

## CRITÉRIOS PARA CONCESSÃO DE OUTORGA COM BASE NA SAZONALIDADE DA OFERTA HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO IVINHEMA

SILVIO BUENO PEREIRA<sup>1</sup>, FABIANE KAZUE ARAI<sup>2</sup>, DIOVANY DOFFINGER RAMOS<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, DEA/UFV, Viçosa – MG, (31) 3899 1898, silviopereira@ufv.br

<sup>2</sup> Eng Agrônomo, Doutoranda, FCA/UFGD, Dourados – MS.

<sup>3</sup> Biólogo, Pós-Doutorando, FCA/UFGD, Dourados – MS.

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** O procedimento para a concessão da outorga está baseado nas vazões mínimas de referência que corresponde às condições anuais de maior escassez hídrica. Esse valor, no entanto, pode se tornar restritivo em bacias onde há maior demanda de água, principalmente nos períodos "chuvosos", quando maior quantidade do recurso hídrico poderia ser outorgado. Portanto, existe a necessidade de se evoluir nos critérios de outorga com o objetivo de buscar alternativas para aumentar a disponibilidade dos recursos hídricos e promover maior desenvolvimento socioeconômico e ambiental. Com base neste enfoque, este trabalho analisou a consideração da sazonalidade hídrica no processo de concessão de outorga, visando um melhor aproveitamento da água na bacia do Ivinhema, conseqüentemente, obter vazões mínimas para atender cada período sazonal, não sendo a vazão do período mais seco uma limitante na outorga em períodos mais chuvosos. Os resultados permitiram as seguintes conclusões: a análise de projeção de uso dos recursos hídricos com a finalidade de se estabelecer vazões mínimas de referência com base na sazonalidade da oferta hídrica, potencializou um melhor plano de utilização da água, aumentando o volume máximo outorgável, sem que isso incida em risco ambiental para a bacia do Ivinhema.

**PALAVRAS-CHAVE:** disponibilidade hídrica, pivô central, vazões mínimas.

### CRITERIA FOR AWARING GRANTS BASED ON THE SEASONALITY OF WATER SUPPLY IN THE BASIN OF IVINHEMA

**ABSTRACT:** The procedure for awarding the grant is based on the minimum flows reference corresponding to annual conditions of greater water scarcity. This value, however, can become restrictive in basins where there is greater demand for water, especially in the rainy period, when larger quantity of water resources could be granted. Therefore, there is a need to evolve the criteria for award for the purpose of seeking alternatives to increase the availability of water resources and promote greater socioeconomic and environmental development. Based on this approach, this paper analyzed the consideration seasonality of water in the concession granting process and to make better use of water in the basin Ivinhema hence get minimum flows to meet each seasonal period, not in the flow of the driest period a limiting factor in granting more rainy periods. The results led to the following conclusions: analysis of projected use of water resources for the purpose of establishing minimum flows are based on the seasonality of water supply, potentiated a better plan for water use, increasing the maximum volume grantable without that focuses on environmental risk to basin Ivinhema.

**KEYWORDS:** water availability, center pivot, minimum flows.

**INTRODUÇÃO:** Ao considerar os aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos, há que se observar que, numa situação de abundância de água, ela pode ser tratada como um bem livre, sem valor econômico; entretanto, com o aumento da demanda pelo recurso, que passa, então, a ser escasso, podem ocorrer conflitos entre os usos e os usuários. Tendo em vista que a região em que se insere a

bacia hidrográfica do rio Ivinhema ser de grande potencial para o desenvolvimento agrícola e, com o crescimento da agricultura irrigada e da produção industrial, devido à implantação de indústrias produtoras de álcool na região, a presente proposta visa fornecer subsídios técnico-científicos e promover maior desenvolvimento socioeconômico e ambiental, considerando a sazonalidade hídrica no processo de concessão de outorga, visando melhor aproveitamento dos recursos hídricos. Para tanto foram avaliados os períodos sazonais mensais, trimestrais, quadrimestrais e semestrais em comparação ao período anual para o cálculo das vazões de referência  $Q_{7,10}$  e  $Q_{95}$  a fim de quantificar as diferenças relativas da disponibilidade hídrica entre as vazões de referência adotadas para fins de outorga de uso de água no Brasil.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A bacia hidrográfica do Ivinhema localiza-se no centro-sul do Estado de Mato Grosso do Sul e ocupa área de aproximadamente 46.500 km<sup>2</sup>. Está localizada entre os paralelos 20°51' e 23°14' de latitude sul e os meridianos 52°21' e 55°57' de longitude oeste de Greenwich. Faz divisa ao norte com a bacia hidrográfica do rio Pardo, ao sul com a bacia do rio Amambai, a oeste com a serra do Maracaju e a República do Paraguai e a leste com o rio Paraná (ARAI et al., 2012). O rio principal da bacia é o Ivinhema, apresentando como principais afluentes o rio Dourados (margem direita) e o Vacaria (margem esquerda). A fim de estimar as vazões mínimas de referência ( $Q_{7,10}$  e  $Q_{95}$ ) foram analisados os dados consistidos de nove estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica da ANA. Foram utilizados todos os anos que apresentavam mais de 95% dos dados, abrangendo o período de 1973 a 2007. Na Tabela 1, estão apresentadas as estações, o rio em que estão localizadas, as coordenadas geográficas e a área de drenagem.

TABELA 1. Caracterização das estações fluviométricas selecionadas.

Código	Estação	Rio	Latitude	Longitude	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )
64601000	Brilhante	Brilhante	21°37'57"	54°59'13"	3.759
64605000	Porto Rio Brilhante	Brilhante	21°55'00"	54°30'00"	9.180
64609000	Dourados	Dourados	22°23'50"	54°47'31"	5.817
64610000	Porto Wilma	Dourados	22°04'08"	54°13'43"	9.059
64611000	Retiro Guarujá	Brilhante	21°54'03"	54°03'14"	20.714
64613000	Aroeira	Vacaria	21°38'29"	54°25'19"	4.468
64613800	Fazenda São Joaquim	Vacaria	21°50'48"	53°53'39"	6.290
64614000	Fazenda Ipacará	Ivinhema	21°57'23"	53°46'03"	27.397
64617000	Ivinhema	Ivinhema	22°22'57"	53°31'43"	31.910

Visando a flexibilização anual dos critérios de outorga a definição das escalas temporais utilizadas no estudo baseou-se no uso das vazões sazonais, sendo quantificadas em bases mensal, trimestral, quadrimestral e semestral, em substituição à base anual, devido ao potencial para o incremento do uso dos recursos hídricos a fio d'água, sem que isso incorra em prejuízo ambiental para a bacia, devido estar com consonância com a variabilidade natural do regime hidrológico. A escala temporal mensal foi adotada em função da maior quantidade de água nos meses em que há excedente hídrico, e menor nos meses em que há déficit hídrico. Com base na análise do comportamento das vazões médias ao longo do ano fez-se a identificação e subdivisão do ano hidrológico em trimestres, onde o primeiro trimestre corresponde ao menor somatório das vazões médias ao longo do ano. A subdivisão em quadrimestres e semestres foi baseada na validação de um conjunto de critérios que busca agrupar os meses em quadrimestres, sendo estes: seco, normal e chuvoso; e semestres: seco e chuvoso; que possuem o regime hidrológico homogêneo. Esse estudo foi baseado na metodologia proposta por Marques (2010), que faz referência à Teoria de Down (1884). Os critérios norteadores da metodologia baseiam-se em seis princípios: as médias descontam tudo; o regime hidrológico tem três tendências; as tendências ocorrem em três fases; as médias devem confirmar a tendência; os riscos comprovam as tendências; e as tendências são confirmadas pela flexibilidade das vazões mínimas.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Nas nove estações estudadas obteve-se comportamento similar. O critério correspondente a concessão de outorga de 70%  $Q_{95}$  anual, em comparação com os critérios mensais apresentou a característica de ser muito permissível nos meses em que há baixa disponibilidade hídrica, e o inverso nos meses de maior disponibilidade hídrica. Segundo Bof et al. (2012), este fato pode levar a alto risco de ocorrência de condições que possam implicar na completa

seca do rio. No entanto, com a adoção do mesmo critério em base mensal o risco de seca do rio diminui. Considerando a concessão de outorga de 50% da  $Q_{7,10}$  anual, verifica-se que o critério limita expressivamente o uso dos recursos hídricos tanto no período em que há grande disponibilidade, quanto naquele em que há baixa disponibilidade hídrica. A alternativa da mudança para o critério de 50% da  $Q_{7,10}$  mensal, permite que sejam concedidas maiores vazões de outorga no período em que há excedente hídrico, e menores valores nos meses em que há menor disponibilidade hídrica (Figura 1).

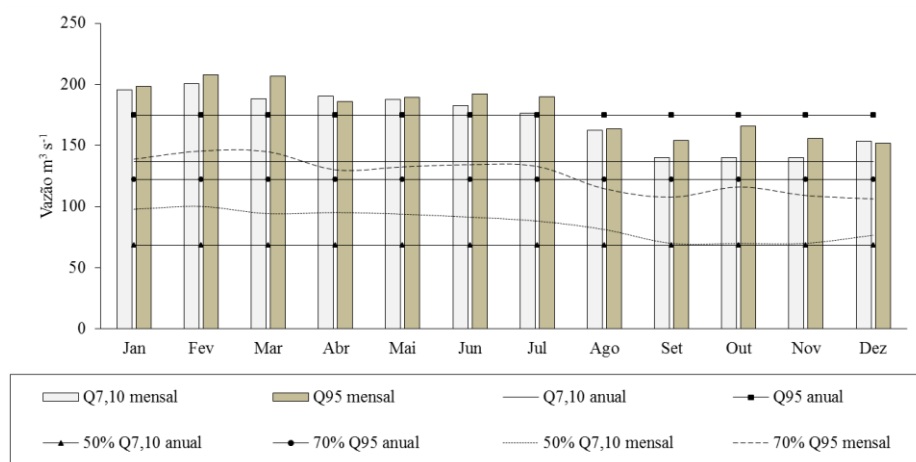


FIGURA 1. Vazões mínimas de referência mensais e anuais e projeção do uso de diferentes critérios de vazões permissíveis para a concessão de outorga na estação Ivinhema.

A análise dos critérios de 70% da  $Q_{95}$  anual e mensal apresentam o mesmo comportamento da projeção de uso do critério de 50% da  $Q_{7,10}$  anual e mensal, com a diferença que as vazões permissíveis de serem outorgáveis são maiores, devido a  $Q_{95}$  ser uma vazão com maior probabilidade de ocorrência do que a  $Q_{7,10}$ . Na Tabela 2 é apresentada a diferença relativa percentual para as nove estações fluviométricas, onde foram avaliadas as mudanças de critérios de outorga de base anual para mensal. Verificou-se uma variação maior no critério mudança da  $Q_{7,10}$  anual para mensal, com incrementos da ordem de 73,6%. A análise do critério de outorga de 70% da  $Q_{95}$  anual para mensal resultou em uma variação de até 12,3% no volume outorgado. A variação com uso do critério de 70%  $Q_{95}$  anual para mensal foi menor, pois em alguns meses as vazões da  $Q_{95}$  mensal foram menores do que a  $Q_{95}$  anual.

TABELA 2. Diferença relativa percentual do volume total anual permissível para outorga entre os critérios mensal e anual, considerando os padrões 50%  $Q_{7,10}$  e 70%  $Q_{95}$ .

Código	Estações	50% $Q_{7,10}$	70% $Q_{95}$
64601000	Brilhante	50,5	7,5
64605000	Porto Rio Brilhante	38,9	7,7
64609000	Dourados	36,1	4,5
64610000	Porto Wilma	30,8	4,5
64611000	Retiro Guarujá	14,3	3,9
64613000	Aroeira	52,2	7,8
64613800	Fazenda São Joaquim	73,6	12,3
64614000	Fazenda Ipacarái	42,8	8,1
64617000	Ivinhema	25,4	2,9

A adoção da vazão mínima de referência  $Q_{7,10}$  com base no período trimestral proporcionou aumentos na disponibilidade hídrica em três dos quatro trimestres. Fato interessante é que o segundo trimestre coincide com os meses mais chuvosos do ano na região estudada e não é o trimestre que representa a maior flexibilização das vazões mínimas. Isso pode ser justificado pelo conceito de inércia hídrica (NOVAES et al., 2009), que corresponde à precipitação mínima necessária para garantir a recarga do aquífero freático e, assim garantir escoamento no leito do rio advindo da contribuição subterrânea. Arai et al. (2012) observou, na região, aumento nas precipitações a partir de agosto, portanto não

coincidindo com o início do ano hidrológico. No primeiro trimestre os valores de  $Q_{7,10}$  e  $Q_{95}$  foram menores do que os anuais. Era esperado uma flexibilização positiva em todos os trimestres, no entanto houve situações em que a  $Q_{7,10}$  mensal ficou abaixo da  $Q_{7,10}$  anual. Isso ocorre porque esses valores foram estimados por diferentes distribuições de probabilidade e, desta forma, as variações encontradas podem ser acima ou abaixo da referência, que é a  $Q_{7,10}$  anual. Em relação a  $Q_{95}$  a variação negativa foi bem mais expressiva, não ocorrendo flexibilização.

TABELA 3. Flexibilidade média trimestral (%) nas vazões mínimas de referência, adotando-se o período trimestral em comparação com as vazões de referência de outorga anual.

Trimestres	Vazões de referência	
	$Q_{7,10}$	$Q_{95}$
1. Set./Out./Nov.	-0,7	-13,6
2. Dez./Jan./Fev.	14,2	6,3
3. Mar./Abr./Maio	36,2	12,3
4. Jun./Jul./Ago.	25,4	3,1

Os quadrimestres chuvoso e normal e o semestre chuvoso também apresentaram flexibilização para a  $Q_{7,10}$ . No entanto, não houve flexibilização tanto no quadrimestre seco como no semestre seco, uma vez que, poucos eventos de  $Q_7$  ocorreram fora deste período. A vazão mínima associada à curva de permanência, mostrou flexibilização expressiva apenas no quadrimestre e semestre chuvoso, enquanto no quadrimestre e semestre seco não houve flexibilização das vazões. Esse fato se explica com a alteração do comportamento da curva de permanência, que, com a diminuição do período de análise, a curva se achata devido ao menor número de dados para traçá-la.

TABELA 4. Diferença percentual média das vazões quadrimestrais e semestrais em relação a vazão anual correspondente, referente a todas as estações.

Quadrimestre	Vazões de referência	
	$Q_{7,10}$	$Q_{95}$
Jan./Fev./Mar./Abr. (Chuvoso)	31,2	12,4
Maio/Jun./Jul./Ago. (Normal)	23,4	7,8
Set./Out./Nov./Dez. (Seco)	-2,3	-11,9
Semestre		
Fev./Mar./Abr./Mai./Jun./Jul. (Chuvoso)	34,7	12,5
Ago./Set./Out./Nov./Dez./Jan. (Seco)	-0,3	-9,3

**CONCLUSÕES:** Com base nos resultados, constatou-se que: a análise de projeção de uso dos recursos hídricos com a finalidade de se estabelecer vazões mínimas de referência com base na sazonalidade da oferta hídrica, potencializou um melhor plano de utilização da água, aumentando o volume máximo outorgável, sem que isso incida em risco ambiental para a bacia do Ivinhema; e o melhor critério para concessão de outorga foi a  $Q_{7,10}$  mensal pois, embora seja a mais restritiva, ela permite que sejam concedidas maiores vazões de outorga nos períodos em que há excedente hídrico, e menores valores nos meses de menor disponibilidade hídrica.

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPq e FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS

- ARAI, F.K.; PEREIRA, S.B.; GONÇALVES, G.G.G. **Characterization of water availability in a hydrographic basin**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.32, n.3, p. 591-601, 2012.
- BOF, L.H.N.; PRUSKI, F.F.; SILVA, L.M.C. da.; JUSTINO, F. Analysis of appropriate timescales for water diversion permits in Brasil. **Environmental Management**: New York, v.1, p.1-11, 2012.
- MARQUES, F.A. **Sistema de Controle Dinâmico para a gestão dos usos múltiplos da água**. Viçosa, MG: UFV, 2010. 234 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- NOVAES, L.F.; PRUSKI, F.F.; PEREIRA, S.B.; QUEIROZ, D.O.; RODRIGUEZ, R. Del G. Gestão de recursos hídricos: uma nova metodologia para a estimativa das vazões mínimas. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.17, n.1, p.62-74, 2009.