração. Desta forma, é importante a continuidade do monitoramento da microbacia em questão, assim como estudos que possibilitem o entendimento da geração do deflúvio e seus componentes. Informações estas úteis para a tomada de decisões sobre o manejo sustentável dos recursos naturais da região.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANIDO, N. M. R. **Caracterização hidrológica de uma microbacia experimental visando identificar indicadores de monitoramento ambiental**. 2002. 69 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ARCOVA, F. C. S. **Balanço hídrico, características do deflúvio e calibragem de duas microbacias hidrográficas na Serra do Mar, SP**. 1996. 155 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CICCO, V. **Análise de séries temporais hidrológicas em microbacia com cobertura vegetal natural de Mata Atlântica, Cunha-SP**. 2004. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

_____. *et al.* Determinação do balanço hídrico com emprego de bacia hidrográfica experimental em mata natural secundária. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS E SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES METROPOLITANAS, 6., São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Hidrologia e Recursos Hídricos, 1985. p. 234-246

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412p.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período de 1995-2000**. Relatório Final. p. 1-43. Disponível em: <http://201.6.118.168/sos/download/relatorio_atlas-1995a2000.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2006.

FURIAN, S. M.; PFEIFER, R. M. Levantamento de reconhecimento do meio físico do Núcleo Cunha, SP. **Bol. Técn. IF**, São Paulo, v. 40, n. 2, p.183-193, 1986.

HEWLETT, J. D.; NUTTER, W. L. **An outline of forest hydrology**. Athens. University of Georgia Press, 1969. 137 p.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY - JICA. **Report of implementation design survey on the Japanese technical cooperation project for the forestry research in São Paulo, Brazil**. [S.l.], 1980. 284 p.

LEITÃO FILHO, H. de F. Aspectos taxonômicos das florestas do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: UNIPRESS, 1982. p. 197-206. (**Silvic. S. Paulo**, São Paulo, v. 16A, n. único, pt. 1, 1982).

LUIZ, R. A. F. *et al.* Estudos pluviométricos no Laboratório de Hidrologia Florestal “Walter Emmerich”, Cunha – SP. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FISICA APLICADA, 11., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, USP, 2005. 15 p. 1 CD.

RANZINI, M. **Modelagem hidrológica de uma microbacia florestada da Serra do Mar, SP, com o modelo TOPMODEL** – simulação do comportamento hidrológico em função do corte raso. 2002. 116 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.