

# DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA BACIA DO RIBEIRÃO ENTRE RIBEIROS

MICHEL C. MOREIRA<sup>1</sup>, FERNANDO F. PRUSKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>B. S. Ciência da Computação, Mestrando Eng. Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG, (31) 3899.1925, mmoreira@gprh.ufv.br.

<sup>2</sup>Engº Agrícola, Prof. Titular, DEA/UFV, Viçosa – MG.

Escrito para apresentação no

XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola

31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**RESUMO:** No presente trabalho foram analisadas as vazões ainda permissíveis de serem outorgadas na sub-bacia do ribeirão Entre Ribeiros, afluente do rio Paracatu. Foi utilizado para a estimativa da disponibilidade hídrica o Sistema Integrado para a Gestão de Recursos Hídricos (SINGERH), o qual permite a estimativa das vazões mínimas e média ao longo da rede hidrográfica da bacia. Na análise foram considerados dois critérios de concessão de outorga, sendo o primeiro referente ao Estado de Minas Gerais (30% da  $Q_{7,10}$ ) e o segundo referente a União (70% da  $Q_{95}$ ). O período de análise considerado correspondeu a janeiro de 2006 a dezembro de 2010. Na análise dos resultados foi constatado para o critério de 30% da  $Q_{7,10}$  a impossibilidade de concessão de novas outorgas em todo o período em estudo. Para a situação em que foi considerado o critério de 70% da  $Q_{95}$  verificou-se a existência de vazões ainda possíveis de serem outorgadas implicando, no entanto, na diminuição da vazão residual. Considerando que o critério de outorga impõe restrições à expansão do uso da água e, conseqüentemente, ao desenvolvimento econômico e social da região, cabe ao Estado definir políticas adequadas que otimizem a preservação ambiental e o desenvolvimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** SINGERH, outorga, gestão de recursos hídricos

## AVAILABLE WATER OF THE ENTRE RIBEIROS STREAM BASIN

**ABSTRACT:** In the present work were analyzed the flows allowed to be utilized on watershed of Entre Ribeiros stream, witch is a tributary of the Paracatu river. The Integrated System to the Water Resources Management (SINGERH) was carried out to estimated the the flows allowed to be utilized, which permit to estimate the minimum and medium flows along all the rivers of the basin. Were considered two criteria of the water use rights concession, the first one, regarding the State of Minas Gerais (30% of  $Q_{7,10}$ ) and the second one regarding the Union (70% of  $Q_{95}$ ). Was considered The analysis period from january 2006 to december 2010. Was observed the concession impossibility of new water use rights in the whole period in study when was utilized the 30% of  $Q_{7,10}$  criteria. Was verified the existence of flows possible to be utilized when the 70% of  $Q_{95}$  was used, resulting in a residual flow decreasing. Considering the last statement, the criteria of water use rights concession brings restricton to the expansion of the water use and consequently, to the economic and social development of the region. So is a state duty, to define suitables politics which otimize the enviromental preservation and the development.

**KEYWORDS:** SINGERH, water use rights, water resources management

**INTRODUÇÃO:** A água é um elemento essencial para a garantia da qualidade de vida, sendo fator restritivo ao desenvolvimento econômico e social em muitas regiões. Apesar do Brasil possuir uma situação privilegiada no que diz respeito à disponibilidade de água, sua variação geográfica e temporal têm gerado conflitos pelo seu uso em diversas bacias (Moreira, 2006). Em estudo técnico elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2005b) foi constatado que diversas bacias brasileiras apresentam uma combinação de baixa disponibilidade e grande utilização de recursos hídricos. A bacia do rio Paracatu, com uma área de drenagem de aproximadamente 45.600 km<sup>2</sup>, é o principal contribuinte para a formação das vazões do rio São Francisco, contribuindo com cerca de 19,5% do volume médio escoado na sua foz (PEREIRA, 2004), sendo nesta bacia já evidenciadas vazões de retirada superiores à máxima permissível para outorga, como constatado por Rodriguez (2004) para a sub-bacia do ribeirão Entre Ribeiros. O conhecimento da disponibilidade de água e das vazões já outorgadas a montante da seção de interesse é de fundamental importância para a quantificação das vazões ainda passíveis de serem outorgadas, as quais fornecem subsídios para a tomada de decisão no processo de gestão de recursos hídricos. Sendo assim, dada a importância da bacia do rio Paracatu para o Estado de Minas Gerais e para a bacia do rio São Francisco e a constatação do intenso desenvolvimento econômico e os conflitos pelo uso da água já existentes, o presente trabalho teve por objetivo analisar as vazões ainda permissíveis para outorga na sub-bacia do ribeirão Entre Ribeiros.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A fim de analisar as vazões ainda permissíveis de serem outorgadas na sub-bacia do ribeirão Entre Ribeiros utilizou-se o Sistema Integrado para a Gestão de Recursos Hídricos (SINGERH), desenvolvido por Moreira (2006), o qual constitui em um programa computacional que permite a obtenção da disponibilidade hídrica para qualquer seção de interesse ao longo da rede hidrográfica de uma bacia e quantifica o impacto da concessão de uma nova outorga nesta disponibilidade. O SINGERH estima a vazão ainda permissível de ser outorgada pela equação

$$Q_{disp} = Q_{est} - Q_{res} - \sum Q_{mt} - Q_{sol} \quad (1)$$

em que

$$\begin{aligned} Q_{disp} &= \text{vazão ainda permissível de ser outorgada, m}^3 \text{ s}^{-1}; \\ Q_{est} &= \text{vazão estimada na seção de interesse, m}^3 \text{ s}^{-1}; \\ Q_{res} &= \text{vazão a ser mantida na seção de interesse, m}^3 \text{ s}^{-1}; \\ Q_{mt} &= \text{vazão já concedida a montante da seção de interesse, m}^3 \text{ s}^{-1}; \text{ e} \\ Q_{sol} &= \text{vazão solicitada, m}^3 \text{ s}^{-1}. \end{aligned}$$

Conforme se evidencia pela equação 8, no cálculo da vazão ainda permissível de ser outorgada ( $Q_{disp}$ ) o SINGERH considera a abstração advinda da vazão da outorga solicitada ( $Q_{sol}$ ), considerada neste estudo como sendo nula. A obtenção da vazão estimada ( $Q_{est}$ ) é realizada a partir da identificação da seção de interesse sobre um mapa georreferenciado da bacia do rio Paracatu em que foi escolhida a foz do ribeirão Entre Ribeiros (Latitude 16° 58' 55" e Longitude 46° 14' 21"). Pelo fato do SINGERH estimar a disponibilidade hídrica por três métodos de regionalização de vazões, sendo estes: o tradicional, o baseado na proporcionalidade de vazões específicas e o baseado na conservação de massas/continuidade de vazões, foi necessário determinar um método para este estudo, tendo sido adotado o método tradicional. Considerando que o procedimento de outorga em condições ideais deve ser realizado em uma base mensal, o SINGERH permite que a análise seja feita mensalmente ao longo de um período de tempo, tendo sido adotado o período de análise de janeiro de 2006 a dezembro de 2010. O cálculo da vazão residual ( $Q_{res}$ ) é feito pela equação

$$Q_{res} = Q_{est} - Q_{ref} \quad (2)$$

em que  $Q_{ref}$  corresponde ao limite de vazão passível de ser utilizado em um curso d'água, determinado pelo órgão gestor da bacia e que neste estudo foi considerado como sendo 30% da  $Q_{7,10}$  (critério do Estado de Minas Gerais) e 70% da  $Q_{95}$  (critério da União). Para o cálculo das vazões a montante da seção em análise o SINGERH consulta os cadastros de usuários de água da bacia, disponibilizados

pelos órgãos gestores estadual e federal da bacia e, a partir desse banco de dados é verificado para cada outorga se ela está localizada a montante ou a jusante da seção de interesse. Para as outorgas a montante o SINGERH armazena o período e os valores das vazões concedidas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Figura 1 apresenta-se as vazões passíveis de serem outorgadas na foz do ribeirão Entre Ribeiros para o período de janeiro de 2006 a dezembro de 2010, calculadas considerando as outorgas concedidas até 22 de janeiro de 2006, os critérios de vazão de referência do Estado de Minas Gerais (30% da  $Q_{7,10}$ ) e da União (70% da  $Q_{95}$ ) e as vazões estimadas pelo método tradicional.

(a)

	2006	2007	2008	2009	2010
▶ Jan	-3,844	-2,833	-2,539	-2,123	-1,293
Fev	-3,644	-2,833	-2,539	-2,123	-1,293
Mar	-3,644	-2,833	-2,539	-2,122	-1,293
Abr	-3,562	-2,783	-2,539	-2,122	-1,293
Mai	-3,516	-2,783	-2,539	-2,057	-1,293
Jun	-3,371	-2,555	-2,123	-2,057	-1,293
Jul	-3,371	-2,555	-2,123	-2,057	-1,293
Ago	-3,371	-2,539	-2,123	-1,293	-1,293
Set	-3,271	-2,539	-2,123	-1,293	-1,293
Out	-3,258	-2,539	-2,123	-1,293	-1,293
Nov	-3,172	-2,539	-2,123	-1,293	-1,293
Dez	-3,156	-2,539	-2,123	-1,293	-1,293

(b)

	2006	2007	2008	2009	2010
▶ Jan	1,595	2,606	2,9	3,317	4,146
Fev	1,795	2,606	2,9	3,317	4,146
Mar	1,795	2,606	2,9	3,317	4,146
Abr	1,877	2,656	2,9	3,317	4,146
Mai	1,923	2,656	2,9	3,382	4,146
Jun	2,068	2,884	3,316	3,382	4,146
Jul	2,068	2,884	3,316	3,382	4,146
Ago	2,068	2,9	3,317	4,146	4,146
Set	2,168	2,9	3,317	4,146	4,146
Out	2,181	2,9	3,317	4,146	4,146
Nov	2,267	2,9	3,317	4,146	4,146
Dez	2,283	2,9	3,317	4,146	4,146

Figura 1 – Vazão remanescente para outorga na foz do ribeirão Entre Ribeiros, considerando o método de regionalização tradicional e os critérios de outorga: (a) 30% da  $Q_{7,10}$ ; e (b) 70% da  $Q_{95}$ .

Pela análise da Figura 1a observa-se que considerando a  $Q_{7,10}$  estimada pelo método tradicional e a vazão de referência do Estado de Minas Gerais ( $Q_{ref} = 2,21 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ), as vazões outorgadas, nesta seção, em todos os meses em análise, superam a vazão de referência, fato este identificado pela cor vermelha e pelo sinal negativo dos valores. No primeiro ano em análise verifica-se que as vazões outorgadas superam em mais de  $3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  a vazão de referência, representando, para o mês mais crítico, uma vazão outorgada da ordem de 81,92% da  $Q_{7,10}$  estimada pelo método tradicional, valor este muito superior ao da máxima vazão concedida para outorga no Estado de Minas Gerais. Nesta figura, percebe-se, ainda, um aumento ao longo do tempo das vazões remanescentes para concessão de outorga, fato este explicado pela perda de validade das outorgas vigentes, as quais após seu vencimento têm estas vazões outorgadas, novamente passíveis de novas outorgas. Na Figura 1b, em que se consideram a  $Q_{7,10}$  estimada pelo método tradicional e a vazão de referência da União ( $Q_{ref} = 7,63 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ), observa-se que em todo o ano de 2006 ainda existem vazões passíveis de serem outorgadas, sendo estas inferiores a 30% e superiores a 10% da vazão de referência (cor amarela). No restante do período em análise observam-se vazões ainda passíveis de serem outorgadas superiores a 30% da vazão de referência (cor verde). A maior disponibilidade de água para concessão de outorga, evidenciada na Figura 1b em relação à Figura 1a, decorre do fato do critério de 70% da  $Q_{95}$  ser menos restritivo que o critério de 30% da  $Q_{7,10}$ , sendo este critério de outorga o mais restritivo do país. Johnson e Lopes (2003) afirmam que o critério de 30% da  $Q_{7,10}$ , para a bacia do rio Paracatu, é muito restritivo, por não representar, com exatidão, o potencial hídrico da região. O próprio IGAM, em

questionário encaminhado à ANA (ANA, 2005a), salienta a necessidade da definição de diferentes vazões de referência conforme as particularidades de cada região do Estado. Diversos autores também evidenciaram problemas de conflitos pelo uso da água nesta bacia. ANA (2005b) em estudo que apresenta a relação entre a demanda e a disponibilidade hídrica de diversas bacias do país, classifica a situação da bacia do ribeirão Entre Ribeiros como “Preocupante”, enquanto que Rodriguez (2004) constatou, para a seção Fazenda Barra da Égua (localizada na bacia do ribeirão Entre Ribeiros), uma vazão de retirada pela irrigação no mês de maior demanda de 85,1% da  $Q_{7,10}$ . A situação apresentada na Figura 1a indica, para a bacia do ribeirão Entre Ribeiros, a impossibilidade de concessão de novas outorgas até o final do período em análise, cabendo ao órgão gestor uma maior atenção a fim de não permitir um agravamento dos conflitos pelo uso da água. Neste sentido, o IGAM tem tomado medidas para a minimização destes conflitos, realizando um processo coletivo de outorgas no qual as outorgas emitidas estão sendo revistas. Tendo em vista o fato de que o critério de outorga impõe restrições à expansão do uso da água e, conseqüentemente, ao desenvolvimento econômico e social da região, cabe ao Estado definir políticas adequadas que otimizem a preservação ambiental e o desenvolvimento. Neste sentido, diante da situação restritiva à concessão de novas outorgas apresentada na Figura 1a verifica-se na Figura 1b que a alteração do critério de outorga para 70% da  $Q_{95}$  oportunizaria uma situação de maior disponibilidade hídrica para a concessão de outorga, implicando, neste caso, na diminuição da vazão residual (vazão ecológica).

**CONCLUSÕES:** A análise dos resultados obtidos permite concluir que para a bacia do ribeirão Entre Ribeiros, por pertencer ao Estado de Minas Gerais e possuir o critério de outorga de 30% da  $Q_{7,10}$ , não é possível a concessão de novas outorgas para o período estudado.

#### REFERÊNCIAS:

- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Diagnóstico da outorga de direito de uso de recursos hídricos no país - diretrizes e prioridades.** Agência Nacional de Águas; Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 143 p. 2005a. Disponível em: <[http://www.ana.gov.br/pnrh\\_novo/Tela\\_Apresentacao.htm](http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Tela_Apresentacao.htm)>. Acesso em 02 de fevereiro de 2006.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil.** Agência Nacional de Águas; Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 123 p. 2005b. Disponível em: <[http://www.ana.gov.br/pnrh\\_novo/Tela\\_Apresentacao.htm](http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Tela_Apresentacao.htm)>. Acesso em 02 de fevereiro de 2006.
- JOHNSSON, R. M. F., LOPES, P. D. **Projeto marca d'água seguindo as mudanças na gestão das bacias hidrográficas do Brasil: caderno 1: retratos 3 x 4 das bacias pesquisadas.** Brasília: Finatec, 2003. v.1. 212p.
- MOREIRA, M. C. **Sistema integrado para a gestão dos recursos hídricos.** 2006. 97p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- PEREIRA, S. B. **Evaporação no lago de sobradinho e disponibilidade hídrica no rio São Francisco.** 2004. 103 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- RODRIGUEZ, R. del G. **Metodologia para estimativa das demandas e das disponibilidades hídricas na bacia do rio Paracatu.** 2004. 94p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.