

CARACTERIZAÇÃO HIDROAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DEBOSSAN, NOVA FRIBURGO, RJ ¹

Christiany Araujo Cardoso², Herly Carlos Teixeira Dias³, Sebastião Venâncio Martins³ e Carlos Pedro Boechat Soares³

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi caracterizar o comportamento hidrológico, o volume de entrada e saída de água da bacia hidrográfica do rio Debossan, onde se localiza uma importante estação de captação de água, administrada pela Concessionária de Águas e Esgotos de Nova Friburgo LTDA. (CAENF), inserida na Reserva Ecológica de Macaé de Cima, Município de Nova Friburgo, Rio de Janeiro. Para isso, foram obtidos dados de vazão e precipitação diários do período de janeiro de 2002 a dezembro de 2004. A partir desses dados, foram calculados alguns parâmetros hidrológicos, como vazão específica e deflúvio. A precipitação média observada nos três anos foi de 2.163 mm, sendo que os meses de dezembro/2002 e janeiro/2003 apresentaram os máximos valores. A vazão média anual no período foi de 0,86 m³/s, apresentando o mês de dezembro de 2002 com maior índice e setembro de 2004 com o menor. O balanço hídrico, em termos médios anuais nos três anos de medições, apresentou uma evapotranspiração de 1.923,04 mm, equivalendo a 88% da precipitação convencional. Pode-se dizer que o ecossistema florestal exerce efeito tamponante sobre a quantidade de água da bacia hidrográfica, mantendo uma grande vazão nos meses de menor pluviosidade. Ao analisar a relação entre a entrada de água na bacia, o uso atual do solo e a quantidade de água produzida, concluiu-se que uma bacia hidrográfica bem preservada tem fundamental importância na manutenção constante da vazão ao longo do ano, além da visível participação na qualidade da água.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica e hidrologia florestal.

ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF DEBOSSAN RIVER WATERSHED, NOVA FRIBURGO, RJ

ABSTRACT – The objective of this work was to characterize the hydrological behavior and the volume of water entering and leaving the Debossan river watershed, where an important water captation plant is situated, managed by the Nova Friburgo Water and Sewage Treatment Company LTDA (CAENF), within the 'Macaé de Cima' Ecological Reserve, Nova Friburgo-RJ. Data of daily flow and precipitation were collected from January/2002 to December/2004. Starting from these data, some hydrological parameters were calculated, such as specific flow and flow. The average rainfall for the period was 2,163.66 mm, being that the months december/2002 and january/2003 presented the greatest values. The annual average flow for the period was 0.86 m³/s, with December/2002 having the highest index and September/2004 the lowest. The average annual hydrological balance for the three years of measurements showed 1.923,04 mm of evapotranspiration, which was 88% of the conventional precipitation. This shows that the forest ecosystem works like a buffer effect on the amount of watershed water, keeping water in the months of higher rainfall and releasing it in the months of less rainfall. Analyzing the relation between the water entering in the watershed, the current use of the soil, and the amount of produced water, it was concluded that a well-preserved watershed is crucial to keep the flow constant during the year, besides the evident participation in the water quality.

Keywords: Watershed and forest hydrology.

¹ Recebido em 09.05.2005 e aceito para publicação em 10.11.2005.

² Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa.

³ Departamento de Engenharia Florestal da UFV. E-mail: <herly@ufv.br>.

1. INTRODUÇÃO

A água é de vital importância para a sobrevivência dos seres vivos, uma vez que está presente na maioria dos processos metabólicos. Além dessa atuação vital, levando-se em conta o ciclo hidrológico, ela interage com todo o ambiente, acumulando as informações dessas interações e, assim, funcionando como indicador ambiental de grande eficiência (OKI, 2002).

As florestas desempenham papel muito importante na captação e distribuição de água de chuva nas bacias hidrográficas, no processo de suprimento de água para a recarga dos aquíferos, assim como a regulação do escoamento de água das bacias (ARCOVA e CICCIO, 1997).

A importância da floresta na retenção temporária da água da chuva no ecossistema foi observada na Amazônia Central por Leopoldo et al. (1995). Durante três anos de estudo, esses autores notaram que apenas 3% da água da chuva era perdida pelo ecossistema superficial.

O balanço hídrico envolve a quantificação dos componentes do sistema, visando ao melhor entendimento do seu comportamento e baseia-se no princípio de conservação de massa, sendo analisado pelos insumos de entradas e pelas saídas de água do sistema (ZAKIA, 1987; TUCCI, 2000). As possíveis entradas de água no sistema incluem precipitação, orvalho, precipitação oculta e ascensão capilar, enquanto as possíveis saídas incluem evapotranspiração, escoamento superficial, escoamento subsuperficial e escoamento-base.

Pela equação do balanço hídrico, o deflúvio é o saldo contábil entre a entrada de água pelas chuvas e as perdas evaporativas. Assim, quantidades idênticas de precipitação em duas bacias devem produzir quantidades variadas de deflúvio, devido a diferentes características físicas da bacia hidrográfica.

No contexto de ambientes mais ameaçados no Brasil, destaca-se o corpo florestal que reveste as serras e planícies que margeiam a Costa Atlântica, denominada popularmente de Mata Atlântica, cuja cobertura remanescente se restringe a cerca de 6% de sua área original (LIMA e GUEDES-BRUNI, 1997).

Na lista dos municípios que têm a maior área de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, Nova Friburgo, a região serrana se destaca por ocupar o quinto lugar, com 45% da sua área coberta (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, citada por AGUIAR et al., 2004).

Nesse município, encontra-se a Reserva Ecológica de Macaé de Cima, criada em 03 de janeiro de 1990, através do Decreto Municipal nº 156, possuindo uma área aproximada de 7.200 hectares. A mancha florestal contínua do trecho da Serra do Mar, na qual se encontra incluída a reserva, tem aproximadamente 35.000 hectares, constituindo num importante remanescente da Mata Atlântica na porção central do Estado do Rio de Janeiro (LIMA e GUEDES-BRUNI, 1997).

A bacia hidrográfica do rio Debossan localiza-se a montante da estação de captação de água de Nova Friburgo e está inserida na Reserva Ecológica de Macaé de Cima.

Para avaliar o efeito que teria qualquer perturbação numa bacia hidrográfica, é necessário antes conhecer muito bem as características hidrológicas do ecossistema natural, para posteriormente fazer a comparação com aqueles em que houve intervenções antrópicas. A análise desses aspectos do ecossistema envolve características de clima, geomorfologia, solo, vegetação, deflúvio e evapotranspiração, com o que se pode quantificar os processos hidrológicos da bacia e correlacioná-los com as diferentes variáveis relacionadas à quantidade e qualidade da água, assim como sua dinâmica.

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização hidrológica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ, a partir da precipitação de chuvas e do deflúvio ao longo de 36 meses de observação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreendeu a bacia de contribuição a montante da estação de captação de água, administrada há aproximadamente seis anos pela Concessionária de Águas e Esgotos de Nova Friburgo (CAENF). Situa-se no Município de Nova Friburgo, RJ, a 137 km da capital do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1).

A bacia (Figura 2) possui uma área de 9,9156 km², formadora do rio Debossan, sendo um importante afluente do rio Bengalas. Este, por sua vez, é tributário do rio Paraíba do Sul.

Encontra-se inserida na Reserva Ecológica de Macaé de Cima, a qual é totalmente coberta por fragmentos de Mata Atlântica.

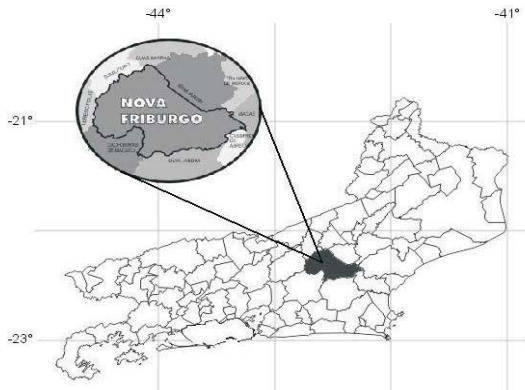


Figura 1 – Localização do Município de Nova Friburgo em relação ao Estado do Rio de Janeiro.

Figure 1 – Nova Friburgo localization within the state of Rio de Janeiro.

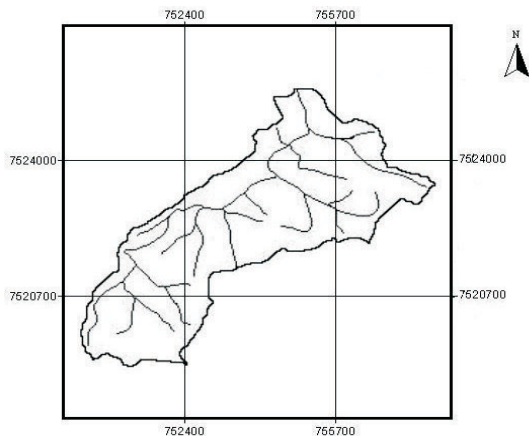


Figura 2 – Hidrografia da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ, 2004.

Figure 2 – Hydrography of the Debossan river watershed, Nova Friburgo, RJ, 2004.

A vegetação da reserva apresenta uma fisionomia predominantemente florestal, cuja classificação fitogeográfica dessa formação florestal é Floresta Ombrófila Densa Montana (VELLOSO et al., 1991) ou Floresta Pluvial Atlântica Montana (RIZZINI, 1979).

A classe de solo predominante na região é o Cambissolo, com ocorrência de latossolos (RADAMBRASIL, 1983). O clima regional é do tipo superúmido e mesotérmico na classificação de Thornthwaite (1955), correspondendo à designação Cfb, de Köppen (BERNARDES, 1952).

2.1. Precipitação Atmosférica Total

A precipitação total foi determinada por meio de um pluviômetro com área de captação de 132,25 cm², instalado em local aberto sobre o vertedouro, a uma altura de 1,5 m do solo.

As leituras foram feitas diariamente no período de 1º de janeiro de 2002 a 31 de dezembro de 2004.

2.2. Vazão

Com uma régua graduada em centímetros colocada verticalmente no vertedouro, fizeram-se leituras diárias da altura da lâmina d'água em metros. A vazão foi determinada baseando-se na diferença de volume existente no reservatório, localizado na saída da bacia. Para isso, utilizou-se a seguinte equação cedida pela Concessionária de Águas e Esgotos de Nova Friburgo (CAENF):

$$V = 2024,9 h^2 + 24514 h + 72416 \quad (1)$$

em que V é volume (m³) e h, altura da lâmina d'água (m).

As leituras da altura da lâmina d'água foram feitas diariamente, no período de 1º de janeiro de 2002 a 31 de dezembro de 2004.

2.3. Balanço hídrico

Segundo Liberman e Fletcher (1947) e Brakensiek (1959), a equação do balanço hídrico anual pode ser escrita por:

$$\text{Acréscimo} = \text{decréscimo} + D \quad (\text{armazenamento de umidade do solo}) \quad (2)$$

em que Acréscimo: precipitação; Decréscimo: runoff (superficial e subsuperficial), evapotranspiração e percolação; e D: diferença entre o conteúdo de água no perfil do solo do início e final do ano hídrico (armazenamento de água).

Como o balanço hídrico considera ciclos anuais nos quais o armazenamento de água no solo, em termos médios anuais, estaria equilibrado, tem-se, então, que esse componente poderia ser considerado desprezível nos cálculos, razão pela qual a avaliação final do balanço hídrico pode ser feita segundo a equação simplificada:

$$ET = P - Q \quad (5)$$

em que ET é evapotranspiração (mm), P precipitação (mm) e Q deflúvio (mm).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Precipitação Atmosférica Total

A precipitação atmosférica anual obtida nos anos de 2002, 2003 e 2004 foi de 2.033; 2.252; e 2.205 mm, respectivamente.

Na Figura 3, mostra-se a distribuição das precipitações médias mensais durante o período estudado.

Observou-se uma clara diferença entre a estação mais chuvosa, correspondendo de outubro a março, com valor médio de 275 mm; e a estação com menor pluviosidade, que vai de abril a setembro, com valor médio de 73 mm no período estudado.

Os três meses mais chuvosos foram dezembro de 2002 e janeiro e dezembro de 2003, com 703, 708 e 408 mm, respectivamente. E os três meses com menor pluviosidade corresponderam a junho de 2002, julho de 2003 e setembro de 2004, com os respectivos 18, 29 e 22 mm.

A alta pluviosidade na área estudada, com média de 2.163 mm nos três anos, pode ser explicada pela orografia da região e pelo posicionamento da bacia de drenagem (NE-SW), sendo influenciada também pelas frentes frias provenientes do Atlântico sul (SE).

3.2. Vazão

As vazões médias mensais nos anos estudados na bacia hidrográfica do rio Debossan estão representadas na Figura 4.

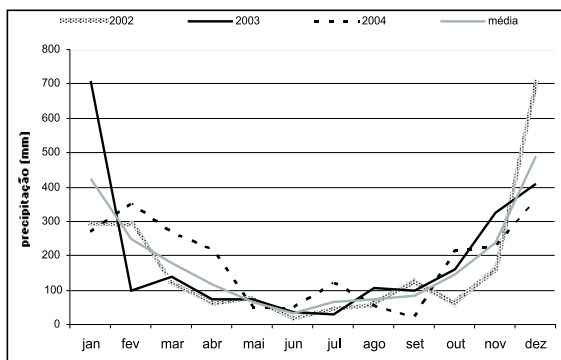


Figura 3 – Distribuição da precipitação, nos anos de 2002, 2003 e 2004, da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ.

Figure 3 – Rainfall distribution for the years 2002, 2003 and 2004 in the Debossan river watershed, Nova Friburgo, RJ.

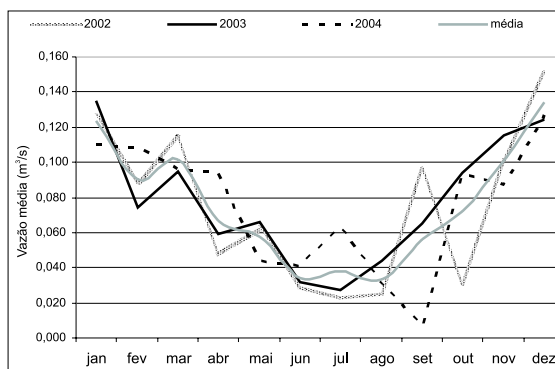


Figura 4 – Vazão média mensal, no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2004, da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ.

Figure 4 – Monthly average flow from January 2002 to December 2004 in the Debossan river watershed, Nova Friburgo, RJ.

Numericamente, há uma diferença muito grande na variação da vazão entre os meses de maior e menor pluviosidade. Porém, observa-se a capacidade de retenção de água no período de maior precipitação, o que permite que grande parte das chuvas incidentes na área de drenagem infiltre no solo, escoando gradualmente nos meses de menor precipitação. Como a bacia hidrográfica possui forma mais alongada, o volume de água da chuva que entra concentra-se em diferentes pontos, apresentando, assim, maior tempo de concentração de água na saída da bacia.

É importante notar na Figura 4 que os extremos de precipitação causam grandes acréscimos na vazão, provavelmente por superar a capacidade de retenção de água do solo e da floresta, já que se trata de um período atípico. Nessa variação ao longo do ano, é de suma importância observar a vazão nos meses de menor precipitação, pois estas representam o escoamento-base, que em termos médios, na bacia em estudo, foi de 0,03 m³/s.

A vazão média mensal máxima correspondeu ao mês de dezembro de 2002, com uma grandeza de 0,151 m³/s, enquanto a vazão média mensal mínima equivaliu ao mês de setembro de 2004, com 0,007 m³/s. Nos períodos chuvosos, nos três anos de estudo, a intensidade pluviométrica foi atípica, denotando uma vazão também com esse comportamento.

Devido ao fato de a área de estudo possuir um reservatório na saída da bacia hidrográfica, onde se

localiza a estação de captação de água, com capacidade de aproximadamente 30 milhões de litros, a Concessionária de Nova Friburgo consegue manter um abastecimento regular mesmo nas épocas com pouca precipitação.

A correlação entre bacias com diferentes usos evidencia que a ocupação do solo é bastante importante quando se deseja um manejo adequado da bacia hidrográfica. Azevedo (1995), por exemplo, obteve numa área de 0,668 km², ocupada por 67,3% de floresta, uma vazão equivalente a 0,010 m³/s. Em uma área de 0,257 km², ocupada 100% por pastagem, a vazão foi de 0,00171 m³/s, enquanto numa área de 2,34 km², ocupada por 77% de *Eucalyptus grandis*, a vazão foi de 0,032 m³/s. No entanto, outros fatores como fisiografia e tipo de solo exercem, também, grande influência. Essa complexidade de fatores envolvidos torna difícil a comparação entre bacias.

O regime hidrológico das bacias hidrográficas, ou seja, as respostas emitidas na saída do canal principal, diante da entrada de energia pelos eventos de precipitação, são resultantes da interação de todos os elementos e fatores que compõem o interior desse sistema. Os processos que regulam a vazão durante os eventos de precipitação, seu volume e regime, variam de acordo com o clima, a vegetação, o uso do solo, a topografia e as características da chuva (FREITAS, 1998).

3.3 Balanço hídrico

No Quadro 1, encontram-se os valores de evapotranspiração calculados pelo método do balanço de massa e precipitação média, no período de 2002-2004, e evapotranspiração potencial, segundo Thornthwaite e Mather (1955) e precipitação média no período de 1931-1960.

Ao se compararem os resultados do balanço hídrico obtidos pelo método de Thornthwaite e Mather e do balanço de massa, este último apresentou valores superiores. Deve-se considerar, entretanto, que os valores de evapotranspiração obtidos pelo balanço de massa se referem à evapotranspiração do ecossistema florestal da bacia hidrográfica, estando incluídas as demais formas de evaporação, como a da lâmina d'água do reservatório, com capacidade para 30 milhões de litros, exposta à radiação solar, ao vento etc., e as variações do armazenamento de água no solo.

Quadro 1 – Estimativa da evapotranspiração segundo o método de Thornthwaite e Mather (1955) e pelo balanço de massa, bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ

Table 1 – *Evapotranspiration estimates by the Thornthwaite and Mather (1955) method and by mass balance, Debossan watershed, Nova Friburgo, RJ*

Meses	Thornthwaite & Mather		Balanço de Massa	
	ETP (mm)	P (mm)	ET=P-Q (mm)	P (mm)
Janeiro	104	256,9	391	424,7
Fevereiro	90	211,5	226	248,0
Março	91	208,9	150	177,7
Abril	67	89,5	100	117,6
Mai	51	41,3	52	67,3
Junho	41	28,0	25	34,0
Julho	39	23,1	54	64,6
Agosto	47	23,4	64	72,6
Setembro	57	49,9	68	83,0
Outubro	72	93,2	125	144,5
Novembro	83	180,0	212	238,3
Dezembro	97	328,7	455	491,0
Total	839	1534,4	1923	2163,6

A quantidade de água que a floresta devolve para a atmosfera pode representar uma grande diferença na produção de água pela bacia. De acordo com Studart (2003), cerca de 70% da quantidade da água precipitada sobre a superfície terrestre retorna à atmosfera pelos efeitos da transpiração, interceptação e evaporação direta da água do solo. A interceptação pela copa tem importante papel, pois pode representar grande quantidade de água que retorna para a atmosfera durante a ocorrência de uma chuva.

Além das relações com o uso dos solos, diversos fatores geomorfológicos influenciam o funcionamento hidrológico de uma bacia. A influência do substrato geológico na forma da bacia, na orientação da rede de drenagem e na formação de níveis de base locais ressalta a importância desses parâmetros no estudo da dinâmica de bacias hidrográficas (FREITAS, 1998).

De acordo com a equação básica ($P - ET - Q - DS = 0$), o cálculo do déficit de escoamento pelo balanço de massas, diferença entre a precipitação e o deflúvio, e desconsiderando a variação no armazenamento de água no solo, a evapotranspiração média anual da bacia foi estimada em 88%, correspondendo a 1.923 mm.

Esse elevado valor está certamente vinculado ao reservatório de acumulação outrora mencionado. No

reservatório de Sobradinho, situado no rio São Francisco, com uma área de 4.000 km², por exemplo, as perdas por evaporação foram da ordem de 200 m³/s, equivalendo a aproximadamente 1.576 mm ao ano (MATOS et al., 2003).

A máxima evapotranspiração mensal foi observada em janeiro de 2003, sendo de 671 mm, correspondendo a 94% da precipitação desse mês. E a mínima foi em junho de 2002, com 10 mm, correspondendo a 57% da precipitação.

A partir dos resultados apresentados, pode-se inferir que a evapotranspiração da bacia é influenciada pela evaporação da lâmina d'água do reservatório, interceptação pelo dossel da floresta e variação da água no solo, enquanto o deflúvio é representado pelo escoamento superficial, subsuperficial e escoamento-base.

3.4. Relação entre precipitação e deflúvio

A distribuição da precipitação média e do deflúvio no período em estudo está representada na Figura 5.

A relação porcentual entre precipitação e deflúvio foi de 10,2% em 2002, 8,78% em 2003 e 7,01% em 2004. Em trabalhos realizados por Bosch e Hewlett (1982) e Leopoldo et al. (1992), encontraram-se valores próximos a 30%. Isso se deve a um provável efeito tamponante

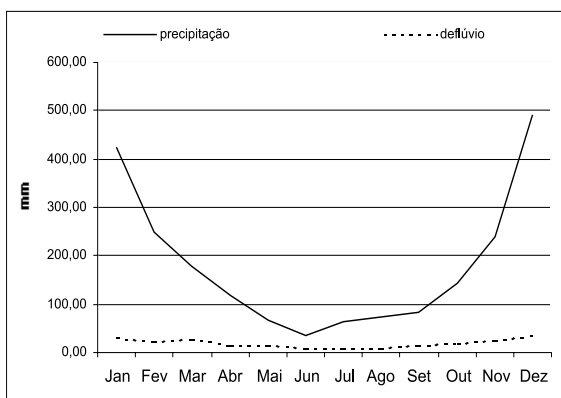


Figura 5 – Distribuição da precipitação e deflúvio, no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2004, da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ.

Figure 5 – Rainfall and flow distribution from January 2002 to December 2004 in the Debossan river watershed, Nova Friburgo, RJ.

do ecossistema florestal, já que nos grandes picos de chuva, como os observados em janeiro, fevereiro e dezembro de 2002 e janeiro, novembro e dezembro de 2003 e, ainda, de janeiro a abril de 2004, o deflúvio manteve-se praticamente constante. O contrário também ocorre, pois, nos meses em que esse fenômeno se mostrou com menor pluviosidade, a vazão manteve-se com o mesmo valor.

Valente e Castro (1983) relataram que a bacia hidrográfica não deve funcionar como recipiente impermeável, devolvendo toda a água recebida pela precipitação logo depois da chuva. Ela deve reter boa parte dessa água, armazená-la em seu lençol subterrâneo e, paulatinamente, cedê-la aos cursos d'água, mantendo certa vazão durante os períodos de seca.

A bacia hidrográfica do rio Debossan é coberta totalmente por fragmento de Mata Atlântica, provida, assim, de vegetação alta e densa. Segundo Lima (1984), nesse tipo de bacia a interceptação da água da chuva pela copa das árvores, o processo dinâmico da evapotranspiração e a capacidade de infiltração da água no solo são fatores importantes, que explicam a pouca variação do nível da água nos cursos. Outro aspecto é quanto ao retardamento da movimentação da água em direção aos cursos, o que, segundo Castro (1985), é devido à interceptação pela mata, que pode causar diminuição no total da água da chuva que atinge o solo e, conseqüentemente, redução no escoamento superficial.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados do período de 2002 a 2004, pode-se concluir que a bacia hidrográfica do rio Debossan apresenta as seguintes características hidrológicas:

- A precipitação pluviométrica na bacia, com base nas normais climatológicas, é dividida em dois períodos bem definidos, os meses de maior pluviosidade, outubro a março, com valor médio de 275 mm e de menor pluviosidade, que vai de abril a setembro, com valor médio de 73 mm.

- A precipitação no período de estudo foi bastante superior às normais climatológicas, indicando que esse período é atípico em termos quantitativos de chuva.

- Os índices pluviométricos do período de estudo em relação às normais climatológicas provavelmente

provocaram grande diferença entre a vazão no período chuvoso e o período de estiagem.

- A grande capacidade de retenção de água no solo e na floresta é demonstrada pela vazão na estação de estiagem, representada pelo escoamento-base que atinge aproximadamente 0,03 m³/s.

- A grande evapotranspiração obtida pelo balanço de massa na bacia provavelmente pode estar associada à grande evaporação do reservatório, juntamente com a evapotranspiração do maciço florestal.

- A capacidade de retenção de água da floresta no solo provocou efeito-tampão, amenizando os picos de vazão nos períodos de alta pluviosidade.

5. AGRADECIMENTOS

À Concessionária de Águas e Esgotos de Nova Friburgo – CAENF, em especial ao biólogo Ernani de Almeida e à Rita Alves, pela atenção dispensada e pelo apoio imediato ao projeto; e ao CNPq, pela concessão de bolsa durante parte do período de estudos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, F. et al. A natureza ameaçada. **O Dia**, Rio de Janeiro, 11 julho 2004. **O Dia** no Estado, p.1.

ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V. Características do deflúvio de duas microbacias hidrográficas no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha – SP. **Revista Instituto Florestal de São Paulo**, v.9, n.2, p.153-170, 1997.

AZEVEDO, E.C. **Vazão e características físicas e químicas do deflúvio de microbacias hidrográficas cobertas com mata nativa, pastagem e *Eucalyptus grandis***. 92 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

BERNARDES, L.N.C. Tipos de clima do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 14, n. 1, p. 57 – 80, 1952.

BOSCH, J.M.; HEWLETT, J.D. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. **Journal of Hydrology**, v. 55, p. 3-23, 1982.

BRAKENSIEK, D.L. Selecting the water year for small agricultural watersheds. **Transactions of the ASAE**, v. 2, p. 5-8, 1959.

CASTRO, P.S. Influência das florestas nativas no ciclo hidrológico na região de Viçosa-MG. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 11., 1985, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA/CNPF, 1985. p. 14-22.

FREITAS, M.M. **Comportamento hidrológico e erosivo de bacia montanhosa sob uso agrícola: estação experimental do rio Boa Vista, Nova Friburgo - RJ**. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

LEOPOLDO, P.R.; CHAVES, J.G.; FRANKEN, W.K. Balanço hídrico: comparação entre solos nus e cobertura florestal na Amazônia Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA DO CONE SUL, 1., 1992. Santa Maria, **Anais...** Santa Maria: 1992. v. 2A. p.606-612.

LEOPOLDO, P.R.; FRANKEN, W.K.; VILLANOVA, N.A. Real evapotranspiration and transpiration through a tropical rain forest in central Amazonia as estimated by the water balance method. **Forest Ecology and Management**, v.73, p. 185-195, 1995.

LIEBERMAN, J.A.; FLETCHER, P.W. Further studies of the balanced water cycle on experimental watersheds. **Transactions, American Geophysical Union**, v. 128, p.421-424, 1947.

LIMA, H.C.; GUEDES-BRUNI, R.R. **Serra de Macaé de Cima: diversidade florística e conservação em Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico, 1997. 346p.

LIMA, W.P. The hidrology of eucalipt forests in Austrália – A review. **IPEF**, v. 28, p. 11-27, 1984.

MATOS, A.T.; SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. Impactos decorrentes da construção de reservatórios para acumulação de água. **ITEM: Irrigação & Tecnologia Moderna**, n. 56/57, p. 60-66, 2003.



- OKI, V.K. **Impactos da colheita de *Pinus taeda* sobre o balanço hídrico, a qualidade da água e a ciclagem de nutrientes em microbacias**. 2002. 87f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, 1983. v.32. 775p.
- RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1979. v.2. 374p.
- STUDART, T.M.C. **Capítulo 7: evaporação e evapotranspiração**: hidrologia, 2003. CD-ROM. Notas de Aula.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955. 125p.
- TUCCI, C.E.M. **Hidrologia, ciência e aplicação**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ABRH, 2000. 943p.
- VALENTE, O.F.; CASTRO, P.S. A bacia hidrográfica e a produção de água. **Informe Agropecuário**, v. 9, n. 100, p. 53-56, 1983.
- VELLOSO, H.P.; RAGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 124p.
- ZAKIA, M.J.B. **O balanço hídrico levando-se em conta o sistema solo-planta-atmosfera de quatro tipos de coberturas vegetais na região de Grão Mogol, MG**. 1987. 136f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1987.