

# Índices de Conflito pelo uso da Água da Bacia do Ribeirão entre Ribeiros

Michel Castro Moreira<sup>1</sup>, Demetrius David da Silva<sup>2</sup>, Marcelo dos Santos Lara<sup>2</sup>  
Fernando Falco Pruski<sup>2</sup>

michelcm@gmail.com; demetrius@ufv.br; fffpruski@ufv.br; marcelolaraufo@yahoo.com.br

Recebido: 11/03/09 - revisado: 22/07/09 - aceito: 06/11/13

## RESUMO

Na bacia do ribeirão Entre Ribeiros, sub-bacia do rio Paracatu, a disponibilidade hídrica tem sido fator limitante para o desenvolvimento da agricultura irrigada, fato que tem gerado diversos conflitos pelo uso da água. Contudo, tais conflitos não são adequadamente quantificados, o que impede a avaliação de suas diferenças regionais, a partir das variações espaciais de disponibilidade e demanda hídrica. Visando identificar os segmentos de rios com potenciais conflitos pelo uso da água e fornecer, dessa forma, subsídios para as ações de gestão e planejamento dos recursos hídricos, o presente trabalho teve por objetivo analisar os valores do índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos ( $i_{cg}$ ) e o índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos ( $i_{cp}$ ) aplicados à bacia do ribeirão Entre Ribeiros. Foram utilizados para o cálculo dos índices a vazão mínima com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ), a vazão média de longa duração ( $Q_{mla}$ ), as vazões outorgadas ( $Q_{out}$ ), o modelo digital de elevação e a hidrografia da bacia. A análise dos valores de  $i_{cg}$  e  $i_{cp}$  permitiu verificar que a bacia do ribeirão Entre Ribeiros apresenta segmentos com potenciais conflitos pelo uso da água, uma vez que possui vazões outorgadas superiores às permissíveis pela legislação. Pela análise do  $i_{cp}$  verificou-se que os potenciais conflitos pelo uso da água evidenciados podem ser minimizados com adoção de um adequado programa de gestão e planejamento dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** conflito pelo uso da água, outorga, disponibilidade hídrica.

## INTRODUÇÃO

A bacia do ribeirão Entre Ribeiros, com área de drenagem de 3.973 km<sup>2</sup>, é uma das principais sub-bacias do rio Paracatu. Destaca-se na bacia a agricultura irrigada, sobretudo de hortaliças e plantas frutíferas, sendo evidenciados diversos barramentos para fornecimento de água para a irrigação. As áreas de nascente encontram-se comprometidas, pois a região é excessivamente utilizada para o desenvolvimento das atividades agrícolas (IGAM, 2006).

Diversos autores evidenciaram problemas de conflitos pelo uso da água nesta região. ANA (2005b) em estudo que apresenta a relação entre a demanda e a disponibilidade hídrica de várias bacias do país, classifica a situação dessa bacia como “Preo-

cupante”, enquanto Rodriguez (2004) constatou, no posto fluviométrico Fazenda Barra da Égua, que a vazão de retirada pela irrigação no mês de maior demanda corresponde a 85,1% da  $Q_{7,10}$ . As constatações realizadas por estes autores, no entanto, não permitem a observação de diferenças regionais, bem como a variação espacial da disponibilidade e demanda hídrica na bacia.

Dada à constatação de que os índices são úteis para descrição da situação de uma bacia e a evidência da necessidade de um índice efetivo para identificação de conflitos pelo uso da água, Moreira et al. (2012) propuseram o índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos ( $i_{cg}$ ) e o índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos ( $i_{cp}$ ), os quais permitem a identificação de regiões com conflitos potenciais pelo uso da água.

O  $i_{cg}$  visa fornecer subsídios às ações afetas à gestão dos recursos hídricos, nas quais se busca compatibilizar o uso, o controle e a proteção desse recurso ambiental, disciplinando as respectivas intervenções antrópicas de modo a se atingir o desenvolvimento sustentável. Por sua vez, o  $i_{cp}$  busca fornecer subsídios à tomada de decisões mais adequa-

<sup>1</sup> Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal do Oeste da Bahia

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa

das e racionais considerando ações alternativas e futuras.

No intuito de fornecer subsídios às ações de gestão e planejamento dos recursos hídricos, o presente estudo teve por objetivo aplicar os índices  $i_{cg}$  e  $i_{cp}$  à bacia do ribeirão Entre Ribeiros e analisar os seus resultados.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos ( $i_{cg}$ ) e o índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos ( $i_{cp}$ ), como preconizam Moreira et al. (2012), devem ser adotados tendo o segmento<sup>1</sup> de um rio como unidade de estudo, sendo que para o cálculo dos mesmos são considerados unicamente os recursos hídricos de superfície.

O valor de  $i_{cg}$  é dado por:

$$i_{cg} = \frac{Q_{out}}{xQ_{mr}} \quad (1)$$

em que

- $i_{cg}$  = índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos, adimensional;
- $Q_{out}$  = vazão outorgada a montante da foz do segmento em estudo em  $m^3s^{-1}$ ;
- $x$  = percentagem, expressa em decimal, da  $Q_{mr}$  passível de ser outorgada, adimensional; e
- $Q_{mr}$  = vazão mínima de referência estimada na foz do segmento em estudo, em  $m^3s^{-1}$ .

O valor obtido pela multiplicação de  $x$  por  $Q_{mr}$  corresponde à vazão passível de ser concedida de acordo com o critério de outorga adotado pelo órgão gestor de recursos hídricos da bacia (MOREIRA et al., 2012).

Considerando a variação dos valores de  $Q_{out}$  em relação a  $xQ_{mr}$ , tem-se a seguinte escala de variação dos valores de  $i_{cg}$ :





- $0 \leq i_{cg} \leq 1$  = situação na qual as vazões outorgadas a montante da foz do segmento

<sup>1</sup> Trecho de curso d'água entre uma foz e sua confluência, ou trecho entre confluências, ou trecho entre uma confluência e sua nascente.

em estudo se encontram dentro dos limites legais; e

- $i_{cg} > 1$  = situação na qual as vazões outorgadas a montante da foz do segmento em estudo superam os limites previstos pela legislação.

Visando uma representação gráfica dos valores de  $i_{cg}$  por meio da elaboração de mapas, na situação em que as vazões outorgadas a montante da foz do segmento em estudo estão dentro dos limites legais ( $0 \leq i_{cg} \leq 1$ ), Moreira et al. (2012) propuseram uma estratificação para caracterização das faixas de vazão ainda permissíveis de serem outorgadas:



-  ( $i_{cg} = 0$ ), ou seja, vazão ainda permissível de ser outorgada igual à vazão máxima passível de ser outorgada na foz do segmento em estudo;
-  ( $0 < i_{cg} \leq 0,7$ ), ou seja, vazão ainda permissível de ser outorgada superior a 30% da vazão máxima passível de outorga;
-  ( $0,7 < i_{cg} \leq 0,9$ ), ou seja, vazão ainda permissível de ser outorgada inferior a 30% e superior a 10% da vazão máxima passível de outorga; e
-  ( $0,9 < i_{cg} \leq 1$ ), ou seja, vazão ainda permissível de ser outorgada inferior a 10% da vazão máxima passível de outorga.

Para caracterizar a condição em que as vazões outorgadas superam os limites previstos pela legislação ( $i_{cg} > 1$ ), Moreira et al. (2012) utilizaram uma estratificação do intervalo em duas classes. Dado que o limite legal já foi ultrapassado, para este caso as faixas adotadas de valores de  $i_{cg}$  terão como referência a  $Q_{mr}$  em substituição a  $xQ_{mr}$ . Para tanto, basta multiplicar o valor de  $i_{cg}$  pelo percentual da  $Q_{mr}$  passível de ser outorgada ( $x$ ). Desta forma, o limiar para estratificação da condição em que as outorgas emitidas superam a vazão permissível de ser outorgada é dada por  $x*i_{cg}$ .

Neste caso, considerando a situação em que o valor de  $Q_{out}$  é superior a  $xQ_{mr}$ , a variação dos valores de  $i_{cg}$  está entre os respectivos intervalos:

- $x*i_{cg} \leq 1$  = vazão outorgada superior a  $xQ_{mr}$  e inferior ou igual à vazão mínima de referência; e
- $x*i_{cg} > 1$  = vazão outorgada superior à vazão mínima de referência.

Para esta condição utiliza-se o seguinte simbolismo:

-  ( $x \cdot i_{cg} \leq 1$ ), ou seja, vazão outorgada superior a  $xQ_{mr}$  e inferior ou igual à vazão mínima de referência; e
-  ( $x \cdot i_{cg} > 1$ ), ou seja, vazão outorgada superior à vazão mínima de referência.

O valor de  $i_{cp}$  é dado por:

$$i_{cp} = \frac{Q_{out}}{Q_{mld}} \quad (2)$$


em que


- $i_{cp}$  = índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos, adimensional; e
- $Q_{mld}$  = vazão média de longa duração na foz do segmento em estudo, em  $m^3s^{-1}$ .


A utilização da  $Q_{mld}$  para o cálculo do  $i_{cp}$  deve-se ao fato de a vazão média corresponder à vazão máxima possível de ser regularizada, abstraindo-se as perdas por evaporação e infiltração. Dessa maneira, a utilização da  $Q_{mld}$  visa verificar se, caso haja conflito pelo uso da água, este pode ser minimizado com a adoção de medidas estruturais como a construção de barramentos (MOREIRA et al., 2012).

A partir dos valores de  $i_{cg}$  e  $i_{cp}$  de um segmento da bacia, a fim de possibilitar uma representação visual da situação, utilizam-se cores para simbolizar as faixas de vazão ainda permissíveis de serem outorgadas segundo a norma legal vigente e as situações nas quais existindo o conflito pelo uso da água, existe a possibilidade de contorná-los com a adoção de medidas estruturais e não estruturais, como a construção de barragens de regularização ou alteração das políticas públicas de uso da água.

No caso do  $i_{cp}$ , foram adotadas as seguintes convenções para a representação gráfica dos segmentos:

-  ( $i_{cp} = 0$ ), ou seja, situação na qual não existem vazões outorgadas a montante da foz do segmento analisado;

-  ( $0 < i_{cp} \leq 1$ ), ou seja, situação na qual existindo o conflito pelo uso da água, ainda se pode contorná-lo com a adoção de medidas estruturais; e

-  ( $i_{cp} > 1$ ), ou seja, situação na qual o conflito não pode ser contornado apenas com medidas estruturais.

Os dados utilizados, necessários para o cálculo do  $i_{cg}$  e  $i_{cp}$  para cada segmento de curso d'água da bacia do ribeirão Entre Ribeiros (Figura 1), foram: a vazão mínima com sete dias de duração e período de retorno de 10 anos ( $Q_{7,10}$ ), uma vez que é a vazão mínima de referência adotada pelo órgão gestor da bacia (Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM); a vazão média de longa duração ( $Q_{mld}$ ); as vazões outorgadas na bacia em estudo ( $Q_{out}$ ); o modelo digital de elevação e a hidrografia da bacia.

Os valores de  $Q_{7,10}$  e  $Q_{mld}$  para a foz de cada segmento da bacia em estudo foram obtidos a partir do procedimento de regionalização de vazões, sendo utilizado o método Tradicional (ELETROBRAS, 1985). Esse método consiste na identificação de regiões hidrologicamente homogêneas e no ajuste de equações de regressão entre as diferentes variáveis a serem regionalizadas e as características físicas e climáticas das bacias de drenagem para cada região homogênea.

As equações de regionalização para a estimativa dos valores de  $Q_{7,10}$  e  $Q_{mld}$  (em  $m^3s^{-1}$ ) foram obtidas do trabalho de Moreira (2006), conforme seguem:

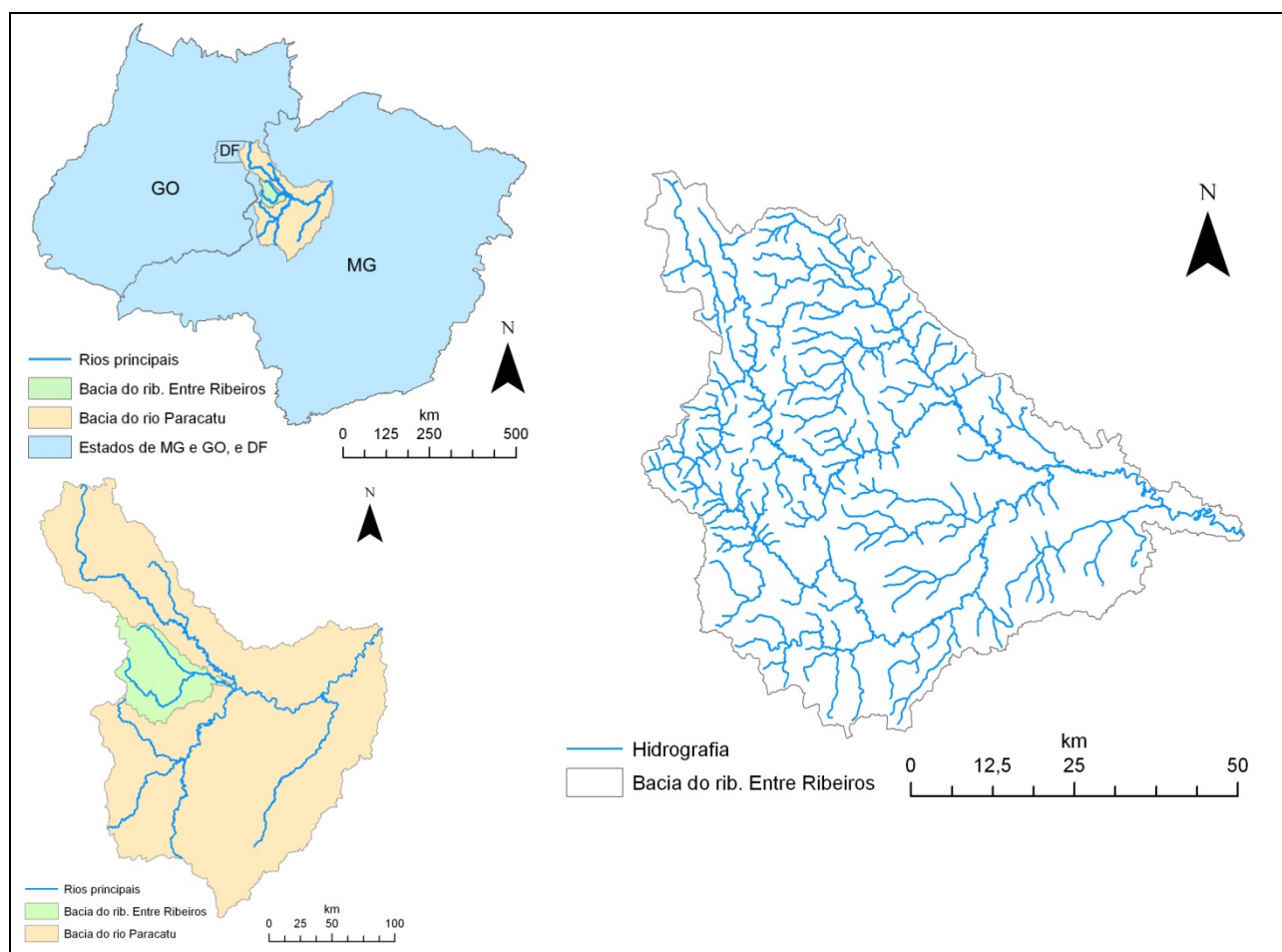
$$Q_{7,10} = 0,00158 Ad^{1,023069} \quad (3)$$

$$Q_{mld} = 0,018343 Ad^{0,959935} \quad (4)$$

em que  $Ad$  corresponde à área de drenagem da foz do segmento em análise, em  $km^2$ , sendo esse valor obtido a partir do modelo digital de elevação da bacia do ribeirão Entre Ribeiros.

Para a obtenção das vazões outorgadas a montante da foz de cada segmento utilizou-se o cadastro de usuários de água da bacia. O cadastro estadual foi disponibilizado em uma versão eletrônica pelo IGAM, no qual constam as outorgas emitidas nos rios estaduais para todo o Estado de Minas Gerais.

Dentre as informações de cada outorga constam a localização, em coordenadas geográficas, o valor de vazão concedido e o período de vigência. Um pré-processamento dos dados constantes no cadastro de usuários foi realizado a fim de selecionar somente as outorgas da bacia em estudo.



**Figura 1 – Mapa de localização, área de drenagem e hidrografia da bacia do ribeirão Entre Ribeiros.**

De posse dessas informações procedeu-se ao cálculo, para cada foz de segmento da bacia, das vazões outorgadas emitidas a montante, considerando as outorgas vigentes no mês de julho de 2008.

A identificação da foz de cada segmento da bacia foi realizada a partir da hidrografia da bacia, a qual foi obtida do trabalho de Moreira (2006) na escala de 1:250.000.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 apresenta-se o mapa da bacia do ribeirão Entre Ribeiros com as suas respectivas outorgas vigentes no mês de julho de 2008. Foram identificadas, para o mês em análise, 119 outorgas superficiais vigentes, das quais 111 possuem como finalidade a irrigação, quatro o consumo humano e

dessedentação de animais e quatro o consumo agro-industrial.

A partir da análise do número de outorgas vigentes, evidencia-se que a agricultura é a atividade preponderante na bacia, como salientam IGAM (2006) e Rodriguez (2004). Verifica-se ainda altas concentrações de outorgas na cabeceira do córrego Jordão, no médio e baixo curso do ribeirão São Pedro e em toda extensão do ribeirão Entre Ribeiros.

Na Tabela 1 apresentam-se as faixas de valores para classificação do índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos ( $i_{cg}$ ), o número de segmentos enquadrados em cada uma das faixas e seu valor percentual em relação ao número de segmentos da bacia do ribeirão Entre Ribeiros.

Pela análise dos valores apresentados na Tabela 1, verifica-se que a bacia do ribeirão Entre Ribeiros possui 62,6% de seus segmentos sem a pre-

sença de outorgas pelo uso da água. As faixas de valores representadas pelas cores verde, amarelo e laranja correspondem à situação de segmentos que possuem outorgas vigentes em julho de 2008 e ainda possuem vazões passíveis de serem outorgadas, segundo a legislação vigente. Verifica-se que em 68,6% dos segmentos de cursos d'água da bacia as outorgas emitidas se encontram dentro dos limites legais previstos pela legislação, a qual na bacia do ribeirão Entre Ribeiros corresponde a 30% da  $Q_{7,10}$ .

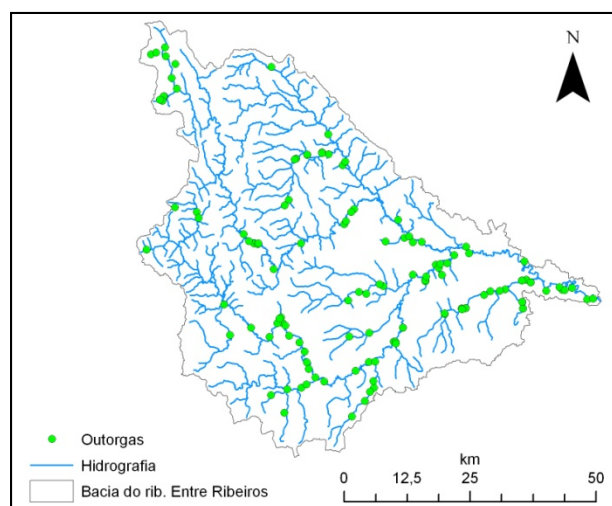


Figura 2 – Mapa de localização da bacia do ribeirão Entre Ribeiros.

Tabela 1 – Classificação dos segmentos da bacia do ribeirão Entre Ribeiros de acordo com o índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos ( $i_{cg}$ )

Faixa de valor	de Cor	Número de segmentos	% em relação à bacia
$i_{cg} = 0$		265	62,6
$0 < i_{cg} \leq 0,7$		18	4,3
$0,7 < i_{cg} \leq 0,9$		5	1,2
$0,9 < i_{cg} \leq 1$		2	0,5
$x \cdot i_{cg} \leq 1$		83	19,6
$x \cdot i_{cg} > 1$		50	11,8
<b>Total</b>		<b>423</b>	

Por outro lado, observa-se que em 83 segmentos (19,6%) a vazão outorgada representa mais de 30% da  $Q_{7,10}$ , enquanto que em 50 segmentos da bacia (11,8%) são verificadas vazões outorgadas superiores ao valor da  $Q_{7,10}$ .

Dessa forma, observa-se que em 133 segmentos (31,4%) da bacia do ribeirão Entre Ribeiros foram outorgadas vazões superiores aos limites previstos pela legislação, implicando na necessidade de adoção de um maior controle no processo de concessão de novas outorgas ou de revisão dos limites previstos pela legislação.

Assim, o  $i_{cg}$  permite verificar o desatendimento a uma norma legal previamente estabelecida. Há casos, no entanto, que a norma legal é desrespeitada e não há conflito pelo uso da água, tendo em vista o conservadorismo dos limites de vazão definidos para a concessão de outorga. Por outro lado, também há casos de existência de conflitos pelo uso da água mesmo com respeito às normas vigentes, em razão da existência de usuários irregulares, de descumprimento de condições de outorga ou de falhas nos sistemas de controle de usos da água.

Na Figura 3 apresenta-se o mapa da bacia do ribeirão Entre Ribeiros com a espacialização do  $i_{cg}$ . Verifica-se na figura que em algumas regiões, notadamente nos cursos dos ribeirões da Aldeia, Barra da Égua, São Pedro e Entre Ribeiros, a existência de segmentos com vazões outorgadas superiores a 30% da  $Q_{7,10}$ , os quais são representados pela coloração vermelha e roxa no mapa.

A vazão outorgada superior ao valor da  $Q_{7,10}$  não implica, necessariamente, na eliminação total da vazão no curso d'água, uma vez que a  $Q_{7,10}$  corresponde a um índice probabilístico relacionado ao risco de ocorrência de um evento a cada dez anos. Além disso, o valor da vazão outorgada corresponde ao somatório das outorgas, o que não implica na retirada simultânea dessas vazões.

Em entrevista com técnicos do IGAM, no entanto, foi afirmado que na bacia do ribeirão Entre Ribeiros existem seções em que foram observadas vazões nulas, fato que tem levado esse órgão a tomar medidas no sentido de minimizar esse problema, como a adoção de outorgas coletivas.

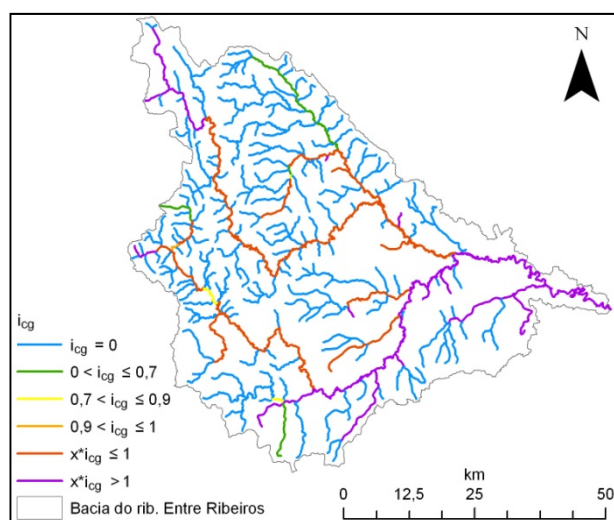
Apesar de 133 segmentos da bacia apresentarem as colorações vermelha e roxa no mapa, a maioria dos segmentos não apresenta outorgas pelo uso da água.

Tais constatações levam a necessidade de análise do índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos, a fim de verificar a possibilidade de mitigação dos conflitos evidenciados a partir de ações de gestão e planejamento na bacia.

Na Tabela 2 apresentam-se as faixas de valores para classificação do índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos ( $i_{cp}$ ), o número de segmentos enquadrados em cada uma






das faixas e seu valor percentual em relação ao número de segmentos da bacia do ribeirão Entre Ribeiros.



**Figura 3 – Índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos da bacia do ribeirão Entre Ribeiros.**

**Tabela 2 – Classificação dos segmentos bacia do ribeirão Entre Ribeiros de acordo com o índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos ( $i_{cp}$ )**

Faixa de valor	Cor	Número de segmentos	% em relação à bacia
$i_{cp} = 0$		265	62,6
$0 < i_{cp} \leq 1$		152	35,9
$i_{cp} > 1$		6	1,4
<b>Total</b>		<b>423</b>	

Da mesma forma como evidenciado na análise do  $i_{cg}$ , verifica-se que 62,6% dos segmentos da bacia do ribeirão Entre Ribeiros não possuem outorgas pelo uso da água. Observa-se ainda que em 152 segmentos da bacia (35,9%) a vazão outorgada corresponde a um valor inferior a vazão média de longa duração ( $0 < i_{cp} \leq 1$ ).

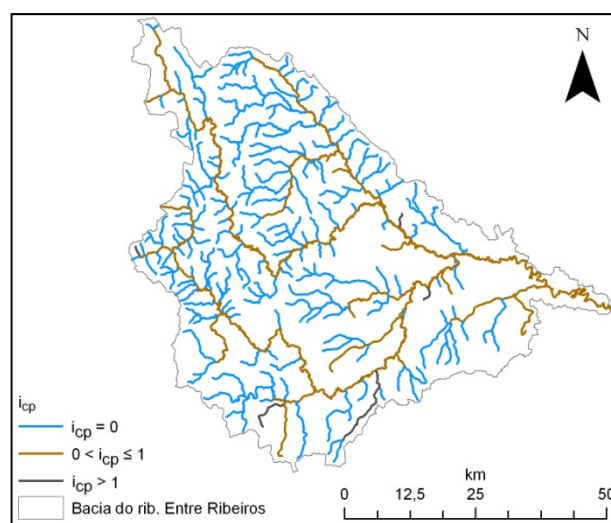
Tal constatação permite afirmar que os conflitos pelo uso da água existentes podem ser contornados com ações estruturais, como a construção de reservatórios de regularização. IGAM (2006), no entanto, afirma que na região são evidenciados diversos barramentos, fato que dificultaria a constru-

ção de novos barramentos e implicaria na tomada de medidas alternativas a fim de mitigar os problemas encontrados, como a adoção de um critério sazonal de concessão de outorga.

Na Figura 4 apresenta-se o mapa da bacia do ribeirão Entre Ribeiros com a espacialização do índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos ( $i_{cp}$ ). Verifica-se que nessa bacia, a maioria dos segmentos não possui outorgas pelo uso da água, condição representada pela coloração azul.

A coloração dos segmentos em marrom implica na situação em que existindo o conflito pelo uso da água, pode-se contorná-lo com ações de planejamento, uma vez que as vazões outorgadas são menores que a vazão média de longa duração. Cabe ressaltar que a adoção de medidas não estruturais também pode ser aplicada independentemente do nível de conflito estabelecido.

Encontram-se nessa situação 152 segmentos, correspondendo a 35,9% do total. Por sua vez, a coloração cinza indica uma situação na qual o conflito não pode ser contornado apenas com ações de planejamento, uma vez que as vazões outorgadas já superaram a vazão média de longa duração. Nesta situação se encontram 6 segmentos, correspondendo a 1,4% dos segmentos da bacia.



**Figura 4 – Índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos da bacia do ribeirão Entre Ribeiros.**

Considerando que o instrumento de outorga concede por um período preestabelecido o direito de uso de determinada quantidade de água, asse-

gurado no ato de concessão, e o fato de terem sido verificadas vazões outorgadas superiores a vazão média ( $i_{cp} > 1$ ) faz-se necessário um maior controle no processo de concessão de novas outorgas, bem como uma nova análise das outorgas em alguns segmentos, principalmente no córrego Boa Esperança.

Pela análise do  $i_{cg}$  nota-se que algumas partes da bacia se encontram com outorgas superiores aos limites permissíveis pela legislação (30% da  $Q_{7,10}$ ). Este fato, como evidenciado por IGAM (2006), remete à necessidade de se avaliar o uso atual, por meio de cadastro de usuários, e o uso futuro, por meio de políticas de racionamento e distribuição do uso.

A constatação de vazões outorgadas superiores ao limite legal de disponibilidade hídrica do Estado de Minas Gerais deve-se, em partes, ao fato de que o critério de 30% da  $Q_{7,10}$ , para a bacia do rio Paracatu ser muito restritivo. Segundo Johnson e Lopes (2003) este critério não representa, com exatidão, o potencial hídrico da região. O próprio IGAM, em questionário encaminhado à ANA (ANA, 2005a), salienta a necessidade da definição de diferentes critérios de outorga conforme as particularidades de cada região do Estado.

Outra importante constatação é o fato de que as emissões de outorgas se dão a partir do estabelecimento de vazões máximas de captação, sem considerar a sua variabilidade temporal. Assim, restringe-se o uso da água a uma situação crítica que somente ocorrerá, estatisticamente, durante sete dias uma vez a cada 10 anos.

Dessa forma, assim como verificado por outros autores, observa-se em várias partes da bacia conflitos pelo uso da água, os quais remetem, dada a magnitude do problema em alguns segmentos ( $i_{cp} > 1$ ), a necessidade de maior controle no uso da água e a adoção de métodos alternativos para a concessão de outorga, como a outorga coletiva ou a outorga sazonal.

## CONCLUSÕES

A análise dos resultados permite concluir que o índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos ( $i_{cg}$ ) identificou as regiões de conflito com os critérios de outorga na bacia do ribeirão Entre Ribeiros.

Além disso, pela análise do índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos ( $i_{cp}$ ), verificou-se que os conflitos pelo uso

da água podem ser minimizados com a adoção de ações estruturais, como a construção de reservatórios.

Por fim, a utilização dos índices permitiu realizar um diagnóstico do comprometimento da disponibilidade hídrica resultante das outorgas vigentes, fornecendo subsídios ao órgão gestor de recursos hídricos na adoção de um adequado programa de gestão e planejamento.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro, e aos revisores, que através de minuciosa leitura teceram críticas e sugestões, as quais permitiram a melhoria do trabalho.

## REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Diagnóstico da outorga de direito de uso de recursos hídricos no país – Diretrizes e prioridades. Brasília: Agência Nacional de Águas; Ministério do Meio Ambiente, 2005a. 143 p. 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 fev. 2008.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil. Brasília: Agência Nacional de Águas; Ministério do Meio Ambiente, 2005b. 123 p. Disponível em: <[www.ana.gov.br/pnrh\\_novo/Tela\\_Apresentacao.htm](http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/Tela_Apresentacao.htm)>. Acesso em: 26 fev. 2008.

ELETROBRAS. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. Metodologia para regionalização de vazões. Rio de Janeiro, 1985.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paracatu. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas; Comitê da sub-bacia hidrográfica do rio Paracatu. 2006. 384 p.

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, 212 p.

MOREIRA, M. C. Gestão de recursos hídricos: sistema integrado para otimização da outorga de uso da água. Viçosa, MG: UFV. 2006. 97p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MOREIRA, M. C.; SILVA, D. D. da.; PRUSKI, F. F.; LARA, M. dos S. Índices para identificação de conflitos pelo uso da água: proposição metodológica e estudo de caso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 17, n. 3, p. 7-15, 2012.

RODRIGUEZ, R. del G. Metodologia para estimativa das demandas e das disponibilidades hídricas na bacia do rio Paracatu. Viçosa, MG: UFV, 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

### ***Water Use Conflict Indexes In Entre Ribeiros River Basin***

#### ***ABSTRACT***

*In the Entre Ribeiros river basin, a tributary of Paracatu river, water availability has limited the development of irrigated agriculture, resulting in many water conflicts in the region. Since these water conflicts are not adequately quantified, regional differences cannot be evaluated from the spatial variation of water availability and demand. In order to identify the regions where the water use conflicts occur and to provide information for water resources management and planning, this work analyzed the values of the water resources management index ( $i_{rg}$ ) and the water resources planning index ( $i_{rp}$ ) applied in the Entre Ribeiros river basin. The seven-day minimum flow with a 10-year return period ( $Q_{7,10}$ ), the long duration medium flow ( $Q_{mld}$ ), the permitted withdrawals ( $Q_{out}$ ), the digital elevation model and the river basin hydrography were used to calculate the indexes. The analysis of  $i_{rg}$  and  $i_{rp}$  values showed that the water uses in the Entre Ribeiros river basin conflict with the current rules, since the permitted withdrawals are higher than those allowed by legislation. Analyzing the  $i_{rp}$  it was shown that the evidenced water use conflicts can be minimized by adopting an appropriate water resources management and planning program.*

**Key-words:** water conflict, water permit, water availability.