

ESTIMATIVA DAS VAZÕES MÁXIMA, MÉDIA E OUTORGÁVEL DE DUAS MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS COSTEIRAS NO MUNICÍPIO DE MANGARATIBA NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

Leonardo Duarte Batista da Silva¹, Rhégia Brandão da Silva², Alexandre Lioi Nascentes³, João Paulo Francisco², Jonathas Batista Gonçalves Silva³

ABSTRACT

Water is essential for human survival, and because it evokes the importance of establishing the sustainability of water resources and an effective legal protection to ensure their protection, and route of granting legal protection is the indispensable tool in managing this well. The award is a legal instrument that ensures the user the right to use water resources. The flow of a stream must be known to serve as a reference the request for granting the flow of water to be granted varies with the regime of the river, being determined from the minimum flows of reference. In the state of Rio de Janeiro is used to $Q_{7,10}$ flow in determining granted. This study aims to estimate the maximum flow, average and bestowable river basins of grande and borboletas rivers located city of Mangaratiba in the state of Rio de Janeiro.

PALAVRAS CHAVE: demanda hídrica, outorga

INTRODUÇÃO

Segundo (SILVA, 2003), a utilização desordenada e o mau gerenciamento dos recursos hídricos geram prejuízos de tal magnitude que, atualmente, problemas sociais e ambientais de grande relevância advêm de aspectos relativos tanto à disponibilidade quanto à qualidade da água. De 1950 a 2000 a quantidade de água disponível por habitante diminuiu de 20.600 para 5.100 m³ na África; de 9.600 para 3.300 m³ na Ásia; de 105.000 para 28.200 m³ na América Latina; de 5.900 para 4.100 m³ na Europa; e de 37.200 para 17.500 m³ na América do Norte (WERTHEIN, 2002).

Desde o século passado o Brasil, como outros países, vem enfrentando o dilema de compatibilizar o seu processo de desenvolvimento com a preservação do meio ambiente. A água, por ser um bem de uso difuso e público, serve como um bom exemplo desse impasse, à medida que a diversidade de segmentos de usuários que necessitam desta faz com que sua adequada gestão seja fundamental a fim de evitar conflitos entres os mesmos. Neste caso, a mediação do Estado torna-se necessária, devendo esta ser feita por meio de políticas que assegurem a distribuição equitativa da água. A Lei 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, tem constituído em uma excelente experiência que está sendo vivenciada no país a fim de otimizar o uso da água, bem como na adoção de medidas voltadas à sua conservação (SILVA et al, 1999).

A gestão de recursos hídricos é a forma pela qual se busca equacionar e resolver as questões de escassez destes. A condição fundamental para que a gestão seja feita é a motivação política para a sua efetiva implantação. Para isso são necessários procedimentos integrados de planejamento e de administração.

Para o adequado planejamento dos recursos hídricos é necessário que se disponha de instrumentos que permitam a quantificação de disponibilidade destes e, assim, possam constituir fundamento para sua adequada gestão. Nesse sentido, os modelos hidrológicos constituem mecanismos de suporte essenciais para a concretização desta meta.

De acordo com GOLDENFUM e TUCCI. (1996), a demanda da sociedade por modelos que permitam uma melhor previsão hidrológica aumenta quando da notificação de inundações e dos prejuízos relacionados a estas. O desenvolvimento de melhores modelos, entretanto, requer um esforço contínuo da pesquisa e da comunidade acadêmica, sendo que estes modelos necessitam de informações consistentes sobre precipitação, escoamento, topografia, solo, entre outras.

¹Professor Adjunto do Departamento de Engenharia do Instituto de Tecnologia da UFRRJ irriga@ufrj.br ²Discente do curso de Agronomia da UFRRJ ³Professor Assistente do Departamento de Engenharia do Instituto de Tecnologia da UFRRJ

O uso de modelos hidrológicos tem sido bastante difundido e suas aplicações em projetos hidrológicos ou hidráulicos (por exemplo, como ferramentas para projetar obras contra inundação) têm apresentado resultados animadores. Contudo, nos últimos anos, a maior importância dada aos problemas ambientais têm resultado na demanda de modelos hidrológicos mais versáteis, que com base em princípios físicos sejam capazes de representar os processos hidrológicos com variabilidade espacial (PRUSKI et al 2003). Os modelos são ferramentas de análise importantes porque eles podem ser usados para entender processos hidrológicos, analisar o desempenho de práticas de manejo, bem como avaliar os riscos e benefícios advindos de diferentes tipos de uso do solo (PRUSKI et al 2003).

Este trabalho tem por objetivo estimar as vazões máxima, média e outorgável das bacias hidrográficas dos rios grandes e das borboletas situadas município de Mangaratiba no Estado do Rio de Janeiro.

METODOLOGIA

A área de estudo se localiza na Reserva Rio das Pedras localiza-se a 15 (quinze) quilômetros da cidade de Mangaratiba, Estado do Rio de Janeiro, junto à rodovia (BR 101) que interliga o bairro denominado Praia Grande com a sede do município. A sede do município dista 110 km do Rio de Janeiro. O principal acesso é a BR 101 (Rio – Santos).

A Reserva Rio das Pedras possui uma área de 1.306,49 hectares, cobertas por mata atlântica e ecossistemas costeiros.

A área de estudo apresenta dois cursos d'água principais, o rio borboleta e o rio grande que drenam a área da reserva florestal Rio das Pedras. Existem duas represas localizadas nestes mananciais, os quais têm a função de regularização da vazão para atendimento intermitente da demanda dos usos.

A Figura 1 mostra a bacia de contribuição da represa 1, localizada no rio das borboletas. Esta represa tem função de regularização para o uso exclusivo de abastecimento água para o Club Med Rio das Pedras. A água captada nesta represa que é tratada em uma estação de tratamento de água, que tem capacidade máxima de tratar $13 \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$.

É importante ressaltar que, a área onde está localizada esta represa, bem com a sua jusante não é parte efetiva da reserva.

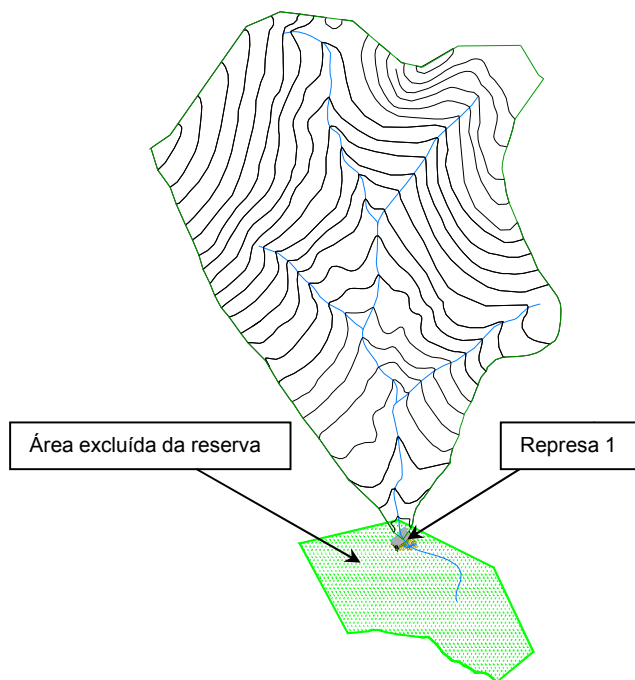


Figura 1 – Bacia de contribuição da represa 1.

A Figura 2 mostra a bacia de contribuição da represa 2, localizada no rio grande, sendo o rio das borboletas seu principal afluente. Nota-se que a área de contribuição desta represa, contempla também área de contribuição da represa 1, já que ela está à montante da represa 2. Nesta represa é captada água para o sistema de refrigeração do Club Med Rio das Pedras. A tubulação adutora que conduz a água captada da represa até a caixa de decantação, apresenta um diâmetro de 250 mm. Após passar pela caixa de decantação a água é conduzida para o sistema de refrigeração do Club Med por uma tubulação de 150 mm de diâmetro, capaz de transportar uma vazão aproximada de 10 L.s⁻¹. Vale ressaltar que também a área onde está localizada esta represa, bem com a sua jusante não é parte efetiva da reserva.

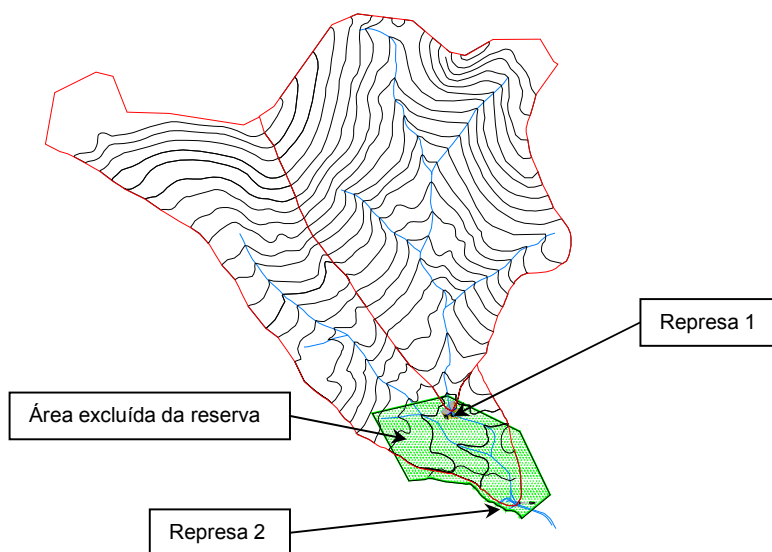


Figura 2 - Bacia de contribuição da represa 2.

A precipitação é um parâmetro fundamental em modelos hidrológicos porque é ela que ativa os processos de escoamento e de transporte de massa em bacias hidrográficas. É assumida como espacialmente uniforme, embora as tempestades que causam o maior movimento de sedimentos e nutrientes raramente sejam uniformes (TUCCI 2000). GOLDENFUM e TUCCI. (1996) notaram que embora a variabilidade espacial da precipitação tenha um papel importante no processo de geração de escoamento superficial, assume-se que a chuva é uniforme na aplicação de modelos para prever o comportamento hidrológico de pequenas bacias.

As informações sobre as características das precipitações máximas de curta duração são de extrema importância, com aplicações em planejamentos agrícolas e em projetos hidráulicos em geral. TUCCI (2000) atenta para o fato de que, para a obtenção de valores extremos de precipitação, é necessário estabelecer a relação entre intensidade, duração e frequência.

A equação de intensidade, duração e frequência da precipitação é expressa por:

$$I = \frac{K \times T^a}{(t + b)^c} \dots\dots\dots(1)$$

em que:

I = intensidade máxima média de precipitação, mm h⁻¹;

K, a, b, c = parâmetros da equação de chuvas intensas da localidade de interesse;

T = período de retorno, anos; e

t = duração da precipitação, min.

Em estudos hidrológicos necessitam-se, além do conhecimento das precipitações máximas observadas nas séries históricas, da previsão das precipitações máximas que possam vir a ocorrer na localidade com determinada frequência (TUCCI, 2000). Esta previsão requer a disponibilidade de dados de chuvas intensas em número de locais cada vez maior. Para isso, é necessária a determinação das curvas de intensidade, duração e frequência da precipitação, ou a utilização de expressões que permitam a sua obtenção em locais em que haja dificuldade para o estabelecimento de tais curvas. As dificuldades que se apresentam para a obtenção das equações de chuvas intensas originam-se de limitações referentes aos dados disponíveis, seja em termos de densidade da rede de pluviógrafos, seja em relação ao pequeno período de observação disponível (SOUZA, 1993).

Segundo PRUSKI et al (2003), a determinação de tal relação exige exaustivo trabalho de tabulação, análise e interpretação de uma quantidade relativamente grande de pluviogramas. Considerando a dificuldade que representa a obtenção dos parâmetros das equações de chuvas intensas, PRUSKI et al (1997) desenvolveram um procedimento para a regionalização dos parâmetros da referida equação para amplas áreas de abrangência. Tal trabalho permitiu, posteriormente, o desenvolvimento do software PLUVIO 2.1 no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Este software fornece informações relativas aos parâmetros da equação de chuvas intensas a partir de um banco de dados em que a relação entre intensidade, duração e frequência da precipitação é conhecida para várias localidades dos diversos estados brasileiros ou para qualquer localidade dos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo.

Na estimativa das vazões máxima, mínima e $Q_{7,10}$ adota-se o seguinte modelo:

$$Q_{TR} = a \cdot A^b \dots\dots\dots(2)$$

em que:

Q_{TR} = vazão com TR anos de recorrência, em $m^3 \cdot s^{-1}$;

A = área de drenagem, em km^2 ; e

a, b = coeficientes de ajuste.

Os coeficientes de ajustes da equação de estimativa das vazões foram extrapolados de uma bacia hidrográfica monitorada com postos fluviométricos, cujas características morfométricas são semelhantes à bacia em estudo.

A vazão outorgável será considerada como sendo 30% da $Q_{7,10}$.

DESCOBERTAS E DISCUSSÃO

A equação de intensidade, duração e frequência da precipitação para a cidade de Mangaratiba-RJ, obtida pelo software PLUVIO 2.1, é expressa por:

$$I = \frac{1.101,702 \times T^{0,2423}}{(t + 48,7015)^{0,6884}} \dots\dots\dots(3)$$

A partir da equação de chuva intensa foram confeccionadas as curvas IDF (intensidade-duração-frequência) para Mangaratiba, RJ, conforme Figura 3.

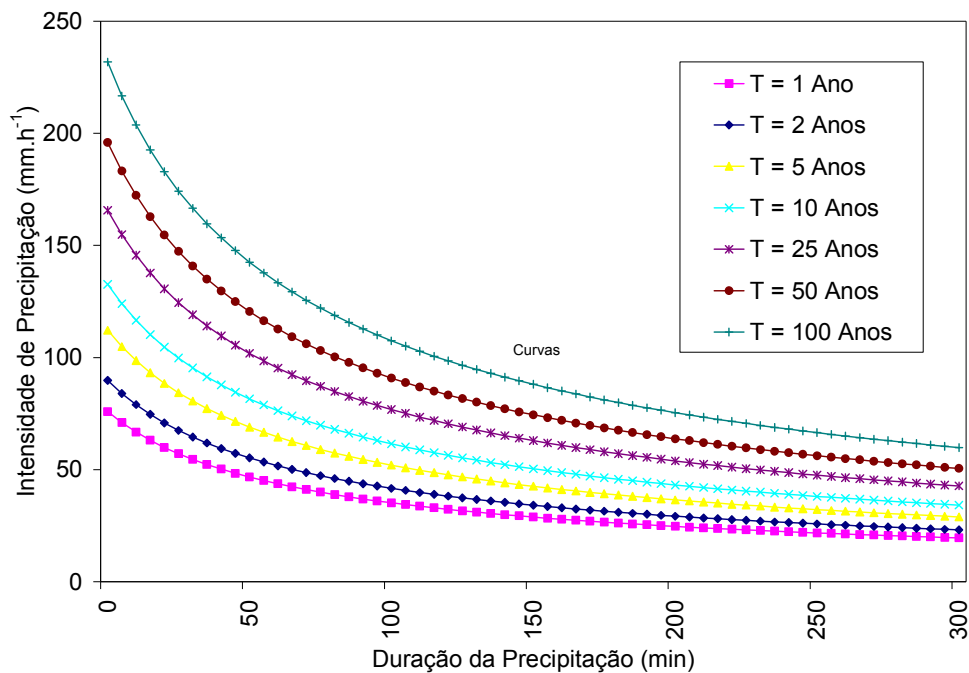


Figura 3 - Curvas IDF para Mangaratiba, RJ.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros a e b utilizados na equação de estimativa das vazões máxima e $Q_{7,10}$.

Tabela 1 – Valores dos parâmetros a e b da equação de estimativa das vazões máxima e $Q_{7,10}$ para os tempos de recorrência de 10, 25, 50 e 100 anos e seus respectivos coeficientes de correlação.

Tempo de recorrência TR (anos)	Coeficiente		
	a	b	r^2
10	3,5822	0,5610	0,9999
25	5,8305	0,5165	0,9997
50	8,0625	0,4866	0,9997
100	10,8771	0,4584	0,9994

Segundo PENNA (1995), para a estimativa de vazões médias e máximas em bacias de drenagem com áreas inferiores a 50 km^2 , deve-se calcular a vazão específica para 50 km^2 e multiplicá-la pela área de contribuição em questão. Na Tabela 2 verifica-se os valores das vazões máximas e específicas para os tempos de recorrência de 10, 25, 50 e 100 anos.

Tabela 2 - Valores das vazões específicas para 50 km^2 e máxima para os tempos de recorrência de 10, 25, 50 e 100 anos.

Vazões	Tempo de recorrência (TR)			
	10	25	50	100
$Q_{50} (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$	32,1567	43,9768	54,0989	65,3613
$Q_{\text{especifica}} (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2})$	0,6431	0,8795	1,0819	1,3072
$Q_{\text{máxima}} (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1})$	8,4020	11,4906	14,1349	17,0784

Na estimativa da vazão mínima para 7 dias consecutivos e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), foram utilizados os parâmetros apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores dos parâmetros a e b da equação de estimativa das vazões mínima e $Q_{7,10}$ para os tempos de recorrência de 10 anos.

Tempo de recorrência TR (anos)	Probabilidade de ocorrência de valores inferiores (%)	a	b
10	10	0,0067	0,9937

A vazão $Q_{7,10}$ foi de $86,13 \text{ L.s}^{-1}$ e considerando-se 30% deste valor tem-se um valor de vazão outorgável de $25,84 \text{ L.s}^{-1}$, sendo assim a atual captação ($23,00 \text{ L.s}^{-1}$) tem um valor inferior à vazão outorgável.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a vazão outorgável estimada foi superior ao valor captado nas bacias hidrográficas do rio grande e das borboletas.

REFERENCIAS

- GOLDENFUM, J.A.; TUCCI, C.E.M. **Hidrologia de águas superficiais**. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, Departamento de Engenharia Agrícola, 1996. 128p.
- PENNA F. M. **Avaliação das disponibilidades hídricas de superfície - Bacia do Alto Rio Verde**. CPRM/Projeto Circuito das Águas: Belo Horizonte, 1995.
- PRUSKI, F.F.; CALIJURI, M.L.; BHERING, E.M.; SILVA, J.M.A. **Metodologia baseada no uso de sistemas de informações geográficas para a obtenção de equações de chuvas intensas em qualquer localidade do Estado do Paraná**. Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa, 5(3):254-265. 1997.
- PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.S., SILVA, D.D. **Escoamento Superficial**. Viçosa: [s.n.], 2003. 87p.
- SILVA, D.D.; PINTO, F.R.L.P.; PRUSKI, F.F.; PINTO, F.A. **Estimativa e espacialização dos parâmetros da equação de intensidade-duração-frequência da precipitação para os Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo**. Revista Engenharia Agrícola, SBEA. Jaboticabal, SP, 18(3):11-21, 1999.
- SILVA, J.M.A **Modelo hidrológico para o cálculo do balanço hídrico e obtenção do hidrograma de escoamento superficial em bacias hidrográficas: desenvolvimento e aplicação**. UFV, Viçosa – MG. 2003, 137p.
- SOUZA, S. M. T. **Deflúvios superficiais no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: HIDROSYSTEMAS, 1993. 264p.
- TUCCI, C.E.M. **Escoamento superficial**. In: TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: ABRH-EDUSP, 2000. 943p.
- WERTHEIN Woodruff, D. S. 2002. **Declines of biomes and biotas and the future of evolution** PNAS.98:5471–5476