

Balanço hídrico da bacia do Rio Ernesto, Pitanga / PR - Brasil

Water balance of the River Ernesto catchment area in Pitanga city, Paraná state - Brazil

Leandro Redin Vestena

Gerson Lange Filho

Universidade Estadual do Centro Oeste

Resumo: O presente estudo teve por objetivo analisar o balanço hídrico na bacia hidrográfica do rio Ernesto, localizada no município de Pitanga – PR. O método utilizado foi o do balanço hídrico simplificado, a partir da identificação da precipitação, vazão e evapotranspiração. Os meses de agosto e novembro foram os que apresentaram os menores déficits hídricos, enquanto os meses de outubro e dezembro os maiores.

Palavras-chave: Balanço hídrico. Precipitação. Vazão. Evapotranspiração.

Abstract: The present study is an analysis of the water balance of the River Ernesto catchment area in Pitanga city, Paraná State - Brazil. Methodologically, the study is based on a simplified water balance technique that includes data on precipitation, water flow and evapotranspiration. The months of August and November could be identified as those with the smallest water deficit, whereas the months of October and December showed a peak deficit.

Keywords: Water balance. Precipitation. Water flow. Evapotranspiration.

INTRODUÇÃO

O ciclo hidrológico refere-se ao movimento da água sobre, na e sob a superfície da Terra, mantido pela energia radiante de origem solar e pela atração da força da gravidade. Ele é um agente modelador da crosta terrestre, devido à erosão, transporte e deposição de sedimentos por via hidráulica, e condiciona a cobertura vegetal e, de modo mais genérico, a vida na Terra, destacam entre outros GORDON et al. (1992) e (SILVEIRA, 2000).

A água que precipita nos continentes pode tomar vários destinos (WARD e TRIMBLE, 1995). Uma parte é devolvida diretamente à atmosfera por evaporação;

a outra origina escoamento à superfície do terreno, escoamento superficial, que se concentra em sulcos, cuja reunião dá lugar aos cursos de água. A parte restante infiltra-se, isto é, penetra no interior do solo, subdividindo-se numa parcela que se acumula na sua parte superior e pode voltar à atmosfera por evapotranspiração e noutra que caminha em profundidade até atingir os lençóis aquíferos (ou simplesmente aquíferos) e vai constituir o escoamento subterrâneo (LENCASTRE e FRANCO, 1984).

O ciclo hidrológico pode ser definido como a seqüência fechada de fenômenos em nível global pelo qual a água passa do globo terrestre para a atmosfera, na fase

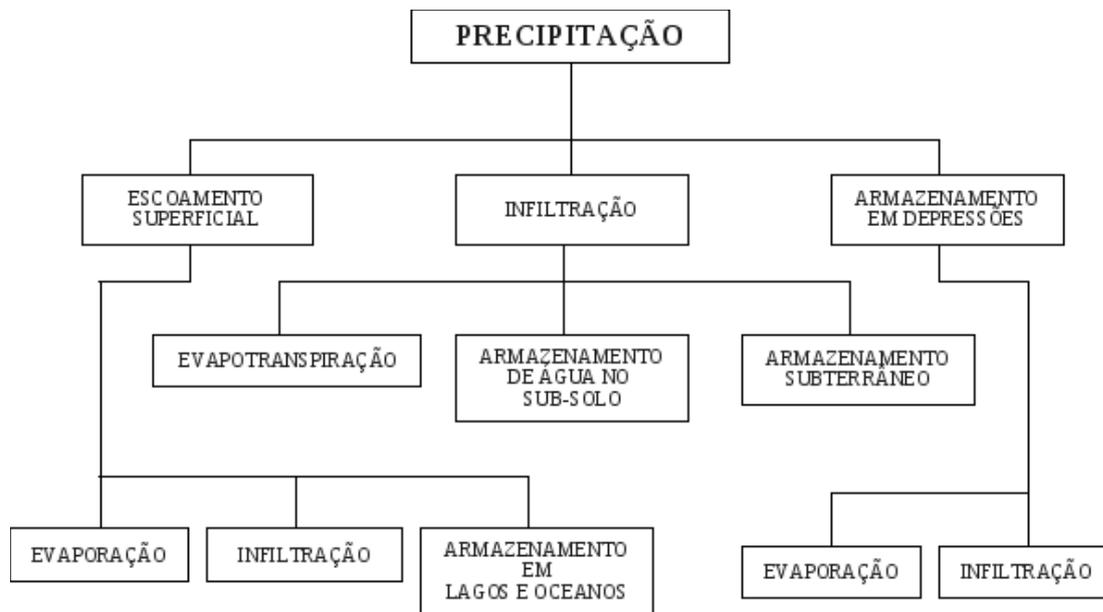


Figura 1 - Fluxo de Água Precipitada sobre o Solo (RAMOS, 1989).

de vapor, e regressa àquele, nas fases líquida e sólida. O balanço hídrico terrestre possibilita a identificação da quantidade e o trajeto percorrido pela água nos seus diferentes estágios (Figura 1).

Villela e Mattos (1975, p. 4) ressaltam que o ciclo hidrológico ainda que possa parecer um mecanismo contínuo, com a água se movendo de uma forma permanente e constante, “é na realidade bastante diferente, pois o movimento da água em cada uma das fases do ciclo é feito de um modo bastante aleatório, variando tanto no espaço como no tempo.”

O balanço hídrico relaciona as entradas e saídas de água (afluências e efluências), destacam Lencastre e Franco (1984, p. 329), ocorridas num determinado espaço e durante certo período de tempo, com a variação do volume do mesmo líquido no interior desse espaço, durante o intervalo de tempo referido.

Dessa forma, o balanço hídrico pode ser utilizado para resolver inúmeros problemas, tais como o intervalo de irrigação, o planejamento dos recursos hídricos, a previsão de rendimentos das culturas, a classificação climática, entre outros.

No Brasil, observam-se os mais variados tipos de balanço hídrico, desde regiões super úmidas na Amazônia e no sul, com um total anual de excesso hídrico, até regiões semi-áridas no nordeste (OLIVEIRA, 1999). De acordo com Mota (1977, p. 296) “a duração da estação seca no Brasil Tropical está relacionada com o total de deficiência hídrica, tendo-se usado, então este último valor como índice climático para identificar regiões e balanços hídricos diferentes”.

A distribuição heterogênea da água e a crescente demanda mundial, somadas ao aumento da poluição hídrica vem agravando o atual estágio dos mananciais hídricos. Pode-se dizer que grande parte dos problemas ambientais está de alguma forma relacionada com o uso da água, não excluindo aqui os problemas sócio-econômicos inerentes ao processo de apropriação e uso da mesma.

A dependência que o homem apresenta pela água, para sobrevivência, organização e reorganização de seu espaço, pode ser claramente percebida quando se observam os níveis de consumos atuais. Aproximadamente 4000 km³ são retirados anualmente

de fontes naturais como rios, lagos e aquíferos, com fins para consumo, industrial (14%), agrícola (68%), doméstico (18%), percentagem nacional. É o recurso mais utilizado pelo homem (MARQUES, 1999).

Habitualmente definida como recurso infinito e renovável, a água deve ser considerada também como recurso econômico, e sua escassez e qualidade vêm alertando a sociedade sobre os riscos do desequilíbrio entre sua disponibilidade e demanda.

A BHE (Bacia Hidrográfica do Ernesto), manancial de abastecimento da cidade de Pitanga, Estado do Paraná, em períodos de estiagem apresentam grande redução na disponibilidade hídrica, condicionando racionamentos no abastecimento e a adoção de medidas alternativas de captação de recursos hídricos em poços subterrâneos pela SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná). Neste sentido, o conhecimento prévio do balanço hídrico oferece informações que fundamentam a tomada de decisões e subsidiam um planejamento de manejo de uso racional dos recursos hídricos, possibilitando adequar os fatores sócio-econômicos aos ambientais.

Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo estimar e analisar o balanço hídrico da BHE, município de Pitanga/PR, a partir da quantificação dos processos chuva-vazão.

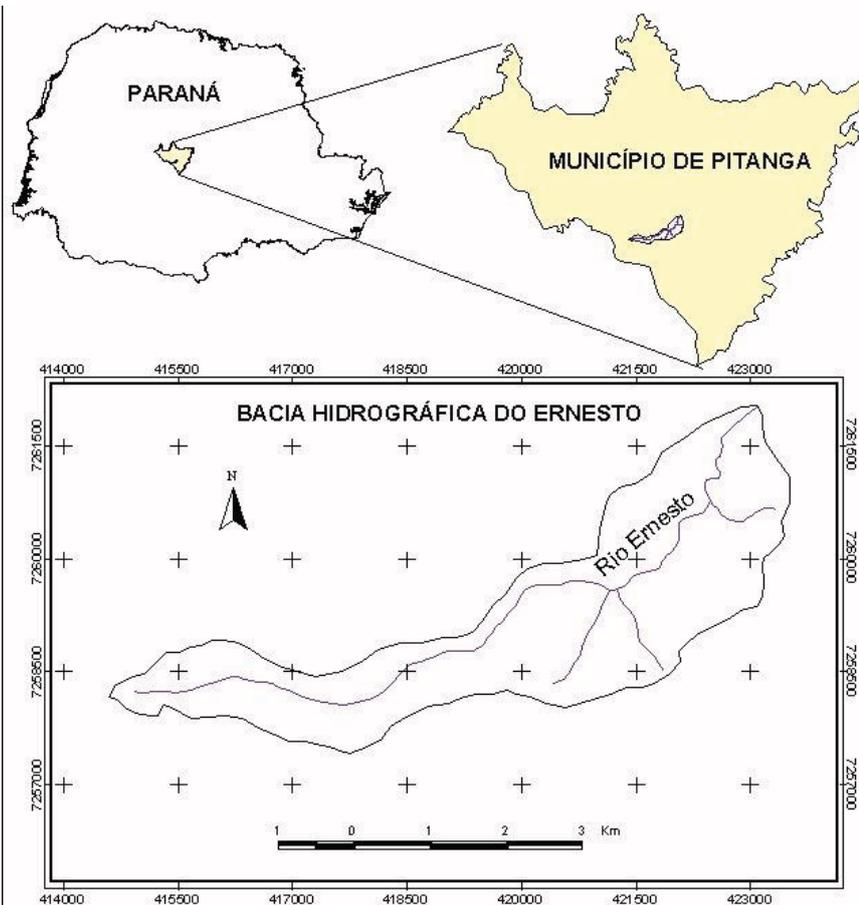


Figura 2 - Localização da BHE no município de Pitanga/PR

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A BHE localiza-se na mesorregião centro-sul do Estado do Paraná, entre as coordenadas geográficas $51^{\circ}53'26''$ a $51^{\circ}42'43''$ de longitude oeste e $24^{\circ}49'38''$ a $24^{\circ}45'00''$ de latitude sul, no município de Pitanga, Estado do Paraná - Brasil (Figura 2). O Rio Ernesto se configura como um dos afluentes do Rio Pitanga, inserido na bacia hidrográfica do Paraná e na sub-bacia do Rio Ivaí.

A BHE apresenta uma área de $13,03 \text{ km}^2$ e sua forma não favorece a concentração rápida do escoamento fluvial após o início da chuva, destacam Lange e Vestena (2007) após avaliarem o índice de compacidade (forma).

De acordo com Maack (2002), a BHE

está inserida na região central do Estado, situada no 3º Planalto Paranaense, na transição do Planalto de Guarapuava com o de Campo Mourão. O terceiro planalto representa o plano de declive que forma a encosta da escarpa da Serra Geral do Paraná, denominada Serra da Boa Esperança. Esta escarpa é constituída por estratos do arenito São Bento Inferior ou Botucatu, com espessos derrames de lavas básicas muito compactas do *trapp* do Paraná, que mais a oeste, atingem de 1100 a 1750 metros de espessura.

O clima na BHE é o Cfa-Subtropical Úmido Mesotérmico, de verões frescos e geadas severas e muito freqüentes, com as seguintes médias anuais: temperatura dos meses mais quentes inferior a 22°C e dos meses mais frios inferior a 18°C; temperatura geral 17°C; umidade relativa do ar 80% (SPVS, 1996).

Os solos que predominam são os: 1) Litólicos - pouco desenvolvidos e pouco profundos, muito suscetíveis à erosão; 2) Latossolos vermelho-escuro-extremamente ácidos, com baixa fertilidade natural, onde ocorre processo de lixiviação muito intensa provocada pelo regime de chuvas; e 3) Terra roxa estrutura-profunda, argilosos, bem drenados e com elevada fertilidade natural (SPVS, 1996).

Balanço Hídrico

O balanço hídrico torna-se um método que permite contabilizar a evapotranspiração real frente à precipitação, considerando a disponibilidade de água no solo. É uma ferramenta extremamente útil: na aferição conjunta dos valores dos seus termos, quando os mesmos são determinados separadamente; na estimativa de um deles, quando não há possibilidade de medi-lo diretamente; na análise dos efeitos nos valores dos restantes termos da equação, das modificações introduzidas num ou

mais deles por diversas ações do homem (construção de aproveitamentos hidráulicos, instalação de captação de águas superficiais ou subterrâneas, obras de regularização fluvial, execução de projetos de irrigação, modificação do revestimento vegetal, etc.) (LENCASTRE; FRANCO, 1984, p. 329).

Dentre os métodos de cálculo do balanço hídrico, destaca-se o proposto por Thornthwaite e Mather (1955), muito utilizado no Brasil para a determinação da disponibilidade de água no solo, sendo uma ferramenta muito útil para o planejamento agrícola e projetos de irrigação. Porém, para sua utilização além da chuva e da capacidade de água disponível do solo, que são facilmente mensurados, é necessário dados da evapotranspiração potencial (*ETP*), que são calculados por métodos indiretos, com base em dados meteorológicos médios e relações empíricas, que podem conter erros significativos, e serem transferidos as demais variáveis do ciclo hidrológico.

A partir disso, empregou-se o método do balanço hídrico que relaciona as entradas e saídas de água (afluência e efluência), ocorridas num determinado espaço e durante certo período de tempo, considerando a variação do volume de água no interior desse espaço, a partir da aplicação do Princípio da Conservação de Massa.

O balanço hídrico varia de local para local. "A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório" (SILVEIRA, 2000, p. 40). É na bacia hidrográfica onde se processam os principais fenômenos físicos, influenciados pelas suas características, e pela dinâmica da água no seu interior.

Assim a bacia hidrográfica torna-se o recorte espacial ideal, por ser um sistema

natural aberto onde ocorrem os processos hidrológicos além de ser a unidade territorial básica para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil segundo a Lei Federal N.º.433, de oito de Janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

A bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema físico onde a entrada é o volume de água precipitado e a saída é o volume de água escoado, considerando-se como perdas intermediárias os evaporados, transpirados, captados e infiltrados profundamente (Figura 3).

O balanço hídrico simplificado pode ser estabelecido a partir da identificação do volume de água recebida, armazenada, e perdida pela bacia do Rio Ernesto, por meio da equação (1):

$$P=Q+ET\pm \Delta S \quad (1)$$

Onde: P é a precipitação; Q é a vazão; ET é a evapotranspiração; e ΔS é a água armazenada na bacia hidrográfica.

De acordo com Hewlett e Nutter (1969), Gregory e Walling (1973), Oliveira (1999), Vestena (2002), Vestena e Kobiyama (2007), entre outros, a variação do armazenamento total para períodos de tempos mais longos pode ser desprezada, pois o balanço hídrico

é um ciclo e a variação de armazenamento de água no solo tende a zero, pois há um equilíbrio da água armazenada no solo. O que permite avaliar os elementos do balanço hídrico que caracteriza o regime hidrológico da bacia hidrográfica.

A partir disso, com os dados de pluviosidade e descarga líquida a evapotranspiração real pode ser quantificada, admitindo-se que o ΔS para longos períodos de tempo se anula a equação (1), pode ser simplificada na equação (2):

$$ET = P - Q \quad (2)$$

Dados utilizados

Os dados pluviométricos utilizados foram os da estação pluviométrica localizada a 24°45'26" de latitude sul e 51°45'33" de longitude oeste, a 892m de altitude, identificada pelo Código ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) com o número de 02451013, monitorada pela SUDERHSA (Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) do período compreendido entre Janeiro de 1966 a Dezembro de 2006, ou seja, de 40 anos. A escolha da referida estação deu-se considerando a pequena área de drenagem da BHE e pela serie histórica de dados monitorados.

Os dados fluviométricos utilizados foram os da estação fluviométrica localizada na ETA (Estação de Tratamento de Água) - Pitanga da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), localizada a 24°46'01" de latitude sul e 51°46'12" de longitude oeste, a 880m de

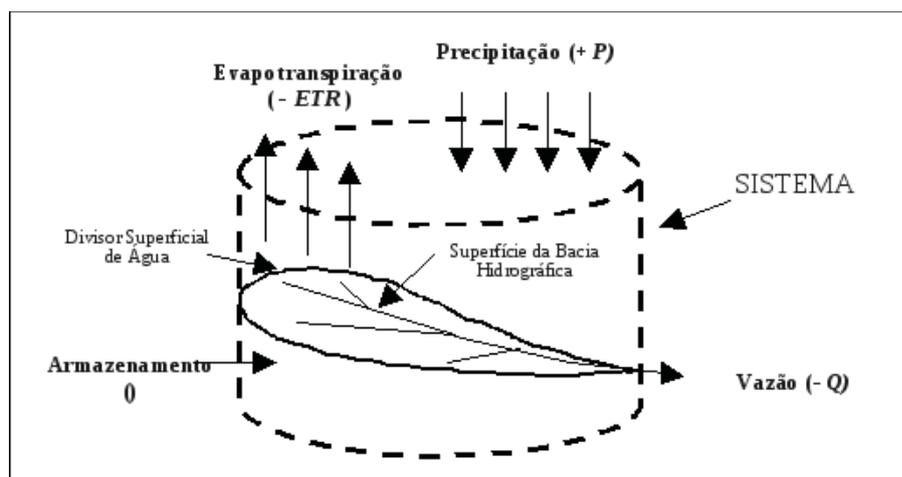


Figura 3 - Componentes do balanço hídrico simplificado (VESTENA, 2002).

altitude, identificada pelo código ANEEL, de número 64634000 monitorada também pela SUDERHSA, do período compreendido entre Janeiro de 2003 a Dezembro de 2006.

Os mesmos foram tabulados, comparados e analisados, por meio de gráficos e tabelas, com o auxílio do *software Microsoft Office Excel versão 2003*.

RESULTADOS OBTIDOS

Pluviosidade

Na região da BHE, as chuvas que predominam são as do tipo ciclônicas ou frontais, ocasionadas pela ação da massa polar atlântica, apontam THOMAZ e VESTENA (2003).

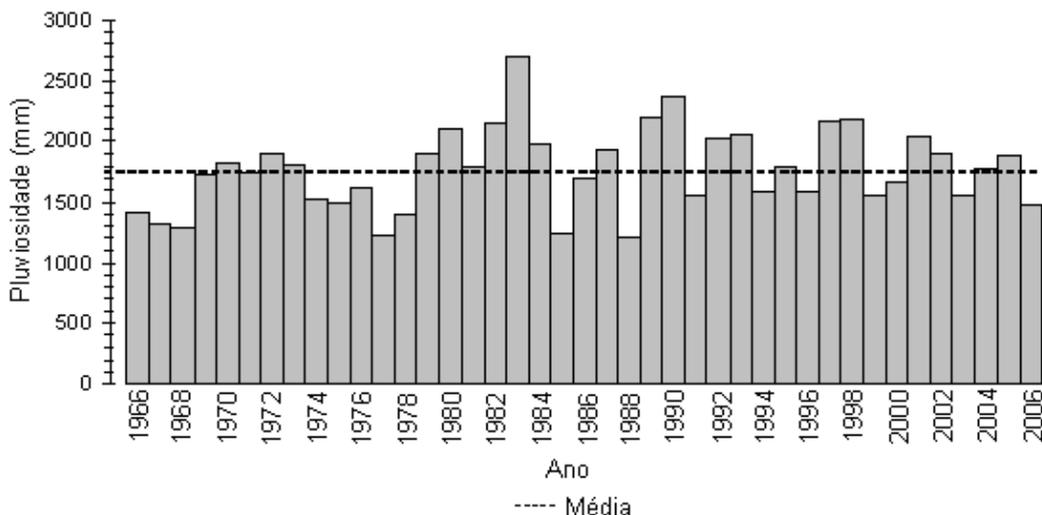
A precipitação pluviométrica anual na BHE, entre os anos de 1966 e 2006, apresentou uma média de 1.765 mm, sendo que o evento que apresentou maior índice pluviométrico dia foi de 157,3 mm/24 h em 28 de setembro de 1998. Nesse mês a pluviosidade foi de 395 mm e o evento

representou aproximadamente 39,8 % do total mensal. Sendo que os anos de 1983 (2691,6 mm) e 1990 (2383,3 mm) foram os mais chuvosos e os de 1988 (1214,9 mm) e 1977 (1229 mm) os mais secos (Figura 4).

A ocorrência de anos mais ou menos chuvosos está condicionada à intensidade dos fenômenos climáticos *El Nino* e *La Niña* que provocam modificações nos padrões climáticos no sul do Brasil. Os anos que apresentaram índices pluviométricos maiores estão associados a anos de *El Nino*, enquanto os que apresentaram menores índices a *La Niña*.

A pluviosidade média mensal varia entre 130 a 200 mm, à exceção dos meses de julho e agosto, que apresentam médias inferiores, ou seja, entre 105,2 e 97,8 mm, respectivamente. Os meses com maior média de pluviosidade foram janeiro (198,1 mm), e outubro (193,9 mm) (Figura 5).

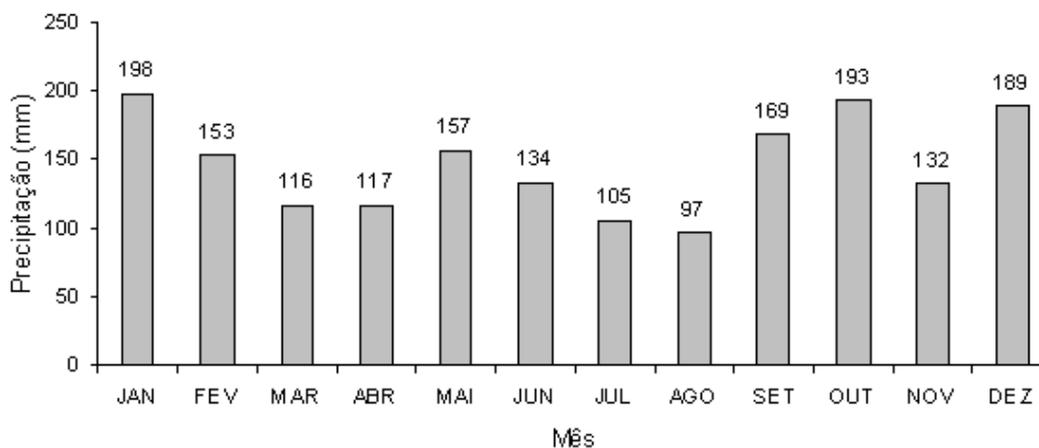
Apesar dos valores médios de pluviosidade não mostrarem períodos de estiagem e certa distribuição da pluviosidade ao longo do ano, é comum ocorrerem grandes desvios dos valores médios, tanto para



Fonte: SUDERSHA (2007).

Nota: Dados trabalhados por LANGE.

Figura 4 - Pluviosidade anual comparada à média histórica



Fonte: SUDERSHA (2007).

Nota: Dados trabalhados por LANGE.

Figura 5 - Pluviosidade média mensal

menos como para mais. Destes destacam-se os meses de outubro de 2005 (488 mm), dezembro de 1981 (452,4 mm), e maio de 1992 (435,7 mm). Os meses em que ocorreram desvios negativos foram abril de 1978, agosto de 1999 e junho de 2002, que não apresentaram pluviosidade.

De maneira geral, quando se avalia a distribuição da pluviosidade entre as estações do ano, não se percebe um regime sazonal na distribuição da chuva. A distribuição da pluviosidade média por estação no período avaliado foi de 543 mm (31%) no verão, 497 (28%) na primavera, 390 mm (22%) no outono e 345 mm (19%) no inverno.

Os meses que apresentaram maiores desvios padrão foram os de maio e setembro, enquanto, os de março e novembro os menores. No que se refere ao coeficiente de variação mensal, constatou-se que os meses maio e julho foram os que apresentam maior índice, ao contrário, dos meses de janeiro e outubro, que apresentaram os menores (Figura 6). Constatou-se que o mês de janeiro é o que apresenta maior média pluviométrica e menor coeficiente de variação.

Deflúvio

A vazão máxima registrada no período analisado foi de 7,08 m³/s no dia 05/11/2004, enquanto que a vazão mínima observada foi de 0,04 m³/s em 08/07/2006 (Figura 7). Na Figura 7 pode-se identificar no hidrograma e hietograma a relação chuva - vazão, como épocas, intervalos de tempo onde à descarga líquida apresentou considerável redução, com vazões mínimas e intervalos de tempo com volume de descargas bem superiores aos anteriores. Nesta constata-se também que as vazões mínimas estão associadas a longos períodos de estiagem.

A vazão média diária foi de 0,36 m³/s. A vazão ou descarga líquida fluvial diária mínima, máxima e média ocorrida no intervalo do ano são mostradas na Tabela 1. De modo geral, verificam-se índices de descarga fluviais extremamente reduzidos nos períodos de estiagem, com vazões que impedem a retirada de qualquer volume de água, por comprometerem a fauna e flora fluvial (extrapolarem a vazão ecológica).

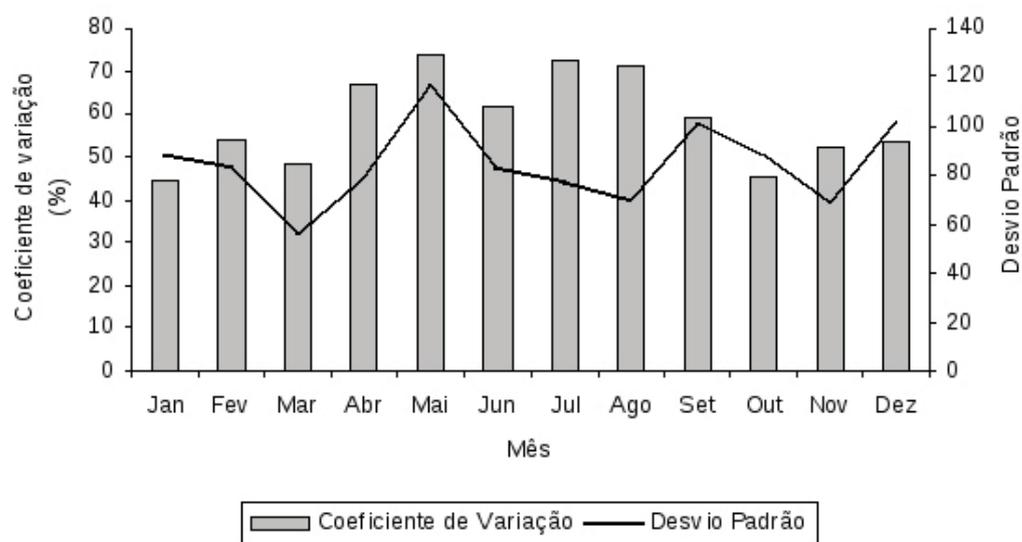


Figura 6 - Desvio padrão e coeficiente de variação da pluviosidade

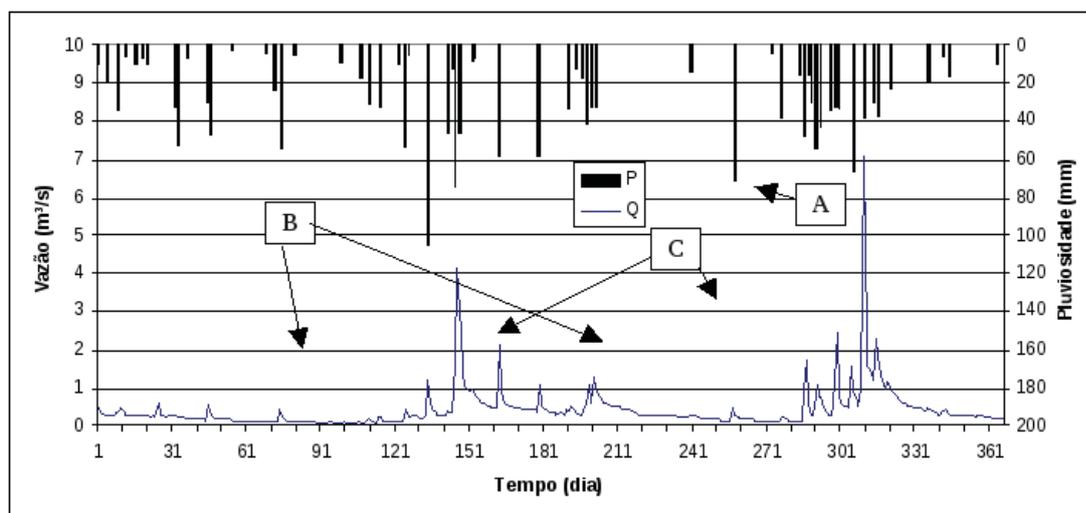


Figura 7 - Precipitação e vazão da Bacia do Rio Ernesto, em 2004 - (A) Vazão máxima registrada. (B) Período de estiagem, com vazões mínimas. (C) Período chuvoso, com vazões médias e máximas.

Tabela 1 - Dados da descarga líquida fluvial

Ano	Vazão Máxima (m³/s)	Vazão Mínima (m³/s)	Vazão Média (m³/s)
2003	1,54	0,12	0,28
2004	7,08	0,10	0,41
2005	4,75	0,10	0,46
2006	4,58	0,04	0,32

Dados: SUDERHSA (2007).

As vazões máximas são constituídas principalmente pelas águas do escoamento superficial, enquanto as vazões mínimas são constituídas exclusivamente pelas águas provenientes do escoamento de base. Dessa forma quanto maior a quantidade de água armazenada na bacia (solo e subsolo), por meio de maior volume de água infiltrada e percolada maior será a regularidade da descarga fluvial. Dessa forma, a preservação das zonas ripárias e a presença de cobertura vegetal na BHE assumem grande importância na regularização do fluxo fluvial, pois estas favorecem os processos de infiltração e percolação da água no solo em detrimento do escoamento superficial, que conseqüentemente intensificam os processos erosivos.

Balanço hídrico

Na Tabela 2 apresentam-se a pluviosidade, a vazão e a evapotranspiração média mensal da BHE do período janeiro de 2003 a dezembro de 2006. A evapotranspiração mensal foi estimada a partir da relação entre precipitação (entrada) e vazão (saída). Os resultados obtidos mostraram que nos meses de agosto e novembro, o volume de água proveniente da pluviosidade foi inferior ao da descarga fluvial, ou seja, o volume de água que sai do sistema (bacia hidrográfica) e superior ao que entra. O fluxo de água no curso fluvial é mantido pelo escoamento de base, da água que se encontrava armazenado no solo e subsolo da área de drenagem.

A Figura 8 mostra a dinâmica temporal mensal da pluviosidade, vazão e evapo-

Tabela 2 – Balanço hídrico da média mensal do período de 2003 a 2006.

Mês	Pluviosidade		Vazão		Evapotranspiração	
	mm	%	mm	%	mm	%
Jan.	186,7	100	88,4	48	98,3	52
Fev.	117,2	100	73,3	62	43,9	38
Mar.	65,2	100	53,3	81	11,9	19
Abr.	105,5	100	47,9	45	57,6	55
Mai.	151,5	100	92,2	60	59,3	40
Jun.	98,5	100	87,3	88	11,2	12
Jul.	108,8	100	79,7	73	29,1	27
Ago.	47,1	100	79,4	168	-32,3	-68
Set.	182,1	100	81,6	44	100,5	56
Out.	281,8	100	192,9	68	88,9	32
Nov.	142,8	100	151,4	106	-8,6	-6
Dez.	186,3	100	141,1	75	45,2	25
Total	1673,5	100	1168,5	70	505,0	30

Dados: SUDERHSA e SANEPAR (2007).

transpiração. Nos meses de março, agosto e novembro têm-se considerável redução nos índices de pluviosidade, quando comparado ao volume pluviométrico do mês antecedente, fato que não se observa na vazão, com índices de redução bem moderados. A partir da Figura 8 pode-se inferir que os meses que apresentaram maior disponibilidade hídrica foram os meses de janeiro, setembro e outubro, enquanto os que os menores agosto e novembro.

A vazão mensal na bacia apresenta alterações significativas durante o ano, o período de maiores vazões ocorre nos meses de outubro e novembro e os menores em março e abril. Para as vazões médias mensais não se observa uma sazonalidade evidente, portanto, quando se avalia os volumes pluviométricos constatam-se índices bem inferiores nos meses de agosto e março, respectivamente.

A ET estimada pelo método do balanço hídrico, para o período em questão, foi de 505,5 mm/ano, enquanto a vazão ficou registrada em 1168,5 mm/ano e a pluviosidade 1673,5 mm/ano. O escoamento total anual segue de perto a tendência da precipitação, evidenciando a pequena capacidade regularizadora da bacia, o que se explica pela ausência de grandes lagos, áreas alagadiças e/ou aquíferos. Ou seja,

a descarga líquida média mensal e a pluviosidade média mensal mostram índice de correlação satisfatória, com valor de r igual a 0,76 (Figura 9).

Na Tabela 3 têm-se os resultados obtidos da pluviosidade, vazão e evapotranspiração do período considerado. Nesta verifica-se que a evapotranspiração anual

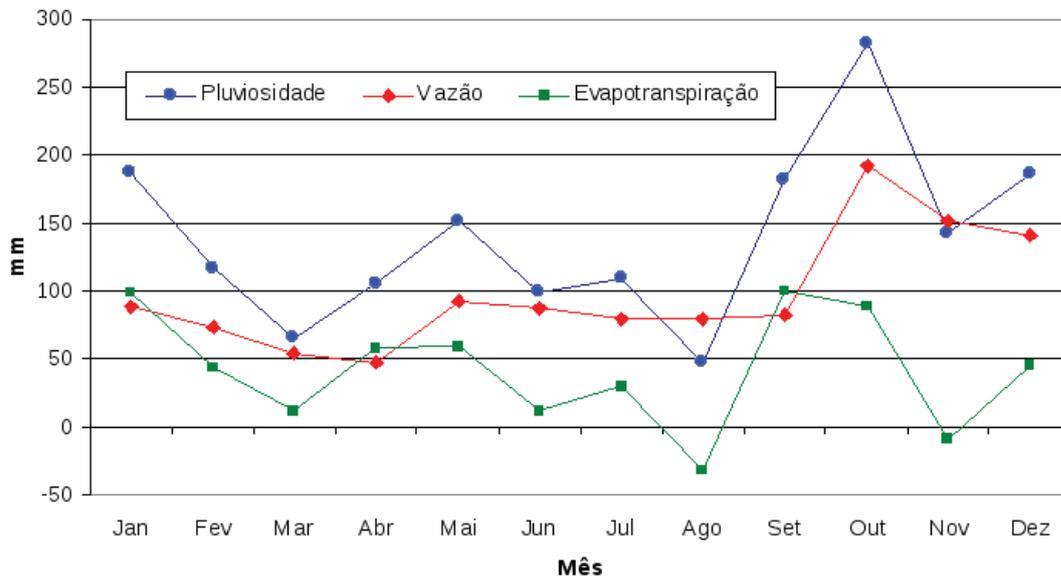


Figura 8 - Balanço hídrico mensal médio da BHE

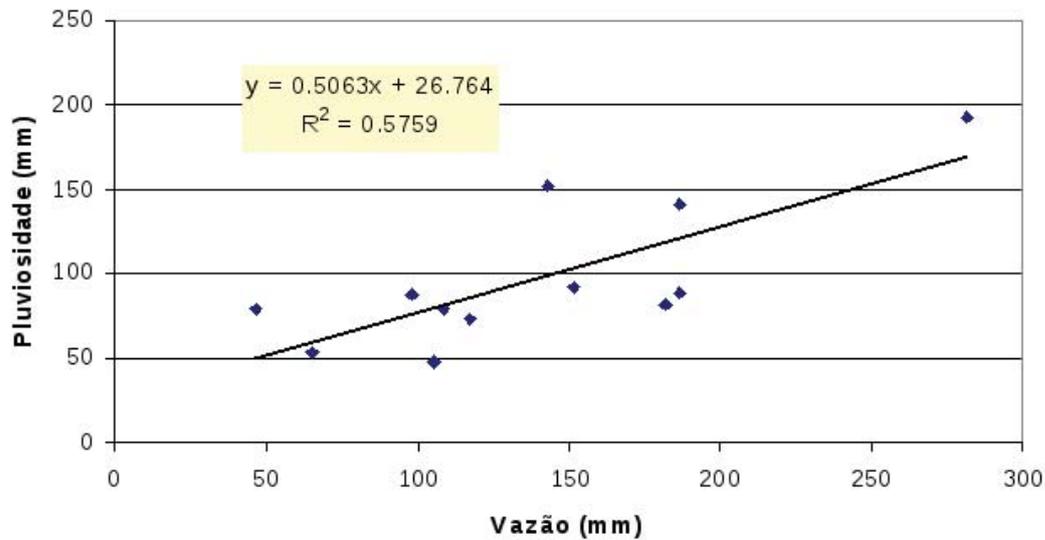


Figura 9 - Análise de Regressão entre a pluviosidade e a vazão média mensal

Tabela 3 - Pluviosidade, vazão e evapotranspiração estimada pelo método do balanço hídrico.

	2003	2004	2005	2006	Média
Pluviosidade ¹ (mm)	1560	1773	1878	1485	1674
Vazão ¹ (mm)	690	1006	1115	773	896
Evapotranspiração ² (mm)	871	767	762	712	778

NOTA: ¹dados monitorados pela SUDERHSA (2008), e ²dados estimados pelo método do balanço hídrico anual.

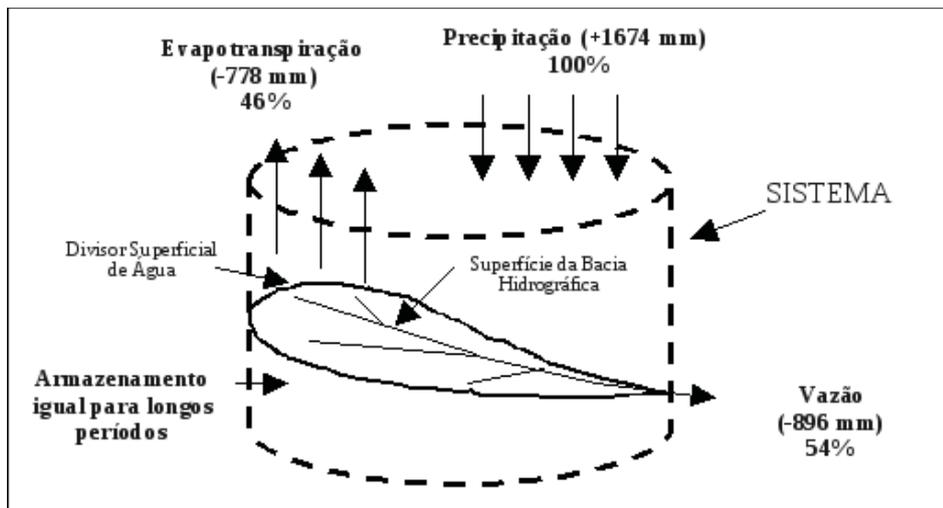


Figura 10 - Balanço hídrico anual estimado

obtida pelo método do balanço hídrico variou de 711,6 a 870,9 mm, com uma média de 778 mm.

A Figura 10 mostra as médias anuais obtidas dos componentes do balanço hídrico da BHE, para o período de janeiro de 2003 a dezembro de 2006. Nesta percebe-se que a evapotranspiração teve contribuição com 46% das saídas da BHE, enquanto a vazão contribui com 54% das saídas. A elevada contribuição da descarga líquida pode ser decorrente de um substrato rochoso praticamente impermeável, compostos por basaltos do derrame de *trapp*.

De modo geral, observa-se na BHE excedente hídrico, no entanto, em longos períodos de estiagem pode ocorrer consi-

derável redução na disponibilidade hídrica, que impõe restrições à captação de recursos hídricos, condicionando racionamentos no abastecimento e a adoção de medidas alternativas de captação a SANEPAR.

Para avaliar os períodos de estiagem, adotaram-se

intervalos de tempo de 15 dias ou mais sem chuva, por constatar em campo que a partir deste intervalo de tempo considerável ocorre redução no índice de umidade no solo e da descarga fluvial. Os períodos de estiagem igual ou superior a 15 dias foram mais frequentes nos meses de Julho e Agosto, meses que apresentam geralmente menores índices pluviométricos mensais e disponibilidade hídrica (Figura 11).

Na Figura 11 pode-se constatar que a frequência de períodos de estiagem igual ou superior a 15 dias ocorre nas estações do outono e inverno, e com menor frequência na primavera e verão. Porém, observa-se também que períodos de estiagem

igual ou superior a 15 dias ocorreram em todos os meses do ano, o que não descarta a necessidade de estudos mais detalhados das épocas que estes períodos ocasionam maior impacto a população local.

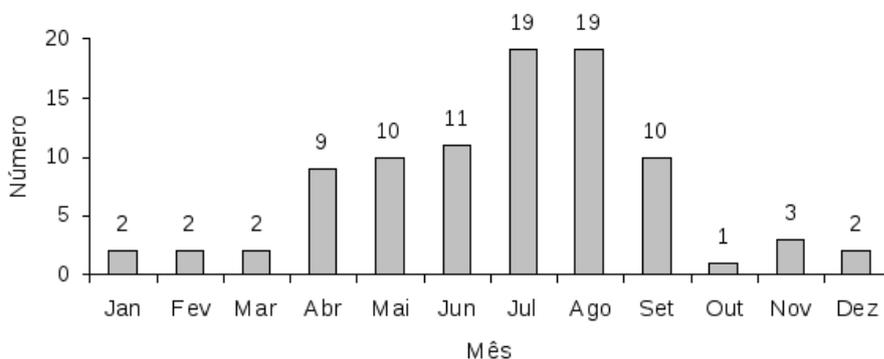


Figura 11 - Frequência de períodos de estiagem superior a 15 dias

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vazão na bacia apresenta alterações significativas durante o ano, apesar de a BHE estar localizada em uma região de clima Cfa-Subtropical Úmido Mesotérmico, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. As maiores vazões ocorrem nos meses de outubro e novembro e os menores em março e abril.

A ET estimada pelo método do balanço hídrico foi de 778 mm/ano, enquanto a vazão ficou em 896 mm/ano. Nos meses de agosto e novembro o método do balanço hídrico não se mostrou válido, por apresentar índices de vazão superiores aos de pluviosidade, o volume de água que sai do sistema (BHE) extrapolou os de entrada (pluviosidade). Isto ocorre porque parte da água armazenada no solo e subsolo da bacia, decorrente da infiltração e percolação ocorrida nos períodos de excedente hídrico, acabam por contribuindo com o fluxo fluvial.

Os meses que apresentam maior disponibilidade hídrica são os meses de janeiro, setembro, outubro e dezembro, e os menores, março, agosto e novembro. Sendo que o período mais crítico ocorre no mês de agosto, influenciado por longos períodos de estiagem e pelos menores índices pluviométricos registrados.

Os resultados e conclusões são preliminares e exigem séries mais longas de observações do deflúvio. No futuro, com a manutenção do sistema de monitoramento fluviométrico, novas análises podem avaliar com mais precisão a heterogeneidade espacial e temporal dos processos hidrológicos.

O conhecimento prévio do balanço hídrico, bem como dos processos hidrológicos, oferecem informações que fundamentam a tomada de decisões e subsidiam um planejamento de manejo de uso racional dos recursos hídricos, possibilitando

adequar os fatores sócio-econômicos aos ambientais.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei Federal N.º 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial** [República Federativa do Brasil], Brasília, 9 jan. 1997.
- GORDON, N. D.; McMAHON, T. A.; FINLAYSON, B. L. **Stream hydrology: an introduction for ecologists**. New York: John Willey & Sons, 1992. 526 p.
- GREGORY, K. J.; WALLING, D. E. **Drainage basin form and process: a geomorphological approach**. London: Edward Arnold, 1973. 458 p.
- HEWLETT, J. D.; NUTTER, W. L. **An outline of forest hydrology**. Athens. University of Georgia Press, 1969. 137p.
- LANGE, G. F.; VESTENA, L. R. Aspectos morfométricos da bacia hidrográfica do Ernesto, Pitanga/PR. In: I WORKSHOP REGIONAL DE GEOGRAFIA E MUDANÇAS AMBIENTAIS: DESAFIOS DA SOCIEDADE DO PRESENTE E DO FUTURO, 1., 2007, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: Ed. UNICENTRO, 2007. p. 211.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.
- MOTA, F. S da. Aspectos agrometeorológicos da água na atmosfera. In: **Meteorologia Agrícola**. São Paulo: Nobel, 2007 p. 296-300.
- S.P.V.S. **Manual para recuperação da reserva florestal Legal**. Curitiba: Tempo Integral, 1996.
- THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. **Aspectos climáticos de Guarapuava-PR**. Guarapuava: UNICENTRO, 2003. 106p.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in climatology. Laboratory of Climatology, New Jersey, v.8, 1955, 104p.
- TUCCI, C. E. M.; BELTRAME, L. F. S. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ABRH), 2000. p. 35-51.
- VESTENA, L. R. **Balanço hídrico da bacia do Rio Ribeirão da Onça, no Município de Colombo - PR**. 2002. 103f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

VESTENA, L. R.; KOBIYAMA, M. Water Balance in Karst: case study of the Ribeirão da Onça Catchment in Colombo City, Paraná State - Brazil, **Brazilian Archives of Biology and Technology an International Journal**, Curitiba, Vol. 50, n°. 5: p.905-912, September 2007.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

WARD, A. D.; TRIMBLE, S. W. **Environmental hydrology**. 2nd ed. New York: Lewis Publishers, 1995. 475p.

(Recebido em 25/06/2008 e aceito para publicação em 10/10/2008)