

**Recursos hídricos na Mata Atlântica: estudo de caso do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha - SP**

Valdir de Cicco <sup>1</sup>  
Francisco Carlos Soriano Arcova <sup>2</sup>  
Maurício Ranzini <sup>3</sup>  
João Batista Amaro dos Santos <sup>4</sup>  
Maria Cristina Forti <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Instituto Florestal  
Rua do Horto, 931 - CEP 02377-000 - Horto Florestal - São Paulo - SP, Brasil  
valdircicco@iflorestal.sp.gov.br

<sup>2</sup> Instituto Florestal  
Rua do Horto, 931 - CEP 02377-000 - Horto Florestal - São Paulo - SP, Brasil  
fcarcova@iflorestal.sp.gov.br

<sup>3</sup> Instituto Florestal  
Rua do Horto, 931 - CEP 02377-000 - Horto Florestal - São Paulo - SP, Brasil  
ranzini@iflorestal.sp.gov.br

<sup>4</sup> Instituto Florestal  
Praça São Paulo, 101 - CEP 12530-000 - Cunha - SP, Brasil  
pesmcunha@ig.com.br

<sup>5</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Av. dos Astronautas, 1758 - CEP 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil  
crisforti@ig.com.br

**Abstract.** The Forestry Institute of São Paulo State have been studying the water and forest relationships in Laboratory of Forest Hydrology Walter Emmerich at Cunha in the Serra do Mar State Park in the last three decades. From the obtained long-term data the knowledge about the hydrologic cycle and hydrochemical processes are being deepen within the Atlantic Forest. The starting point of these researches is the named “hydrometric method of experimental catchments” which monitors three catchments covered with secondary natural forest. In this paper it is presented a synthesis of the relevant results obtained up to now whose objective is to show the importance of the Atlantic Forest conservation for the maintenance of the Serra do Mar mountain range water resources.

**Palavras-chave:** hidrologia, hidroquímica, Alto Vale do Paraíba do Sul, Serra do Mar, Mata Atlântica.

## 1. Introdução

Em 1979, o Instituto Florestal do Estado de São Paulo (IF) iniciou suas pesquisas sobre o manejo de bacias hidrográficas com enfoque nas relações floresta - água. A região escolhida para os estudos foi o Alto Vale do rio Paraíba do Sul, caracterizada por um relevo montanhoso e com elevado índice pluviométrico. Os principais rios da região, Paraitinga e Paraibuna, formam o rio Paraíba do Sul, que é responsável pelo abastecimento de inúmeras cidades nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Como resultado dos estudos pioneiros do Instituto Florestal, foi implantado em 1987, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha, o Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich (L.H.F.W.E.). Dentre as instalações do laboratório constam três microbacias hidrográficas monitoradas hidrologicamente. Recobertas por Mata Atlântica, estas áreas experimentais têm gerado grande gama de informações sobre os processos hidrológicos e hidroquímicos na Serra do Mar (Arcova et al., 1985; Arcova & Cicco, 1997; Fujieda et al., 1997; Anido, 2002; Ranzini, 2002; Arcova et al., 2003; Cicco, 2004; Forti et al., 2007; Ranzini et al., 2007).

Este artigo apresenta uma síntese dos resultados mais relevantes das pesquisas desenvolvidas nas microbacias experimentais do L.H.F.W.E. Desta forma, espera-se poder contribuir para o entendimento das relações entre a Mata Atlântica e os recursos hídricos.

## 2. Materiais e Métodos

O L.H.F.W.E. está localizado no município de Cunha, São Paulo, entre as coordenadas 23° 13' e 23° 16' de latitude Sul e os meridianos 45° 02' e 45° 05' de longitude Oeste e situado próximo às nascentes do rio Paraibuna, a uma altitude superior a 1000 metros.

A região é montanhosa, com declividades das encostas superiores à 15°. Rochas duras, de difícil decomposição, como gnaisses, migmatitos e granitos deram origem a Latossolos Vermelho-Amarelo câmbico.

A vegetação original do é de Floresta Ombrófila Densa – Mata Atlântica, a qual no passado foi submetida à exploração para produção de carvão e madeira para serraria, sendo parcialmente substituída por pastagens. Hoje predomina uma vegetação secundária em fase de regeneração, com aproximadamente 50 anos de idade. O uso do solo no entorno do laboratório é diversificado, havendo principalmente floresta natural secundária, agricultura, pastagem e eucalipto.

A área sofre forte influência da altitude e dos efeitos orográficos da Serra do Mar, com massas de ar tropicais proporcionando à região condições de clima úmido. As precipitações pluviométricas anuais oscilam entre 1440 mm e 3100 mm, com valor médio de 2200 mm. A temperatura média anual é de 16,5°C, sendo no inverno e no verão, em média de 10°C e 22°C, respectivamente. A umidade relativa média do ar é de 85% na estação chuvosa (outubro a março) sendo inferior a este valor no período menos chuvoso (abril a setembro). A ocorrência de nevoeiros densos é freqüente na região.

As microbacias experimentais, denominadas A, B e D, possuem áreas de 37,50 ha, 36,68 ha e 56,04 ha, respectivamente. Estão sendo monitoradas por intermédio de medições contínuas das precipitações pluviométricas e das vazões. Para tanto, cada microbacia foi dotada de uma rede pluviográfica e de uma estação fluviométrica equipada com linígrafo do tipo flutuador. Maiores detalhes das áreas e das instalações são encontradas em Arcova (1996) e Anido (2002).

Os processos relacionados à interceptação das chuvas pela floresta nas microbacias B e D foram estudados mediante a instalação de 16 pluviômetros sob as copas das árvores, e de 38 dispositivos coletores de água de escoamento pelo tronco na primeira microbacia e 8 na

segunda. Um pluviômetro em clareira foi usado para a medição das chuvas antes da interação com o dossel (Cicco et al., 1986/1988; Arcova et al., 2003).

O balanço hídrico anual para as três microbacias experimentais foi determinado através da equação hidrológica fundamental, estimando-se as perdas evapotranspirativas pela floresta (Arcova, 1996; Anido, 2002; Cicco, 2004). Análises de hidrogramas foram realizadas para obtenção dos volumes de escoamento direto, necessários para o cálculo da relação escoamento direto/precipitação (Arcova, 1996; Fujieda et al., 1997; Anido, 2002).

Os fluxos anuais de espécies químicas nas águas de chuva, de transprecipitação, de escoamento pelo tronco e deflúvio para as microbacias B e D foram estimados a partir de coletas semanais (Arcova e Cicco, 1987; Arcova et al., 1993; Forti et al., 2005; Forti et al., 2007). Estudos de qualidade da água foram realizados nas três microbacias, através do monitoramento da turbidez, cor aparente, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, pH e temperatura da água, além do rio Paraibuna (Arcova et al., 1998; Arcova e Cicco, 1999; Arcova et al., 2002).

Estudos específicos sobre transporte de sedimentos em suspensão foram desenvolvidos na microbacia A. Para tanto, além de coletas semanais, as amostras de água foram obtidas por meio de garrafas de espera instaladas na estação fluviométrica em diferentes alturas (Anido, 2002).

O modelo TOPMODEL, baseado em aspectos físicos e topográficos, foi aplicado na microbacia D para identificar as áreas potencialmente geradoras do fluxo rápido de água, além de simular a vazão e analisar seu funcionamento hidrológico para um hipotético corte-raso da floresta (Ranzini, et al., 2004). Também, o modelo INCA (Integrated Nitrogen CAtachment model), foi utilizado com o propósito de avaliar possíveis cenários de deposição atmosférica sobre os impactos no fluxo de nitrogênio para a microbacia B (Ranzini et. al., 2007).

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Precipitação Efetiva e Interceptação

Conforme a **Tabela 1**, a interceptação média das chuvas pelas copas das árvores nas duas microbacias é de 18,4% da precipitação no aberto, sendo a transprecipitação o principal processo pelos quais as chuvas alcançam o piso, com um montante de 81%. O escoamento pelo tronco é pouco significativo, da ordem de 1%.

Tabela 1 - Precipitação no aberto, transprecipitação, escoamento pelo tronco e interceptação nas microbacias B e D.

Microbacia	Precipitação		Transprecipitação		Escoamento tronco		Interceptação	
	mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
B	2220,3	100	1802,9	81,2	4,8	0,2	412,6	18,6
D	2252,6	100	1816,8	80,7	25,30	1,1	410,6	18,2

#### 3.2. Balanço Hídrico

A distribuição média mensal das chuvas e dos deflúvios das microbacias A, B e D são mostradas na **Figura 1**. De forma geral, as chuvas suplantam os deflúvios entre os meses de setembro a março. Ao contrário, para os meses mais secos os deflúvios são maiores que as precipitações. Isto indica que as microbacias possuem uma grande capacidade de armazenamento da água, fazendo com que considerável parte do deflúvio seja alimentado pelo escoamento de base provocado por chuvas que ocorreram na estação chuvosa, conforme Fujieda et al. (1997).

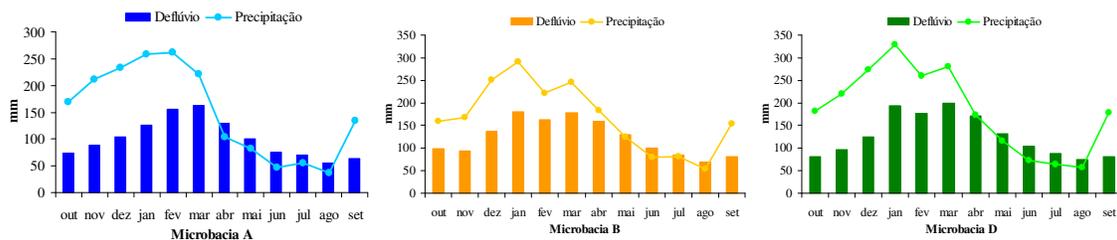


Figura 1. Precipitação e deflúvio médios mensais das microbacias A, B e D.

A **Tabela 2** apresenta os balanços hídricos médios anuais das microbacias experimentais com Mata Atlântica. O deflúvio corresponde a um valor médio de 70% da precipitação anual. Os 30% restantes da água deixam as bacias pelo processo de evapotranspiração.

Tabela 2 - Balanço hídrico médio anual das microbacias A, B e D.

Microbacia	Precipitação		Deflúvio		Evapotranspiração	
	mm	%	mm	%	mm	%
A <sup>1</sup>	1814	100	1205	66,4	609	33,6
B <sup>2</sup>	2013	100	1473	73,2	540	26,8
D <sup>3</sup>	2205	100	1528	69,3	677	30,7
<b>Média</b>	<b>2011</b>	<b>100</b>	<b>1402</b>	<b>69,7</b>	<b>590</b>	<b>30,3</b>

Média dos períodos: 1) 1993 a 1999 e 2001 a 2006; 2) 1987 a 1992; 3) 1983 a 1998.

As microbacias apresentam deflúvio bastante elevado. Este alto rendimento hídrico é uma decorrência das baixas taxas evapotranspirativas que prevalecem na região, provavelmente pelas condições climáticas, principalmente, baixas temperaturas, elevada umidade do ar e nevoeiros intensos que ocorrem por longos períodos.

### 3.3. Componentes do Deflúvio

Os valores médios da relação escoamento direto/precipitação pluviométrica das microbacias A, B e D foram estimados em 0,16; 0,22 e 0,11, respectivamente. Assim, entre 11% e 22% das chuvas deixam as microbacias na forma de escoamento direto. Através de uma análise mais detalhada de hidrogramas da microbacia A foi verificado que o escoamento direto tem duração de 12 a 15 horas, para chuvas inferiores a 30 minutos (Anido, 2002).

Embora as microbacias do L.H.F.W.E. apresentem elevada proporção de escoamento direto, o escoamento de base é o principal componente do deflúvio durante o ano. Fujieda et al. (1997) estimaram que 52% e 59% da precipitação anual deixam as microbacias B e D, como escoamento de base. Este ritmo pode ser explicado pela combinação de três fatores: 1) reduzidas taxas de evapotranspiração; 2) expressivas taxas de infiltração da água no solo; e 3) elevadas taxas de percolação das águas para as camadas mais profundas do substrato rochoso. Assim, a parcela de água que infiltra no solo alcança rapidamente as camadas mais profundas das microbacias, sendo então armazenada e, gradativamente, liberada, suprimindo os rios nos períodos de estiagem.

### 3.4. Inter-relações entre os processos hidrológicos

A **Figura 2** mostra os caminhos da água e os principais processos na microbacia D, a mais estudada do laboratório. Maiores detalhes podem ser encontrados em Fujieda et al. (1997) e Arcova e Cicco (2005).

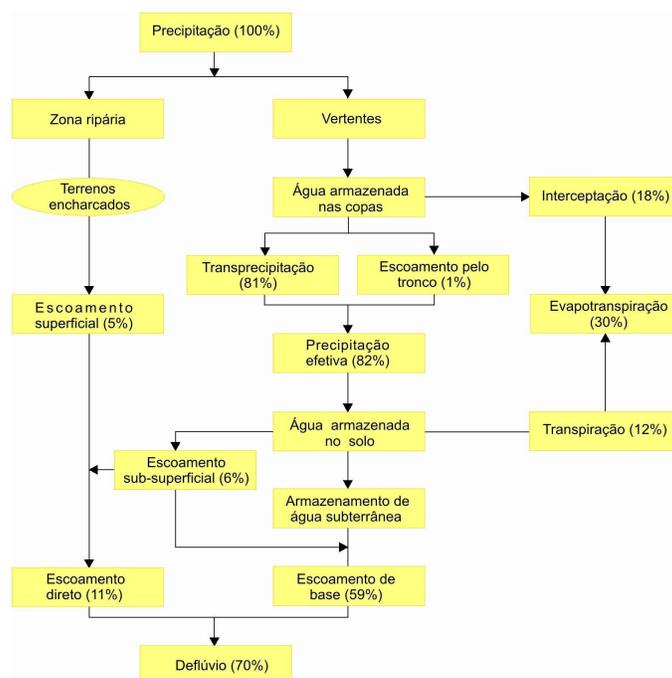


Figura 2. Inter-relações entre os processos do ciclo hidrológico na microbacia D.

### 3.5. Hidroquímica e Qualidade da Água

A **Tabela 3** apresenta os resultados dos fluxos médios para diferentes espécies químicas em  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  na precipitação no aberto (P), transprecipitação (Tr), escoamento pelo tronco (Et) e deflúvio (Q) das microbacias experimentais B e D.

Tabela 3 – Fluxos médios ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ ) de diferentes espécies químicas para os processos hidrológicos nas microbacias B e D.

Espécies Químicas	Microbacia B <sup>1</sup>			Microbacia D <sup>2</sup>			
	P	Tr	Q	P	Tr	Et	Q
H <sup>+</sup>	0,098	0,006	0,0004	-	-	-	-
Na <sup>+</sup>	4,75	13,50	13,50	11,79	20,65	0,32	31,84
K <sup>+</sup>	6,84	115,00	5,12	5,43	79,85	2,61	10,33
Mg <sup>2+</sup>	1,13	6,39	3,39	1,08	7,23	0,15	6,49
Ca <sup>2+</sup>	1,77	12,00	4,60	2,87	11,55	0,25	15,68
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	9,30	7,05	1,75	-	-	-	-
Cl <sup>-</sup>	10,60	62,50	10,10	-	-	-	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10,80	9,16	6,34	9,06	-	-	18,34
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	9,62	30,40	3,65	-	-	-	-
P	-	-	-	0,69	1,66	0,04	-

<sup>1</sup> Forti et al., 2005 e Forti et al. (2007); <sup>2</sup> Arcova e Cicco (1987) e Arcova et al. (1993).

Os elementos ativos nos ciclos biogeoquímicos são principalmente o K, Mg, Ca e N. Destes, o K é o que tem o componente da transprecipitação mais enriquecido, pois é intensamente lixiviado da vegetação. Examinando-se o NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e o NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, observa-se que ambos são absorvidos pela vegetação. As transferências entre os diferentes horizontes do solo são baixas quando comparadas às da transprecipitação, o que é consequência principalmente da ciclagem interna estreita. As transferências das espécies para as águas do rio são baixas, o que

é esperado em florestas tropicais, devido à reciclagem interna das diferentes espécies, principalmente nutrientes.

Uma síntese das características de qualidade da água das microbacias A, B e D e do rio Paraibuna é mostrada na **Figura 3**. As microbacias experimentais exibem águas com níveis menores de cor aparente, turbidez, condutividade elétrica, temperatura e pH comparativamente ao rio Paraibuna, sendo as concentrações de oxigênio dissolvido elevadas para todos os cursos d'água. O rio Paraibuna apresenta uma grande amplitude de valores para as características estudadas. A influência do uso do solo da bacia do rio Paraibuna, que além da floresta natural, possui agricultura, pastagem e reflorestamento com eucalipto, é demonstrada pelos maiores valores para a cor e a turbidez.

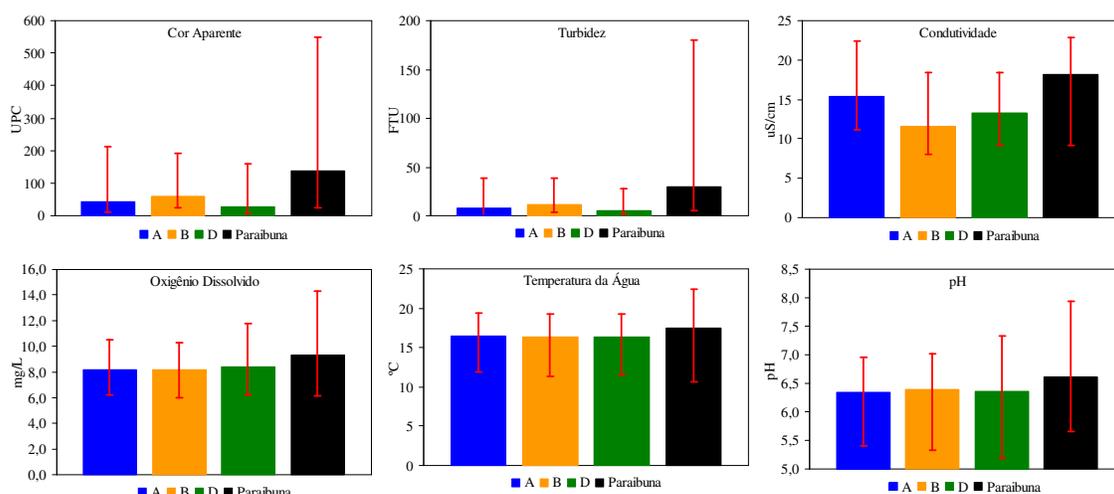


Figura 3. Características de qualidade da água das três microbacias experimentais e do rio Paraibuna; a barra vertical vermelha indica a amplitude de variação dos dados.

Estudo do transporte de sedimentos na água da microbacia A contemplou, além dos sedimentos totais (SST), as suas porções fixas (SSF) e voláteis (SSV). Constatou-se que as concentrações mais significativas ocorrem nos meses de janeiro e fevereiro, e que a fração volátil predomina sobre a fração fixa (**Figura 4**). Em média, os sedimentos em suspensão da água são compostos de 33% de sedimentos fixos e 67% de sedimentos voláteis. A carga anual de sedimentos em suspensão que deixa a microbacia foi de  $162 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , um montante bastante reduzido se comparado com as estimativas de perdas de solo para o estado de São Paulo, que variam de  $4,5$  a  $15 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , Anido (2002).

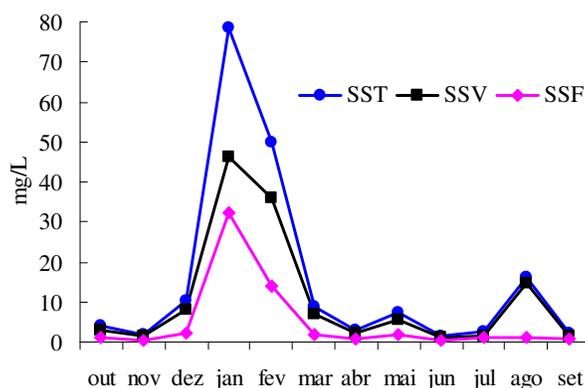


Figura 4. Sedimentos em suspensão e suas frações fixa e volátil na água da microbacia A.

### 3.6. Modelagem Hidrológica

Os resultados obtidos com o TOPMODEL indicam uma eficiência maior para as simulações de eventos isolados de vazão do que para as de períodos longos. A simulação do comportamento hidrológico em função do corte-raso na microbacia D mostrou uma diminuição do tempo de pico e um aumento significativo do volume de vazão; de 17% a 44%, em comparação à microbacia coberta com floresta. Demonstaram, também, que de 7% a 93% do deflúvio é gerado a partir das “áreas variáveis de afluência” (A.V.A.) (**Figura 5**). As simulações indicam que o corte-raso pode ainda aumentar as áreas de saturação e, conseqüentemente, o escoamento superficial, podendo acarretar em problemas ambientais na microbacia.

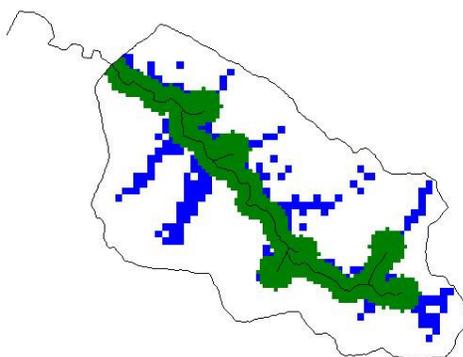


Figura 5 - Simulação mostrando em azul as áreas variáveis de afluência (A.V.A.), potencialmente geradoras do escoamento direto. Em verde são mostradas as áreas de preservação permanente (APPs) da microbacia D.

A aplicação do modelo INCA na microbacia B resultou na simulação adequada dos deflúvios médios mensais e as concentrações de N-NO<sub>3</sub> para os períodos de calibração e validação do modelo, com as taxas de perdas (simuladas) de 6,55 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para o N-NO<sub>3</sub> e 3,85 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para o N-NH<sub>4</sub> (**Tabela 4**). Para investigar os efeitos dos elevados níveis de deposição de N no futuro, vários cenários para deposição atmosférica foram simulados, o valor mais alto correspondeu àquela de uma área de Mata Atlântica (Parque Estadual das Fontes do Ipiranga – PEFI) altamente poluída na cidade de São Paulo. Quando se dobrou a deposição atmosférica obteve-se um aumento de 25% na taxa de lixiviação de N. Já quando se considera o nível próximo à taxa de deposição que ocorre em São Paulo, cinco vezes maior do que a taxa atual, a lixiviação aumenta em 240%, a qual criaria condições altamente eutróficas, deteriorando a qualidade da água do rio.

Tabela 4 – Fluxos de N, simulado e observado, em resposta ao aumento da deposição de N (kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>).

Parâmetro		0%	100%	200%	300%	400%	500%
Deposição N-NO <sub>3</sub>	simulado	9,09	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0
Deposição N-NH <sub>4</sub>	simulado	8,07	18,15	27,2	36,3	45,38	54,45
Lixiviação N-NO <sub>3</sub>	simulado	6,5	8,26	9,83	11,41	12,39	14,57
	<b>observado</b>	<b>5,22</b>	-	-	-	-	-
Lixiviação N-NH <sub>4</sub>	simulado	3,85	5,19	6,39	7,60	8,80	10,01
	<b>observado</b>	<b>2,38</b>	-	-	-	-	-
Nitrificação N-NH <sub>4</sub>	simulado	15,79	23,69	30,8	37,91	45,02	52,15
	(pool)						
Denitrificação N-NO <sub>3</sub>	simulado	9,92	12,91	15,61	18,3	21,0	27,70
Δ Armazenamento	simulado	3,11	9,79	22,4	35,3	47,6	56,2

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados alcançados indicam que as microbacias de cabeceira do rio Paraibuna apresentam elevado rendimento hídrico e um regime de vazão estável durante todo o ano. Assim, esta região deve ser vista como estratégica para o suprimento de água para o Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Os estudos hidroquímicos das microbacias experimentais demonstram que essa área não sofre efeitos da poluição atmosférica, podendo ser usada como referência em estudos comparativos. A Mata Atlântica presente nessas microbacias demonstra sua importância no tocante à manutenção das boas características de qualidade de suas águas.

A modelagem hidrológica mostrou-se uma ferramenta adequada para que futuramente se amplie o seu uso numa escala maior de forma a englobar diversos usos do solo; possibilitando o entendimento dos processos hidrológicos e hidroquímicos que controlam o funcionamento de uma bacia hidrográfica. E, assim, auxiliar na compreensão das alterações que podem ocorrer dentro de um sistema ecológico complexo, como é o caso da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

As pesquisas desenvolvidas no Laboratório de Hidrologia Florestal Eng. Agr. Walter Emmerich estão proporcionando o conhecimento dos processos hidrológicos e hidroquímicos na Mata Atlântica, podendo, desta forma, contribuir para tomadas de decisões relativas ao gerenciamento dos recursos hídricos e de riscos ambientais.

#### Referências Bibliográficas

- ANIDO, N. M. R. **Caracterização hidrológica de uma microbacia experimental visando identificar indicadores de monitoramento ambiental**. 2002. 69 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba – SP. 2002.
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; LIMA, W. P. Balanço dos nutrientes  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+1}$ ,  $\text{K}^{+1}$  e  $\text{NO}_3^-$  em bacia hidrográfica com vegetação natural do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha, SP. **IPEF**, v. 31, p. 61-67, 1985.
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Fluxo de nutrientes através da precipitação, precipitação interna e escoamento pelo tronco em floresta natural no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Cunha - SP. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v. 41, n. 1, p. 37-58, 1987.
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; SHIMOMICHI, P. Y. Qualidade da água e dinâmica dos nutrientes em bacia hidrográfica recoberta por floresta de Mata Atlântica. **Revista do Instituto Florestal**, v. 5, n. 1, p. 1-20, 1993.
- ARCOVA, F. C. S. **Balanço hídrico, características do deflúvio e calibragem de duas microbacias hidrográficas na Serra do Mar, SP**. 1996. 155 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba – SP. 1996.
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Características do deflúvio de duas microbacias hidrográficas no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha – SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 9, n. 2, p. 153-170, 1997.
- ARCOVA, F. C. S.; CESAR, S. F.; CICCIO, V. Qualidade da água em microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica, Cunha, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 10, n. 2, p. 185-196, 1998.
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 125-134, 1999.
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; HONDA, E. A. Características físicas das águas dos rios Paraibuna e Paraitinga, região do Alto Paraíba - SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 14, n. 1, p. 1-12, 2002.
- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V.; ROCHA, P. A. B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha - SP. **Revista Árvore**, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.

- ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. Manejo de Bacias Hidrográficas. In: HONDA, E. A.; YAMAZOE, G. (Org.). **25 anos de cooperação JICA – Instituto Florestal**. São Paulo, SP. Imprensa Oficial, 2005. cap. 3, p. 34-46.
- CICCIO, V.; ARCOVA, F. C. S.; SHIMOMICHI, P. Y.; FUJIEDA, M. Interceptação das chuvas por floresta natural secundária de Mata Atlântica – SP. **Silvicultura em São Paulo**, v. 20/22, p. 25-30, 1986/1988.
- CICCIO, V. **Análise de séries temporais hidrológicas em microbacia com cobertura vegetal natural de Mata Atlântica, Cunha – SP**. 2004. 124 p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Departamento de Geografia, FFLCH/USP, São Paulo – SP. 2004.
- FORTI, M. C.; BICUDO, D. C.; BOUROTTE, C.; CICCIO, V.; ARCOVA, F. C. S. A. Rainfall and throughfall chemistry in the Atlantic Forest: a comparison between urban and natural areas (São Paulo State, Brazil). **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 9, n. 6, p.570-585, 2005.
- FORTI, M. C.; BOUROTTE, C.; CICCIO, V.; ARCOVA, F. C. S. A.; RANZINI, M. Fluxes of solute in two catchments with contrasting deposition loads in Atlantic Forest (Serra do Mar/SP-Brazil). **Applied Geochemistry**, n. 22, p.1149-1156, 2007.
- FUJIEDA, M.; KUDOH, T.; CICCIO, V.; CARVALHO, J. L. Hydrological processes at two subtropical forest catchments; the Serra do Mar, São Paulo, Brazil. **Journal of Hydrology**, n. 196, p.26-46, 1997.
- 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. 132 p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos – SP. 2002.
- RANZINI, M.; RIGHETTO, A.M.; GUANDIQUE, M.E.G.; MORAES, J.M.; ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V. Modelagem hidrológica de uma microbacia florestada da Serra do Mar, SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 9, n. 4, p. 33-44, 2004.
- RANZINI, M.; FORTI, M.C.; WHITEHEAD, P.G.; ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V.; WADE, A.J. Integrated Nitrogen Catchment model (INCA) applied to a tropical catchment on the Atlantic Forest, São Paulo, Brazil. **Hydrology Earth System Science**, v. 11, n. 1, p. 614-622, 2007.