



Pesquisa Agropecuária Tropical

ISSN: 1517-6398

pat@agro.ufg.br

Escola de Agronomia e Engenharia de
Alimentos
Brasil

Fioreze, Ana Paula; Coutinho de Oliveira, Luiz Fernando
USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA BÁRBARA,
GOIÁS

Pesquisa Agropecuária Tropical, vol. 40, núm. 1, enero-marzo, 2010, pp. 28-35

Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos
Goiânia, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=253020192004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

USOS DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SANTA BÁRBARA, GOIÁS¹

Ana Paula Fioreze², Luiz Fernando Coutinho de Oliveira³

ABSTRACT

USES OF HYDRIC RESOURCES AT THE SANTA BÁRBARA RIVER HYDROGRAPHICAL BASIN, GOIÁS STATE, BRAZIL

The minimization of conflicts concerning water use, as well as the security of using it in different ways, depends on appropriate hydric resources management, based on proper legal tools. The best legal tool for making water available for different uses and users, preventing or even solving conflicts, is the grant of rights to use it. For that reason, this research evaluates the uses of hydric resources at the Santa Bárbara River hydrographical basin, Goiás State, Brazil, comparing its water availability and current demand. It was possible to conclude that the instant maximum flow, collected in accordance with granted uses, surpasses the legal available flow and approaches the reference one. Another conclusion is that the previous accumulation of part of the total collected water volumes, made by most users, allows a collection process without conflicts or lack of water.

KEY-WORDS: Hydric availability; reference flow; flow permanence curve.

RESUMO

A redução da ocorrência de conflitos envolvendo o uso de água, bem como a garantia de seus diversos tipos de uso, passam pela adequada gestão dos recursos hídricos, empregando-se instrumentos previstos em legislação pertinente. O instrumento legal empregado para a distribuição de água, entre os diferentes usos e usuários, prevenindo ou mesmo solucionando conflitos, é a outorga de direito de uso. Em vista do exposto, este trabalho teve como objetivo a avaliação dos usos dos recursos hídricos, pela comparação entre a disponibilidade hídrica e a demanda instalada da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás, o que permitiu concluir que a vazão máxima instantânea captada pelos usos outorgados ultrapassa a alocável e se aproxima da vazão de referência e que a acumulação prévia de parte dos volumes totais captados, realizada pela maioria dos usuários, permite a captação sem registro de conflitos ou desabastecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Disponibilidade hídrica; vazão de referência; curva de permanência das vazões.

INTRODUÇÃO

A água doce é um recurso natural finito e a demanda crescente pelo seu consumo vem despertando a preocupação da sociedade. Esta preocupação é demonstrada por meio de diversas conferências realizadas nas últimas décadas, pela escolha, por parte da Organização das Nações Unidas, do ano de 2003 como o Ano Internacional da Água Doce e pelo recente estabelecimento, pela mesma entidade, do período 2005-2015, como a Década da Água, colocando o assunto no centro da questão do desenvolvimento sustentável (ONU 2005).

Em diversas regiões do mundo, o aproveitamento inadequado dos recursos hídricos vem gerando crescentes conflitos de interesse. Esse mau uso

torna insuficiente, quantitativa ou qualitativamente, a disponibilidade hídrica para o atendimento das necessidades dos diferentes setores usuários e tende a comprometer o desenvolvimento sustentável e o progresso, de maneira geral (Matzenauer 2003). As preocupações suscitadas com a realidade dos recursos hídricos, isto é, as águas destinadas a usos, têm resultado, em todo o mundo, em uma série de medidas governamentais e sociais, objetivando viabilizar a continuidade das diversas atividades públicas e privadas, que têm como foco as águas doces, em particular aquelas que incidem diretamente sobre a qualidade de vida da população (Machado 2003).

Historicamente, a gestão de águas no Brasil se desenvolveu de forma fragmentada e centralizada. A gestão era fragmentada em função de cada setor

1. Trabalho recebido em maio/2008 e aceito para publicação em fev./2010 (nº registro: PAT 3869/ DOI: 10.5216/pat.v40i1.3869).

2. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Goiás, Superintendência de Recursos Hídricos, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: anafioreze@semarh.goias.gov.br.

3. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia, Lavras, MG, Brasil. E-mail: lfco@pq.cnpq.br.

(energia elétrica, agricultura irrigada, saneamento, etc.) realizar seu próprio planejamento e medidas, e centralizada em decorrência de os governos estaduais e federal definirem políticas, sem a participação dos governos municipais, usuários da água e sociedade civil. Debates internacionais e nacionais coincidiam quanto à definição dos princípios básicos de um novo modelo: a gestão seria descentralizada, para o nível de bacia hidrográfica; integraria todas as políticas setoriais envolvidas na gestão da água; envolveria os usuários da água e a sociedade civil no processo decisório; e trataria a água como um bem de valor econômico, e não mais como um recurso inesgotável da natureza (Abers & Jorge 2005, Jacobi & Barbi 2007).

Em uma política holística e sustentável de recursos hídricos, os fatores hidrológicos e ecológicos crescem em importância, com relação aos tradicionais fatores administrativos, econômicos e políticos (Cruz 2001). Sob esta ótica, o conceito de disponibilidade hídrica, uma das muitas variáveis a serem consideradas na atividade de gerenciamento de recursos hídricos, apresenta diferentes interpretações. O estabelecimento dos critérios de outorga de direito de uso das águas, além de estar vinculado à disponibilidade hídrica, é dependente dos sistemas jurídicos e econômicos locais (Silva et al. 2005).

Os ambientes aquáticos são utilizados, em todo o mundo, com distintas finalidades, dentre as quais se destacam o abastecimento de água, irrigação, geração de energia, navegação, aquicultura e harmonia paisagística (Moraes & Jordão 2002). No Brasil, a ocorrência de conflitos envolvendo indivíduos, comunidades, os diversos setores usuários, municípios e até Estados tem se intensificado, mesmo com a implementação de uma série de instrumentos específicos para o gerenciamento dos recursos hídricos, de forma múltipla e integrada. Esse fato decorre do crescimento populacional e intensificação das atividades econômicas, representadas pela industrialização e agropecuária intensivas, aliados à urbanização. Tais processos geram aumento, em grande escala, da utilização da água para atendimento das demandas da sociedade, seja como bem de consumo final ou como matéria-prima no processo produtivo (Brasil 2003, Shiklomanov & Rodda 2003).

No Estado de Goiás, o panorama não é diferente. Conflitos envolvendo os diversos usos e usuários estão se intensificando. Apesar disso, a grande maioria têm sido solucionada com a imple-

mentação de mecanismos de discussão e diálogo entre as partes envolvidas, patrocinados pelo órgão estadual responsável pela gestão dos recursos hídricos (Fioreze 2006).

Entre os instrumentos legais disponíveis à gestão dos recursos hídricos, está a outorga de direito de uso. A outorga é um ato administrativo, pelo qual o poder público outorgante transfere ao usuário o direito de uso da água, por prazo determinado, nas condições expressas no respectivo ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal, dependendo do domínio a que o manancial esteja sujeito (Brasil 2002, Tundisi et al. 2002).

Segundo Cruz (2001), a outorga de direito de uso realiza a gestão da demanda dos recursos hídricos, tendo por objetivo racionalizar e disciplinar o uso, evitando ou equacionando situações de conflito. Dessa maneira, é possível o controle dos volumes captados em uma determinada bacia hidrográfica, do período em que as captações ocorrem e sua finalidade, contemplando os usos prioritários e as determinações dos planos de recursos hídricos e dos comitês de bacia hidrográfica.

Segundo Fioreze et al. (2008), a determinação da disponibilidade hídrica necessita de monitoramento contínuo e realização de estudos complementares. Esse conhecimento é obtido, preferencialmente, de dados históricos de vazão dos mananciais, que permitem o estudo do comportamento fluviométrico da bacia hidrográfica. Para que a implantação do instrumento da outorga possa ser realizada de maneira mais efetiva, é necessário o conhecimento do comportamento hidrológico das bacias hidrográficas, especialmente a determinação das vazões de referência, a fim de fundamentar o processo decisório. Decisões tomadas a partir de informações de vazão pouco representativas podem comprometer a gestão e o planejamento de recursos hídricos.

Segundo Arnéz (2002), para a formulação de um sistema de outorga, é necessária a definição da vazão disponível para alocação aos usuários, obtida a partir da vazão de referência. Uma parte da vazão de referência é objeto de outorga, enquanto o restante constitui a vazão remanescente, a ser mantida no leito do rio para proteção dos ecossistemas.

A vazão de referência é aquela utilizada como base para o processo de gestão dos recursos hídricos. É possível utilizar, como vazão de referência, valores obtidos a campo, através de medições diretas, ou va-

lores calculados a partir de séries históricas de vazão e chuva. Os valores obtidos de algumas medições diretas no manancial retratam tão somente o momento em que foram realizadas, enquanto as vazões obtidas a partir de dados de estações pluviométricas e fluviométricas representam, com maior segurança, o comportamento das vazões da bacia hidrográfica, ao longo do tempo (Silva & Monteiro 2004, Santos et al. 2006).

Em vista do exposto, este trabalho objetivou avaliar os usos dos recursos hídricos, pela comparação entre a disponibilidade hídrica e a demanda instalada da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara (GO).

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara está compreendida entre as coordenadas 17°45' e 18°15' de latitude Sul e 49°36' e 50°03' de longitude Oeste, na região centro-sul do Estado de Goiás. A área de drenagem da bacia hidrográfica compreende 1.371,16 km² e inclui os municípios de Vicentinópolis, Joviânia, Goiatuba e Bom Jesus de Goiás. Não há núcleos urbanos na bacia hidrográfica, que é totalmente agrícola. As áreas urbanas dos municípios de Vicentinópolis e Joviânia, no entanto, encontram-se vizinhas às nascentes dos dois principais cursos de água da bacia hidrográfica, o Ribeirão Santa Bárbara e o Ribeirão Bom Sucesso, respectivamente.

Os solos predominantes na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara são Latossolos vermelhos, sobre relevo suave ondulado (Martins 2003). Esses solos, apesar da baixa fertilidade natural, são profundos, bem desenvolvidos e apresentam características físicas que favorecem a agricultura mecanizada. Sua ocorrência em terrenos pouco acidentados facilita a instalação de equipamentos de irrigação em grandes áreas.

As nascentes do Ribeirão Santa Bárbara estão localizadas no município de Vicentinópolis, em altitude aproximada de 824 metros. O Ribeirão Santa Bárbara é afluente do Rio dos Bois, em seu trecho mais meridional. O exutório da área de estudo, delimitada pela estação fluviométrica denominada Fazenda Aliança, está localizado 15 km à montante da foz do Ribeirão Santa Bárbara, em altitude de 452 metros. No trecho compreendido entre a estação Fazenda Aliança e a foz do Ribeirão Santa Bárbara, não há contribuições importantes.

Para a determinação da disponibilidade hídrica na bacia, empregou-se a série histórica de vazões diárias, observada na estação da Fazenda Aliança, no período de 1969 a 2004, extraída do sistema de informações Hidroweb da Agência Nacional das Águas (Brasil 2003). A partir desta série histórica, foram calculadas, para a saída da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, a vazão média de longo período (Q_{MLP}), as vazões médias mensais, a vazão mínima (Q_{MIN}), a vazão com 95% de permanência ($Q_{95\%}$) e a vazão mínima com sete dias de duração e dez anos de tempo de retorno ($Q_{7,10}$).

A Q_{MLP} foi obtida através da média aritmética de todas as vazões diárias observadas. As vazões médias mensais, para todo o período de dados disponível, foram obtidas a partir da construção de uma série de vazões médias mensais, a cada ano. A Q_{MIN} corresponde à média das vazões observadas em uma série construída com as vazões mínimas, com duração de sete dias, a cada ano. A Q_{MAX} corresponde à média dos registros de vazão máxima, a cada ano. A $Q_{95\%}$ foi obtida através da confecção da curva de permanência de vazões. A curva de permanência corresponde à frequência acumulada das vazões observadas, dispostas em ordem decrescente, em classes.

A $Q_{7,10}$ foi calculada a partir da construção da série de vazões médias das mínimas, com sete dias de duração. Aplicando-se a distribuição de probabilidade Lognormal à série produzida, foi possível calcular o valor correspondente ao tempo de retorno de 10 anos. A aderência da distribuição de probabilidade Lognormal às vazões médias mínimas observadas, com 7 dias de duração, foi verificada pelo teste de Smirnov-Kolmogorov. A distribuição de probabilidade Lognormal, segundo Naghettini & Pinto (2007), é dada pela seguinte expressão:

$$f(x) = \frac{1}{x \sigma_n \sqrt{2\pi}} \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\ln(x) - \mu_n}{\sigma_n} \right]^2 \right\}, \text{ para } x > 0$$

em que $f(x)$ = função de densidade de probabilidade da distribuição Lognormal; x = valor esperado; e σ_n e μ_n = desvio padrão e média esperada para os logaritmos de x , respectivamente.

A caracterização do regime hídrico na bacia e a definição do ano hidrológico foram realizadas a partir das precipitações médias mensais, correspondentes aos 27 anos de dados disponíveis para a estação pluviométrica denominada Fazenda Aliança (1850001). Esta estação foi escolhida por estar localizada dentro

da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, junto à estação fluviométrica de mesmo nome.

Os usos dos recursos hídricos na bacia hidrográfica foram levantados a partir do cadastro de usuários do sistema de outorga da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Goiás (Goiás 2006) e de identificação, através do uso de imagem digital obtida pelo satélite Landsat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise da imagem da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara e por meio de visitas realizadas ao local, verificou-se que, praticamente, toda a sua área encontra-se modificada pela ocupação humana. Há poucos remanescentes de vegetação natural, ao longo dos leitos de alguns tributários do Ribeirão Santa Bárbara. As regiões de nascentes encontram-se quase totalmente ocupadas. As principais atividades agrícolas identificadas na bacia hidrográfica são o cultivo de diferentes culturas anuais e lavouras de cana-de-açúcar. Em alguns pontos, é possível perceber a construção de terraços, que constitui uma das práticas de conservação do solo.

Os usos dos recursos hídricos detectados não estão distribuídos de maneira uniforme na bacia. Cerca de 60% deles estão localizados no Ribeirão Santa Bárbara e em seus afluentes diretos. Há poucos usuários instalados no Ribeirão Bom Sucesso, que é o principal afluente do Ribeirão Santa Bárbara, e, até sua confluência, ocupa, praticamente, metade da área de drenagem da bacia.

Em levantamento realizado junto ao sistema de outorgas da Semarh, órgão gestor dos recursos hídricos no Estado de Goiás, foi constatado que, atualmente, há um número maior de equipamentos de irrigação na bacia hidrográfica, em relação ao identificado na imagem da área. Foram levantados 37 pivôs centrais e 11 autopropelidos para irrigação de cana-de-açúcar, com vazão máxima instantânea captada de $3,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e área irrigada total de, aproximadamente, 6.700 ha (Tabela 1).

A irrigação de cana-de-açúcar, por ser empregada somente para brotação da cultura, requer vazões relativamente baixas, em função da área irrigada. No entanto, as captações se concentram no período de estiagem mais severa, quando as vazões naturais estão mais reduzidas. Já a irrigação por pivô central apresenta uma relação vazão captada por área irrigada mais alta, próxima a $1,0 \text{ L s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$, o que é

Tabela 1. Usos dos recursos hídricos, obtidos junto ao órgão gestor dos recursos hídricos (Bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, GO, 2006).

Uso	Vazão captada ($\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$)	Área irrigada (ha)
Irrigação (pivô central)	3,10	2.897,13
Irrigação (autopropelido)	0,60	3.798,18
Indústria	0,18	-
Abastecimento público	0,03	-

Fonte: Goiás (2006).

condizente, segundo levantamento realizado junto ao órgão gestor dos recursos hídricos, com a média geral deste sistema de irrigação em Goiás.

Do volume total outorgado para irrigação, em torno de 28% é captado diretamente do curso de água, sem qualquer tipo de acumulação prévia. O restante é captado de acumulações, reduzindo o impacto sobre as vazões naturais da bacia hidrográfica. No levantamento realizado, foi constatada a existência de 43 pequenas barragens, com volume máximo acumulado variando de 2.500 m^3 a $1.195.747 \text{ m}^3$. A maior parte destas barragens acumula volumes inferiores a 250.000 m^3 e todas se encontram outorgadas ou com requerimentos de outorga em tramitação, junto à autoridade competente.

Além dos usos para irrigação, foi levantada uma captação para abastecimento público e uma captação industrial (Tabela 1). A vazão captada para atendimento da zona urbana do município de Joviânia é de 30 L s^{-1} , contemplando cerca de 6.250 habitantes (Goiás 2005). A captação está localizada em um dos contribuintes às nascentes do Ribeirão Santa Bárbara. No cadastro da Semarh, há registro de conflito entre esta captação e outra para irrigação, que estava situada à montante e que foi removida do local para uma acumulação à jusante, na mesma bacia hidrográfica.

O abastecimento industrial detectado é feito através da captação de $180,6 \text{ L s}^{-1}$, com o objetivo de atender à demanda de uma indústria sucroalcooleira. A peculiaridade desta captação é que, ao contrário das irrigações, é realizada de maneira contínua, durante quase todo o ano.

A vazão máxima instantânea outorgada na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara é da ordem de $3,91 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Este valor reflete a quantidade de água retirada numa situação em que todos os usos devidamente outorgados exercem seu direito à captação, simultaneamente e em seu limite máximo.

As vazões médias de longa duração, mínima e máxima, na saída da bacia hidrográfica, obtidas pela análise da série histórica das vazões diárias observadas na estação Fazenda Aliança, foram de $19,63 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; $0,80 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; e $196,32 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, respectivamente. Na Figura 1, é apresentada a curva de permanência construída com base nas vazões diárias, permitindo a obtenção da vazão, com 95% de permanência, de $5,52 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

A relação entre a Q_{95} e a Q_{MLP} na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, foi igual a 0,28, ou seja, a vazão natural disponível na bacia corresponde a 28% da vazão máxima regularizável. Euclides (2005) encontrou valores de Q_{95}/Q_{MLP} variando de 1% a 70%, nas bacias do Rio das Velhas, Rio Urucuia, Rio Verde Grande e Rio Carinhonha, em Minas Gerais. Os valores mais elevados foram encontrados em bacias maiores que 5.000 km^2 , mas o fator destacado pelo autor foi a influência do aquífero na manutenção das vazões, em período de estiagem. O valor de Q_{95}/Q_{MLP} encontrado na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, indica que há grande variação nas vazões da bacia hidrográfica, ao longo do ano, e que é possível aumentar sua disponibilidade hídrica, através da construção de reservatórios. Considerando-se a regularização de 70% da Q_{MLP} a vazão disponível seria triplicada.

As vazões médias mensais refletem o regime de precipitação observado na bacia hidrográfica, conforme demonstrado na Figura 2. O início do período de estiagem, no mês de abril, marca o início da redução das vazões de saída, na bacia hidrográfica

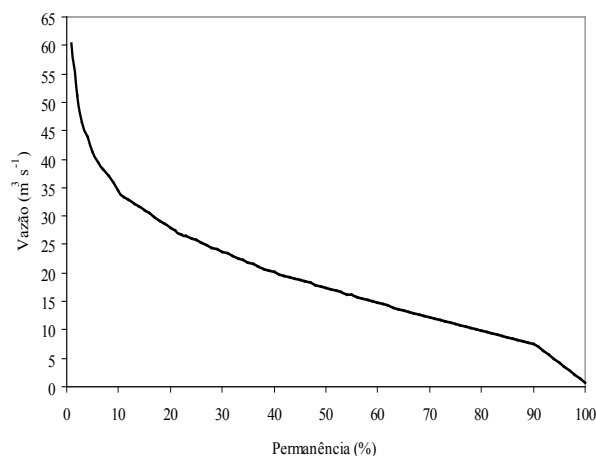


Figura 1. Curva de permanência das vazões do Ribeirão Santa Bárbara (Bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, GO).

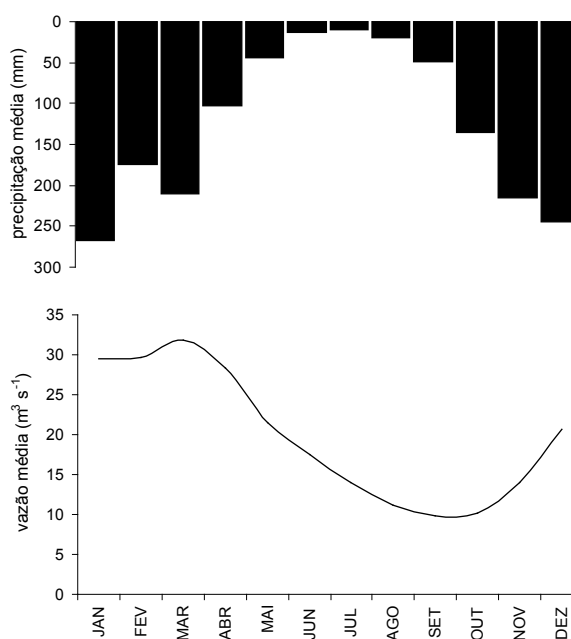


Figura 2. Precipitação média mensal e histograma das vazões de saída (Bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, GO).

do Ribeirão Santa Bárbara, que diminuem até que se iniciem as chuvas, no mês de outubro. A distribuição da precipitação é desigual durante o ano e se caracteriza pela existência de verões chuvosos e invernos secos. O ano hidrológico estende-se de outubro a setembro, com precipitação próxima a zero, nos meses de junho a agosto.

As vazões médias mínimas, com duração de 7 dias (Q_7), estimadas pela distribuição de probabilidade Lognormal, apresentaram uma boa aderência às vazões observadas, verificada pelo teste de Smirnov-Kolmogorov, a 5% de significância (Figura 3). Com base na série histórica das vazões Q_7 , estimou-se, pela distribuição Lognormal, a vazão de referência, com duração de 7 dias e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), encontrando-se o valor de $1,08 \text{ m}^3 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. A vazão $Q_{7,10}$, adotada como referência por alguns Estados brasileiros, é bastante restritiva, aproximando-se da vazão com 99% de permanência ($Q_{99\%}$), que, na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, corresponde a $2,53 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

No Estado de Goiás, a vazão disponível à outorga corresponde a 50% da $Q_{95\%}$, regulamentada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), por meio de sua Resolução nº 11, de 20 de março de 2007. Portanto, para a bacia hidrográfica

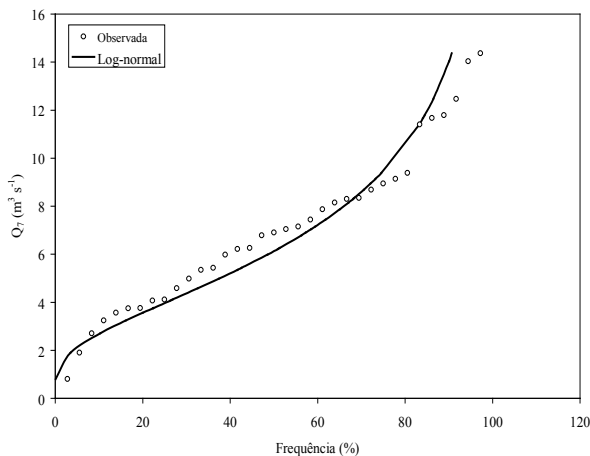


Figura 3. Distribuição de frequência das vazões médias mínimas, com duração de 7 dias (Bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, GO).

em questão, seu valor é de $2,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. As captações já outorgadas na bacia hidrográfica somam $3,91 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (Tabela 1), superando a porção disponível à outorga e se aproximando da própria vazão de referência ($Q_{95\%}$). No entanto, uma série de pequenas acumulações existentes nos afluentes do Ribeirão Santa Bárbara têm se mostrado capazes de reduzir o impacto sobre as vazões da bacia hidrográfica, à medida em que acumulam parte das vazões excedentes no período chuvoso, para utilização no período de estiagem. Tal constatação é reforçada pelo fato de não terem sido encontrados conflitos pela escassez dos recursos hídricos na região.

As captações realizadas diretamente nos cursos d'água, sem acumulação prévia, totalizam $1,62 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, ou cerca de dois terços do total disponível ao uso na bacia hidrográfica. É possível considerar, por meio da comparação entre os volumes acumulados e retirados anualmente, por cada usuário, informados aos requerimentos de outorga junto ao órgão gestor dos recursos hídricos em Goiás, que as acumulações reduzem em 70% a necessidade de retirada direta dos cursos de água. Dessa forma, a vazão captada pelos usos que têm acumulação prévia corresponderia a $0,69 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. A soma desses totais ($2,31 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) indica que os usos já outorgados na bacia ultrapassam o limite máximo disponível previsto na legislação. Todas as outorgas emitidas para a bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara são anteriores ao estabelecimento, pelo CERH, da vazão máxima disponível à outorga.

Em observação à série de vazões disponível, verificou-se que, no período de 1998 a 2004, os usos atuais já se encontravam instalados e em operação. A $Q_{95\%}$ reduziu-se em mais de 25%, em comparação com o período total de dados, chegando a $3,10 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, sem que se tenha observado redução compatível na precipitação anual média. Além das captações, outros fatores, como a ocupação da bacia hidrográfica e a retirada de sua vegetação natural, podem ter contribuído para a redução das vazões mínimas.

A vazão remanescente na saída da bacia do Ribeirão Santa Bárbara corresponde, por força da regulamentação da outorga no Estado de Goiás, a 50% da $Q_{95\%}$, ou seja, $2,8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. No total dos registros disponíveis de vazão média diária, de 1969 a 2004, há 87 ocorrências inferiores à vazão remanescente, que significam menos de 1% do total. Estes registros de não atendimento da vazão remanescente ocorreram nos anos anteriores à instalação da maioria dos sistemas de irrigação existentes na bacia.

Nos últimos sete anos de registros de vazões, na estação Fazenda Aliança, que marcam o período em que as captações se aproximaram do patamar atual, a vazão remanescente foi plenamente atendida. É possível que haja influência das acumulações em barramentos existentes na bacia no aumento das vazões mínimas, apesar das retiradas significativas de água.

O atendimento da vazão remanescente, na saída da bacia, não garante, no entanto, que estejam sendo fornecidas condições adequadas para manutenção dos sistemas naturais. A exemplo do restante do país, o estabelecimento da vazão remanescente em Goiás se deu sem a realização de estudos preliminares, que indicassem as vazões mínimas a serem mantidas nas diferentes bacias hidrográficas do Estado. Arnéz (2002) observou que as metodologias empregadas para determinação das vazões residuais no Brasil são baseadas em percentuais arbitrados da vazão de referência, uma vez que não há metodologias específicas para o estabelecimento de valores reais às necessidades da vazão ecológica. Collischonn et al. (2005) propõem a adoção não de uma vazão ecológica, mas de um hidrograma ecológico. Os autores afirmam que o escoamento necessário em um curso de água é variável no tempo e que os critérios de definição de vazão remanescente devem contemplar, além das situações dos períodos de estiagem, os outros períodos que caracterizam o regime hidrológico.

CONCLUSÃO

A vazão máxima instantânea captada pelos usos outorgados na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara ultrapassa a alocável e se aproxima da própria vazão de referência. A acumulação prévia de parte dos volumes totais captados, realizada pela maioria dos usuários, permite a captação sem registro de conflitos ou desabastecimento. Novos usos na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, no entanto, somente deverão ser outorgados mediante a acumulação prévia, estratégia que se mostra eficiente para o local de estudo. A vazão remanescente, determinada pela regulamentação da outorga em Goiás, é plenamente atendida.

REFERÊNCIAS

- ABERS, R.; JORGE, K. D. Descentralização da gestão da água: por que os comitês de bacia estão sendo criados? *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 8, n. 2, p. 2-27, 2005.
- ARNÉZ, F. A. *Análise de critérios de outorga de usos da água na bacia do Rio Santa Maria, RS*. 2002. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. *Hidroweb*: sistema de informações hidrológicas. 2003. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 15 mar. 2003.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. *O estado das águas no Brasil 2001-2002*. 2003. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 21 jan. 2004.
- BRASIL. *Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/institucional/legislacao/leis/Lei9433.htm>>. Acesso em: set. 2006.
- COLLISCHONN, W. et al. Em busca do hidrograma ecológico. In: CAMPOS, N. (Org.). *Recursos hídricos: jovem pesquisador* 2005. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005.
- CRUZ, J. C. *Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação de aspectos técnicos e conceituais*. 2001. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- EUCLYDES, H. P. *Atlas digital das águas de Minas: uma ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos*. Belo Horizonte: Ruralminas/UFV, 2005.
- FIOREZE, A. P. *Análise do desempenho das equações de regionalização de vazões da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás*. 2006. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.
- FIOREZE, A. P.; OLIVEIRA, L. F. C.; FRANCO, A. P. B. Avaliação do desempenho de equações de regionalização de vazões na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás, Brasil. *Ambiente & Água*, Taubaté, v. 3, n. 2, p. 62-76, 2008.
- GOIÁS (Estado). Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento. *Perfil socioeconômico dos municípios goianos*. 2005. Disponível em: <<http://portalsepin.seplan.go.gov.br/>>. Acesso em: 12 set. 2006.
- GOIÁS (Estado). Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Semarh). *Relatório do sistema de outorga de direito de uso dos recursos hídricos*. Goiânia: Semarh, 2006. Não publicado.
- JACOBI, P. R.; BARBI, F. Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil. *Katálisis*, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 237-244, 2007.
- MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 6, n. 2, p. 121-136, 2003.
- MARTINS, O. C. *Usos múltiplos da água na bacia hidrográfica do Rio dos Bois*. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2003.
- MATZENAUER, H. B. *Uma metodologia multicritério construtivista de avaliação de alternativas para o planejamento de recursos hídricos de bacias hidrográficas*. 2003. 636 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)–Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Saúde Pública*, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2002.
- NARGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. *Hidrologia estatística*. Belo Horizonte: CPRM, 2007.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Water for life decade*. 2005. Disponível em: <<http://www.un.org/waterforlifedecade/>>. Acesso em: 18 jun. 2005.
- SANTOS, H. I.; OLIVEIRA, L. G.; FIOREZE, A. P. Avaliação das vazões alocáveis na bacia hidrográfica do Rio dos Bois e sub-bacia do Rio do Peixe, Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 47-58, 2006.

SHIKLOMANOV, I. A.; RODDA, J. C. *World water resources at the beginning of the 21st Century*. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

SILVA, A. M. et al. Vazões mínimas e de referência para outorga na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 374-380, 2006.

SILVA, L. M. C.; MONTEIRO, R. A. Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens. In: MACHADO, C. J. S. (Org.). *Gestão de águas doces*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 135-178.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ROCHA, O. Ecossistemas de águas interiores. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Orgs.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras, 2002. p. 153-194.