# INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE DAS VAZÕES NOS CRITÉRIOS DE OUTORGA NO ESTADO DE RONDÔNIA – RO

*Kássia Regina Bazzo[1]* & Candice Schauffert Garcia[2] & Laertes Munhoz da Cunha[3] & Andréia Pedroso[4] & Natan Dezanet Ricci Szatkowski[5]*

**Resumo** – A definição da vazão de referência para fins de outorga de direito de uso da água é de suma importância para o bom manejo dos recursos hídricos, visto que a água é um recurso de disponibilidade limitada. Este trabalho tem por objetivo avaliar se, para o estado de Rondônia, cuja sazonalidade é evidente, a aplicação de uma vazão de referência fixa ao longo do ano pode ser arriscada à segurança hídrica e antieconômica em diferentes períodos. Para isso, o estudo comparou a estimativa de três vazões de referência distintas em diferentes estações de monitoramento: a partir de dados do ano inteiro, para o período seco e para o período úmido. Os resultados demonstraram a expressiva influência da sazonalidade na disponibilidade hídrica na região, com diferença relativa média em torno de 300% para os períodos úmidos. Portanto, pode-se constatar que a utilização de uma vazão de referência constante ao longo do ano permitiria uma captação de água superior ao indicado nos períodos secos e expressivamente inferior ao potencial hídrico nos períodos úmidos.

**Palavras-Chave** – Gestão de recursos hídricos; vazão de referência; sazonalidade.

# INFLUENCE OF THE SEASONALITY OF STREAM FLOWS ON WATER USE RIGHTS CRITERIA IN STATE OF RONDÔNIA

**Abstract** – The definition of the reference streamflow in water resources use rights grant is extremely important for the proper management of the water resources, since the water reserve is limited. This paper aims to assess if, in State of Rondônia where seasonality is evident, the application of a fixed reference streamflow throughout the year can be risky to water security and uneconomical in certain periods. Therefore, the study compared the estimation of three distinct reference streamflow in different gauge stations: defined from data of the whole year, established for the dry period and established for the wet period. The results showed significant influence of the seasonality in the water availability, revealing an average relative difference around 300% for the wet periods. Hence, it is possible to affirm that the use of a unique reference streamflow throughout the year would allow a water intake higher than indicated in the dry periods and significantly lower than the water potential in the wet periods.

**Keywords** – Water resources management; reference streamflow; seasonality.

[1] Engenheira Sanitarista e Ambiental na RHA Engenharia e Consultoria SS LTDA. E-mail: bazzokassia@gmail.com
[2] Engenheira Civil, M.Sc. em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Diretora na RHA Engenharia e Consultoria SS LTDA. E-mail: csgarcia@rhaengenharia.com
[3] Engenheiro Civil, M.Sc. em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Diretor na RHA Engenharia e Consultoria SS LTDA. E-mail: lmcunha@rhaengenharia.com
[4] Engenheira Ambiental na RHA Engenharia e Consultoria SS LTDA. E-mail: pedroso.ea@gmail.com
[5] Estagiário de Engenharia Civil na RHA Engenharia e Consultoria SS LTDA. E-mail: natan.szatkwski@gmail.com

## INTRODUÇÃO

O gerenciamento de recursos hídricos tem como um de seus objetivos assegurar a disponibilidade da água, em padrões adequados, a todos os seus usuários e atividades essenciais, solucionando os conflitos resultantes e preservando suas funções eco-hidrológicas (Cruz e Tucci, 2005). A outorga do direito de uso da água, instituída pela Lei Federal nº 9.433/1997 (Brasil, 1997), é o principal instrumento de controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e do efetivo exercício dos direitos de acesso.

A quantificação da disponibilidade hídrica é fundamental no processo de emissão de outorga do direito de uso da água. De modo geral, tem-se utilizado como referência uma parcela da vazão média, da curva de permanência de vazões ou de uma curva de probabilidade de vazões mínimas (Cruz e Tucci, 2005). A definição da parcela (percentual) dos recursos hídricos disponíveis para a outorga deve ser adequada para garantir a manutenção do fluxo residual nos cursos d'água (ANA, 2013).

A definição da vazão de referência e dos percentuais outorgáveis, ao se tratar de rios de domínio da União, compete à Agência Nacional de Águas (ANA). Neste sentido, a ANA adota como vazão de referência outorgável, em geral, 70% da vazão $Q_{95}$, que representa a estimativa da vazão que é superada ou igualada em 95% do tempo, variando conforme as peculiaridades de cada região (ANA, 2013). Para os demais rios, compete aos órgãos estaduais outorgantes o estabelecimento dos critérios técnicos para a concessão da outorga.

Dentre os estados da região Norte do Brasil, que possui a maior disponibilidade hídrica de recursos superficiais do país, somente o Pará, Roraima e Tocantins apresentam critérios de outorga definidos por leis estaduais. Os estados do Pará e do Tocantins utilizam como vazão outorgável 70% da $Q_{95}$ e 75% da $Q_{90}$, respectivamente, conforme sintetizado no trabalho realizado por Pinto *et al.* (2016). Já o estado de Roraima apresenta maior flexibilidade quanto à vazão de referência, de modo que a vazão outorgável pode ser 80% da $Q_{7,10}$ (vazão mínima de 7 dias consecutivos e recorrência de 10 anos), ou da $Q_{95}$ ou da $Q_{mld}$ (vazão média de longa duração). No desconhecimento destes valores, e visando contornar a situação da carência de dados, pode-se ainda utilizar as vazões instantâneas medidas pelos usuários nos meses do período seco. O estado de Rondônia, assim como os demais da região Norte, carece de regulamentação para critérios de outorga.

No âmbito estadual e federal, prevalece a utilização de métodos que estabelecem um valor constante anual para a definição da vazão de referência e da fração passível de outorga, baseados exclusivamente em dados de séries históricas de vazão (Pinto *et al.*, 2016). Embora o estabelecimento de um valor constante anual para definição da vazão de referência seja tradicional nos estados brasileiros e prática, em termos de fiscalização, tal procedimento não é adequado quando existe grande variabilidade sazonal (Bof *et al*., 2013; Cruz e Tucci, 2005). Isto implica na concessão bastante restritiva da outorga em períodos de maior disponibilidade hídrica, reduzindo o potencial econômico, e menos restritivas em períodos de estiagem, aumentando o risco ambiental (Bof *et al.*, 2013).

O estado de Rondônia, pela sua posição geográfica, não sofre grandes influências de continentalidade. No entanto, há variabilidade das chuvas ao longo do ano, ocasionando uma forte sazonalidade na região. Os meses de dezembro a fevereiro são predominantemente chuvosos e os de junho a agosto, secos (SEDAM, 2015). Torna-se pertinente, portanto, a avaliação do comportamento das vazões mínimas de referência respeitando a variabilidade sazonal da região.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência da sazonalidade na vazão de referência proposta para a quantificação da disponibilidade hídrica do estado de Rondônia, no âmbito da elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia (PERH/RO),

contratado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM) e desenvolvido pela empresa RHA Engenharia e Consultoria SS Ltda. Visa-se, dessa maneira, criar subsídios técnicos para a definição dos critérios de outorga do direito de uso da água e auxiliar na tomada de decisão dos órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

O estado de Rondônia está localizado entre os paralelos 07º58’ S e 13º43’ S e meridianos 59º50’ O e 66º48’ O (Figura 1), possuindo área de aproximadamente 238 mil km² e com a população total estimada em 2016 de cerca de 1,8 milhões de habitantes (IBGE, 2016). O estado é composto por 52 municípios, sendo sua capital Porto Velho. Segundo a classificação climática de Köppen, em Rondônia predomina o clima tipo Aw, denominado Clima Tropical Chuvoso, com médias anuais pluviométricas variando entre 1400 e 2600 mm/ano. As principais atividades econômicas são a agropecuária e a industrialização de bens primários, sendo a mineração outra atividade com grande potencial na região (SEDAM, 2015).

Para fins de gestão de recursos hídricos, o estado é dividido em sete grandes bacias hidrográficas (Rondônia, 2002). As bacias hidrográficas (BH) dos rios Guaporé, Mamoré, Abunã e parte do rio Madeira fazem divisa física entre o estado de Rondônia e a Bolívia, sendo os rios principais de domínio da União. Os principais afluentes contidos nestas bacias, cujo domínio é do Estado, são os rios Cabixi, Colorado, São Miguel e Cautário, contidos na BH do rio Guaporé; rio Pacaás Novos, na BH do rio Mamoré, e rios Jaciparaná, Mutum-Paraná e Jamari na margem direita da BH do rio Madeira. As BH dos rios Jamari e Machado são as únicas cujo rio principal é de domínio do Estado e possuem como principais afluentes os rios Candeias e Preto Crespo e os rios Jaru, Urupá, Machadinho e Jacundaia, respectivamente. A BH do rio Roosevelt, localizada no sudeste do estado, e seus principais cursos d’água, os rios Capitão Cardoso e Tenente Marques, possuem suas nascentes dentro do estado, porém desaguam no estado do Mato Grosso.

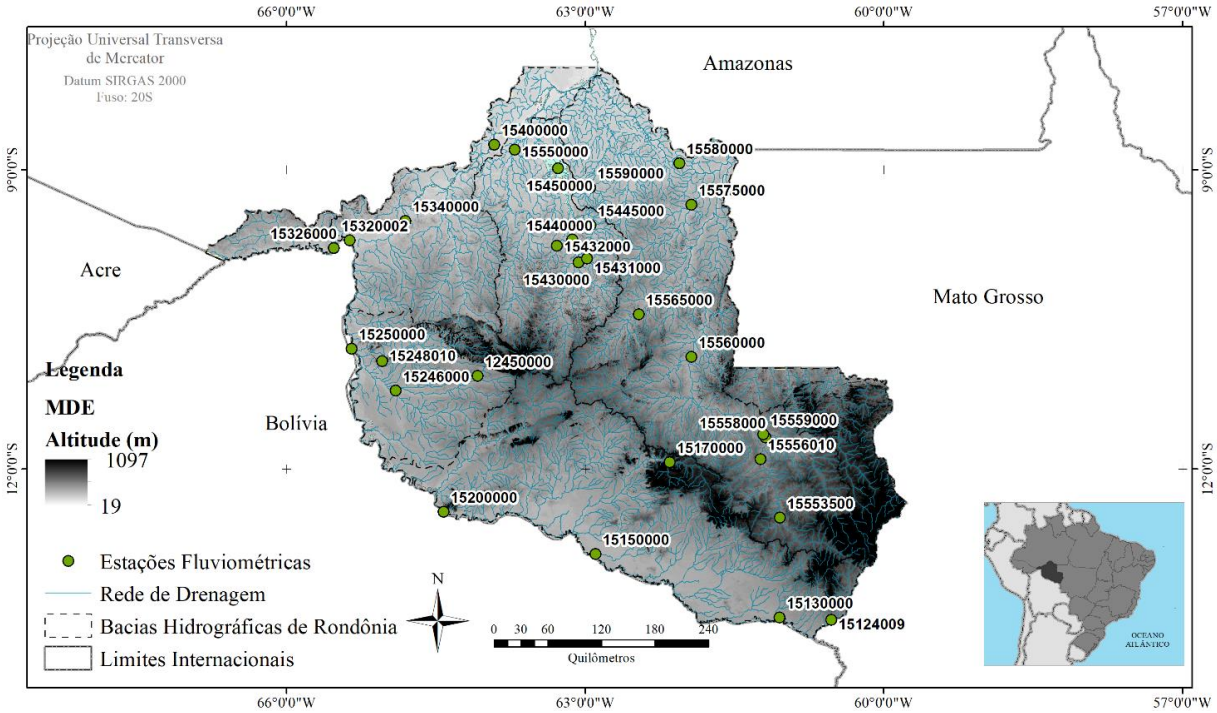


Figura 1 – Área de estudo e estações fluviométricas selecionadas

## Seleção e processamento dos dados

Devido à inexistência de critérios regulamentados para a vazão mínima de referência no estado de Rondônia, na elaboração do PERH/RO foi proposta a adoção da vazão $Q_{95}$, por permitir o conhecimento da parcela da oferta hídrica associada a uma garantia e, consequentemente, o conhecimento do risco de desabastecimento associado, sendo este de 5%. Além disso, prezou-se pela compatibilização com os critérios adotados para os rios de domínio da União.

Os dados hidrológicos utilizados neste estudo foram fornecidos pela ANA no âmbito do projeto "*Análise de consistência de estações fluviométricas em operação da Agência Nacional de Águas para o Brasil*" desenvolvido pelo consórcio RHA – Água e Solo (RHA, 2015). Embora o PERH/RO aborde somente os rios de domínio do Estado, realizou-se a avaliação de todos os rios em Rondônia com dados disponíveis. Para a seleção das estações fluviométricas a serem utilizadas, avaliou-se inicialmente o diagrama da disponibilidade de dados e a localização das estações nas bacias hidrográficas, visando a identificação de um período comum de dados e abrangência da maior extensão territorial. Assim, foram selecionadas as estações com pelo menos 8 anos de dados históricos, totalizando 30 estações, das quais 7 encontram-se desativadas, porém em locais estratégicos na área de estudo. A Tabela 1 e a Figura 1 apresentam as estações fluviométricas selecionadas.

Tabela 1 – Estações fluviométricas de Rondônia utilizadas no estudo

| Código da estação | Nome do rio | Período de dados | Código da estação | Nome do rio | Período de dados |
|---|---|---|---|---|---|
| 15326000 | Rio Abunã | 1988/2014 | 15552600 | Rio Comemoração | 1983/2014 |
| 15124009 | Rio Cabixi ou Branco | 1988/2014 | 15553500 | Rio Apedia ou Pimenta Bueno | 1983/1997 |
| 15130000 | Rio Guaporé | 1984/2013 | 15556010 | Rio Apedia ou Pimenta Bueno | 1988/2005 |
| 15150000 | Rio Guaporé | 1981/2014 | 15558000 | Rio Apedia ou Pimenta Bueno | 1981/2014 |
| 15170000 | Rio Branco | 1989/2014 | 15559000 | Rio Ji-Paraná (ou Machado) | 1984/2014 |
| 15200000 | Rio Guaporé | 1984/2014 | 15560000 | Rio Ji-Paraná (ou Machado) | 1978/2014 |
| 15430000 | Rio Jamari | 1971/2014 | 15565000 | Rio Jaru | 1981/2014 |
| 15431000 | Rio Branco | 1979/2014 | 15575000 | Rio Machadinho | 1984/2008 |
| 15432000 | Rio Massangana | 1981/2014 | 15580000 | Rio Ji-Paraná (ou Machado) | 1978/2014 |
| 15440000 | Rio Jamari | 1978/1989 | 15590000 | Rio Jacundá | 1983/2007 |
| 15445000 | Rio Preto do Crespo | 1997/2014 | 15320002 | Rio Madeira | 1976/2014 |
| 15450000 | Rio Jamari | 1977/1988 | 15340000[1] | Rio Madeira | 1978/1986 |
| 15550000 | Rio Candeias | 1977/2014 | 15400000 | Rio Madeira | 1968/2014 |
| 15248010 | Rio Ouro Preto | 1982/2014 | 15245000[1] | Rio Pacaás Novos | 1977/1988 |
| 15250000 | Rio Mamoré | 1971/2014 | 15246000 | Rio Pacaás Novos | 1983/2005 |

[1]Vazões corrigidas pelo Fator de Correção

Tendo em vista que as 7 estações fluviométricas desativadas apresentavam dados até a década de 80, impossibilitando a identificação de um período comum que as abrangesse, foi realizada uma análise da influência da utilização do período total de dados de cada estação para a obtenção da vazão $Q_{95}$ anual. Para isso, primeiramente foi analisada a correlação do período comum de dados diários das estações desativadas com estações auxiliares instaladas nos mesmos rios. Verificadas boas correlações, a partir destas estações foram obtidos fatores de correção ($FC$) pela relação $FC = Q_{95\ período\ completo}/Q_{95\ período\ comum}$, visando identificar a variação entre as estimativas. Para diferenças superiores a 10%, o $FC$ foi utilizado para corrigir as vazões $Q_{95}$ das estações desativadas, sendo necessária a aplicação somente em 2 estações (15340000 e 15245000). Desta maneira, dada a baixa influência da utilização de diferentes períodos da série histórica de dados e visando o

aproveitamento máximo das informações hidrológicas disponíveis na região, optou-se pela utilização da série completa de dados das 30 estações.

Por fim, foi realizada a consistência dos dados fluviométricos das séries históricas visando a identificação e correção de erros previamente a sua utilização. Resumidamente, foram realizados os seguintes procedimentos: (i) análise dos cotagramas; (ii) traçado da curva de descarga e (iii) análise regional do fluviograma com as demais estações na mesma bacia hidrográfica (RHA, 2015).

**Identificação do período sazonal**

A partir dos dados consistidos das estações fluviométricas buscou-se identificar os períodos sazonais a partir do comportamento das vazões. Foi adotada a vazão mensal média para esta análise devido à baixa variabilidade das vazões diárias e a sazonalidade bem definida na região Norte do Brasil. Os dados hidrológicos foram segregados em 2 períodos, definidos como períodos seco e úmido, de acordo com o regime hidrológico. Para o período seco, foram agrupados os seis meses consecutivos com as menores médias móveis de vazões médias mensais, enquanto os demais meses foram alocados no período úmido. A Figura 2 apresenta as vazões médias mensais das estações fluviométricas e a divisão dos períodos úmido (janeiro a junho) e seco (julho a dezembro).

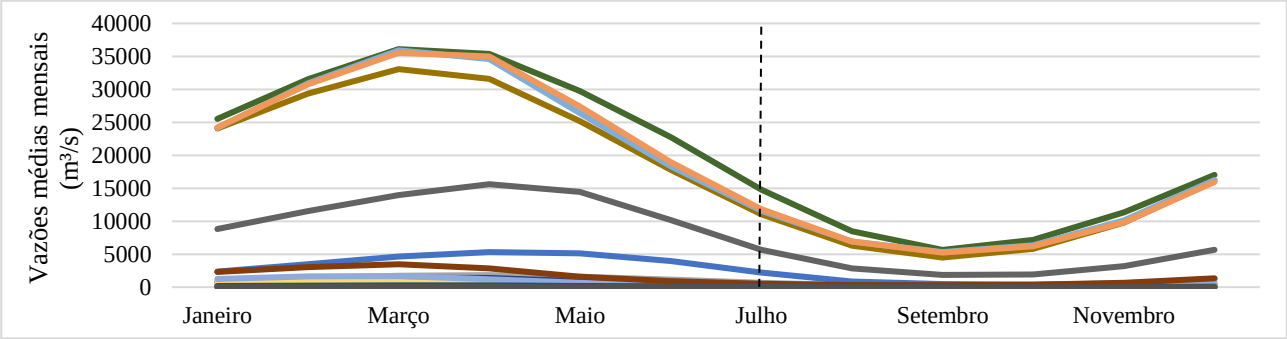


Figura 2 - Fluviograma das vazões médias mensais das estações selecionadas e divisão dos períodos úmido e seco.

**Estimativa das vazões mínimas de referência**

Para alcançar os objetivos do trabalho foram comparados os valores da vazão mínima de referência constantes, obtidos a partir de toda a série de dados de cada estação ($Q_{95\ anual}$), e das vazões mínimas sazonais, obtidas para a série de dados do período úmido ($Q_{95\ úmido}$) e seco ($Q_{95\ seco}$).

As vazões $Q_{95}$ foram extraídas das curvas de permanência dos dados diários de vazões para cada estação fluviométrica e período considerado ordenando-se a série de vazões de forma decrescente de acordo com a sua magnitude e associando-as às frequências acumuladas. Com a obtenção da curva de permanência, é extraído o valor da vazão com 95% de permanência.

Os resultados foram avaliados através da diferença relativa (*DR*) entre as vazões $Q_{95\ anual}$ e as vazões sazonais $Q_{95\ úmido}$ e $Q_{95\ seco}$ ($DR = (Q_{sazonal} - Q_{anual}) \times 100 / Q_{anual}$).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados obtidos, apresentados na Tabela 2, demonstram a grande influência da sazonalidade dos períodos seco e úmido na estimativa da vazão mínima de referência $Q_{95}$ no estado de Rondônia. É importante destacar que as diferenças relativas sofreram interferência da diminuição do período de análise dos dados nos semestres sazonais, de modo a provocar uma alteração no comportamento da curva de permanência. Dessa maneira, os resultados obtidos demonstram uma aproximação da amplitude das diferenças percentuais, e não valores exatos.

Para o período seco, definido de julho a dezembro, foram encontradas *DR* que variaram de aproximadamente -3 a -33%, sendo que das 30 estações analisadas, somente 5 apresentaram *DR* inferior a -20%. Para o período úmido, definido de janeiro a junho, foram encontradas *DR* consideravelmente mais altas, variando de 32 a 1124%, indicando um aumento expressivo nas vazões nesses meses. Além disso, das 30 estações analisadas, somente 6 apresentaram *DR* inferior a 100%, das quais 5 estão localizadas na cabeceira da bacia hidrográfica do rio Machado.

Em concordância com Marques (2010), é evidente que no período de seca as vazões observadas estão mais próximas às vazões mínimas anuais devido à estiagem, não sendo verificadas grandes variações nessas vazões, de modo que as diferenças relativas absolutas são inferiores às obtidas para o período úmido. Nesse caso, as vazões observadas são muito superiores à vazão mínima anual, conforme constatado nos resultados, refletindo nas altas diferenças relativas observadas.

Tabela 2 – Comparação da vazão mínima de referência anual e sazonal

| **Código da estação** | **Área de drenagem (km²)** | **Vazão de referência $Q_{95}$ (m³/s)** | | | **Diferença Relativa - DR (%)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Anual** | **Período seco** | **Período úmido** | **Período seco** | **Período úmido** |
| 15326000 | 31100 | 43,53 | 35,30 | 293,52 | -18,91 | 574,29 |
| 15124009 | 3600 | 31,33 | 29,34 | 49,14 | -6,35 | 56,85 |
| 15130000 | 54400 | 160,04 | 149,42 | 378,52 | -6,64 | 136,52 |
| 15150000 | 110000 | 183,18 | 172,20 | 695,42 | -5,99 | 279,64 |
| 15170000 | 1420 | 3,54 | 2,37 | 11,29 | -33,05 | 218,93 |
| 15200000 | 341000 | 291,47 | 261,70 | 1770,00 | -10,21 | 507,27 |
| 15430000 | 8140 | 7,54 | 5,56 | 72,55 | -26,26 | 862,20 |
| 15431000 | 988 | 2,43 | 1,96 | 12,52 | -19,34 | 415,23 |
| 15432000 | 852 | 1,15 | 0,80 | 7,46 | -30,43 | 548,70 |
| 15440000 | 9750 | 11,39 | 8,94 | 103,15 | -21,51 | 805,62 |
| 15445000 | 1110 | 4,84 | 4,39 | 17,40 | -9,30 | 259,50 |
| 15450000 | 13600 | 39,83 | 37,23 | 214,86 | -6,53 | 439,44 |
| 15550000 | 12700 | 43,28 | 38,59 | 210,67 | -10,84 | 386,76 |
| 15552600 | 4360 | 55,02 | 51,67 | 72,81 | -6,09 | 32,33 |
| 15553500 | 3610 | 34,29 | 33,20 | 53,76 | -3,18 | 56,78 |
| 15556010 | 9600 | 70,34 | 63,60 | 107,89 | -9,58 | 53,38 |
| 15558000 | 10100 | 70,61 | 66,31 | 110,71 | -6,09 | 56,79 |
| 15559000 | 16100 | 132,62 | 125,52 | 203,81 | -5,35 | 53,68 |
| 15560000 | 32800 | 162,05 | 145,92 | 329,93 | -9,95 | 103,60 |
| 15565000 | 3960 | 3,37 | 2,32 | 27,37 | -31,16 | 712,17 |
| 15575000 | 4650 | 25,6 | 22,24 | 93,73 | -13,13 | 266,13 |
| 15580000 | 60200 | 247,73 | 212,90 | 754,48 | -14,06 | 204,56 |
| 15590000 | 1200 | 1,4 | 1,13 | 17,14 | -19,29 | 1124,29 |
| 15320002 | 921000 | 3540,01 | 3113,06 | 13501,94 | -12,06 | 281,41 |
| 15340000[1] | 958000 | 3702,6 | 3264,83 | 14661,65 | -11,82 | 295,98 |
| 15400000 | 976000 | 3992,08 | 3529,95 | 13817,79 | -11,58 | 246,13 |
| 15245000[1] | 1050 | 2,27 | 2,12 | 8,47 | -6,48 | 272,91 |
| 15246000 | 5480 | 5,64 | 4,52 | 50,73 | -19,86 | 799,47 |
| 15248010 | 4390 | 5,1 | 4,42 | 33,37 | -13,33 | 554,31 |
| 15250000 | 609000 | 1232,37 | 1093,00 | 6233,33 | -11,31 | 405,80 |

[1]Vazões corrigidas pelo Fator de Correção

A *DR* média das vazões mínimas de referência sazonais em relação às anuais foi de aproximadamente -13% para o período seco e 367% para o período úmido. Silva *et al.* (2015) avaliaram a influência da sazonalidade das vazões nos critérios de outorga na bacia do rio Paraopeba, em Minas Gerais e encontrou *DR* média de -17,5% para o período seco e 75% para o período úmido para a vazão $Q_{95}$.

Ao analisar os resultados médios das vazões para os períodos estudados foi constatado que a utilização da $Q_{95\ anual}$ como vazão de referência para a outorga do direito de uso da água acarreta no uso efetivo de somente cerca de 30% da parcela da disponibilidade hídrica nos meses contidos no período úmido, subdimensionando o potencial econômico dos recursos hídricos superficiais. Já para os meses do período seco, esse procedimento provoca a utilização de cerca de 17% a mais do que a disponibilidade hídrica sazonal, podendo colocar em risco a oferta da demanda hídrica e a biota do ecossistema local. Dessa maneira, constata-se que a utilização de um valor de referência de vazões mínimas variável conforme a sazonalidade local permite uma flexibilização com maior captação de água para os períodos úmidos e a garantia da vazão mínima necessária nos períodos secos.

## CONCLUSÕES

Com base no estudo desenvolvido, constatou-se a expressiva influência da sazonalidade na determinação da vazão mínima de referência proposta nos critérios de outorga de direito de uso dos recursos hídricos no estado de Rondônia. A definição de um valor fixo anual implicaria na disponibilidade para a outorga de uma parcela inferior à real oferta hídrica nos meses do período úmido (janeiro a junho). Destaca-se que os resultados obtidos apresentam uma ideia da grandeza das diferenças relativas para os períodos secos e úmidos em relação ao período anual, porém não são resultados precisos, dado que as análises estatísticas sofreram influência da diminuição do período de dados observados.

Embora os resultados indiquem que a utilização da vazão $Q_{95}$ sazonal como vazão de referência pode flexibilizar a disponibilidade de água, a demanda hídrica de alguns setores é superior nos períodos de seca, como por exemplo na agricultura, tornando-se dificultosa a adequação dos usuários aos critérios de outorga propostos. Além disto, é fundamental o monitoramento e o controle dos usos da água através da fiscalização nos diferentes períodos sazonais para garantir o atendimento do usuário à outorga concedida.

A análise realizada neste trabalho pode ser estendida à abordagem qualitativa para fins dos cálculos da diluição de efluentes, propondo-se também aos critérios de outorga de lançamento de efluentes a utilização das vazões sazonais, visando a manutenção da qualidade dos recursos hídricos objetos de outorga.

Além disso, para fins da gestão de recursos hídricos são necessárias alternativas para a estimativa das vazões mínimas em locais sem monitoramento, dada a baixa densidade da rede hidrométrica. Para subsidiar os estudos hidrológicos na região, é crucial a instalação de novas estações fluviométricas em locais estratégicos.

Por fim, embora seja tradicional no Brasil a utilização de vazões mínimas de referência para a outorga que considerem somente a análise quantitativa dos recursos hídricos, num cenário ideal dever-se-ia considerar as variações no regime hidrológico, além da qualidade da água e a biota aquática. Cabe destacar, portanto, a importância das pesquisas relacionadas ao conhecimento do hidrograma ecológico, conceito que abrange esses aspectos levantados.

## REFERÊNCIAS


AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). (2013). *Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas*. Brasília.

BOF, L. H. N.; PRUSKI, L. M. C. S.; JUSTINO, F. (2013). Analysis of Appropriate Timescales for Water Diversion Permits in Brazil. *Environmental Management* 51(2), pp. 492–500.

BRASIL (1997). Lei n. 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. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 9 jan. 1997.

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. (2005). Otimização e simulação comparativa de cenários de outorga. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 10(3), pp. 75–91.

INSTITUTO BRASILEIRO De GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2016). *Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2016*. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/estimativa_dou.shtm>. Acesso em: 29 jun. 2017.

MARQUES, F. A. (2010). *Sistema de controle dinâmico para a gestão dos usos múltiplos da água*. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa. 234 f

PINTO, V. G.; RIBEIRO, C. B. de M; SILVA, D. D. (2016). Vazão ecológica e o arcabouço legal brasileiro. *Revista Brasileira de Geografia Física* 9(1), pp. 91–109.

RHA (2015). *Estudos de Análise de Consistência de Dados Fluviométricos de Estações de Monitoramento da ANA em Operação*. Realização: Agência Nacional de Águas. Execução: Consórcio RHA Engenharia e Consultoria SS Ltda. e Água e Solo Estudos e Projetos Ltda.

RONDÔNIA. (2002). Decreto n. 10.144, de 20 de setembro de 2002. Regulamenta a Lei Complementar nº 255, de 25 de janeiro de 2002, que "Institui a Política, cria o Sistema de Gerenciamento e o Fundo de Recursos Hídricos do Estado de Rondônia, e dá outras providências". *Diário Oficial Executivo [de] Rondônia,* Porto Velho, RO, 24 set. 2002. Disponível em: <ditel.casacivil.ro.gov.br/COTEL/Livros/Files/DEC10114.doc>. Acesso em: 05 maio 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL DE RONDÔNIA (SEDAM) (2015). *Norteadores metodológicos para a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Rondônia*. Porto Velho. 521 f.

SILVA, B. M. B.; SILVA, D. D.; MOREIRA, M. C. (2015). Influência da sazonalidade das vazões nos critérios de outorga de uso da água: estudo de caso da bacia do rio Paraopeba. *Revista Ambiente & Agua* 10(3), pp. 623–34.