

**XXVII CONGRESSO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA
LIMA, PERU, 28 A 30 DE SETEMBRO DE 2016**

**INFLUÊNCIA DE DADOS FALTANTES NA DETERMINAÇÃO DE VAZÕES
MÍNIMAS DE ESTIAGEM**

Emmanuel Kennedy da Costa Teixeira

Universidade Federal de São João Del Rei, Ouro Branco, Brasil, emmanuel.teixeira@ufsj.edu.br

Elyys Dias Reis

Universidade Federal de São João Del Rei, Ouro Branco, Brasil, elvysreis@yahoo.com.br

David Henrique Lara Hermenegildo

Universidade Federal de São João Del Rei, Ouro Branco, Brasil, davidhenrique@viareal.com.br

Maicon de Ávila Fernandes

Universidade Federal de São João Del Rei, Ouro Branco, Brasil, maiconavila89@gmail.com

RESUMO:

Avalia-se neste estudo a influência dos dados faltantes na determinação de vazões mínimas de estiagem, $Q_{7,10}$, por análise de frequência, utilizando-se o método de Kimball, e por análise probabilística, ambas por meio de comparação entre a série histórica de um curso d'água descartando ou não os anos hidrológicos com falhas de dados nos meses de estiagem. Investiga-se a relevância da variação dos valores de $Q_{7,10}$ encontrados nos dois casos através do teste-t de Student para duas amostras, presumindo variâncias diferentes com nível de significância de 5%. Os resultados obtidos permitem concluir que nas estações estudadas, os valores de $Q_{7,10}$ encontrados descartando anos hidrológicos com falhas em períodos secos e não descartando os mesmos anos não diferiram estatisticamente.

ABSTRACT:

Is evaluated in this study the influence of missing data in determining minimum flows of drought, $Q_{7,10}$, by frequency analysis, using the Kimball method, and probabilistic analysis, both by comparing the series a historic waterway discarding or not the hydrological years with data gaps in the months of drought. Is investigated the relevance of changes in $Q_{7,10}$ values found in both cases by Student's t-test for two samples assuming equal variances with 5% significance level. The results showed that for the studied seasons the values of $Q_{7,10}$ found discarding years hydrological failed in dry periods and not discarding the same years didn't differ statistically.

PALAVRAS-CHAVE: outorga; vazões mínimas; séries históricas.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural que apresenta os mais variados usos e é indispensável ao desenvolvimento humano. A manutenção deste recurso finito em padrões de quantidade e qualidade com o objetivo de atendimento aos seus múltiplos usos representa um desafio para a sociedade (Santos *et al.*, 2010).

A importância na gestão da água está diretamente ligada com a questão da sustentabilidade ambiental, sendo uma função do desenvolvimento dos diversos componentes políticos, econômicos e sociais atuantes dentro da bacia hidrográfica (Sánchez-Román *et al.*, 2009).

A gestão dos recursos hídricos no Brasil está principalmente ordenada pela Lei Federal 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos para o país.

Dentro do contexto da gestão dos recursos hídricos, surge a outorga, que é o ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante faculta ao requerente o direito de uso de recursos hídricos, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato.

Os critérios para concessão de outorga de uso de águas superficiais adotados nos estados brasileiros baseiam-se na disponibilização de um fator percentual da vazão de referência para ser repartido entre os usuários. No Brasil, cada estado tem adotado critérios particulares para o estabelecimento de vazões de referência. Por exemplo, os estados da Bahia, Tocantins e Rio Grande do Norte utilizam a $Q_{90\%}$, já Goiás, Paraná e Piauí utilizam a $Q_{95\%}$, enquanto Minas Gerais e São Paulo adotam a $Q_{7,10}$ (ANA, 2007).

É importante lembrar que o desenvolvimento da gestão da oferta da água está condicionado ao conhecimento de duas grandezas: disponibilidades hídricas e demandas hídricas.

De acordo com Cruz (2001) a demanda pode ser estimada a partir do cadastramento de usuários, enquanto a disponibilidade hídrica é variável no tempo e no espaço, sendo estimada a partir da avaliação do regime hidrológico da bacia. Silva *et al.* (2006) afirma que a outorga obedece a critérios que estão vinculados a disponibilidade hídrica, estimada através do cálculo de vazões de referência que representam o limite máximo de utilização da água em um curso d'água.

A $Q_{95\%}$ e a $Q_{90\%}$ são as chamadas vazões de permanência, cujos valores referem-se a uma vazão que foi superada ou igualada respectivamente em 95% e 90% do tempo correspondente a série de vazões observadas. A $Q_{7,10}$ é a vazão mínima de sete dias consecutivos em um período de retorno de 10 anos. Seu valor é obtido através da extrapolação das vazões mínimas de sete dias consecutivos de cada ano para o período de retorno desejado (Benetti *et al.*, 2003).

Para se obter as $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ e $Q_{90\%}$, recorre-se às séries históricas, que contêm os dados de vazão diárias ao longo do tempo.

Todavia, muitas séries históricas de vazões possuem dados faltantes, algumas vezes em períodos de estiagem. Sendo assim, ao se analisar essa série, alguns hidrólogos tomam a decisão de descartar todo o ano hidrológico com falhas ou utilizar alguma metodologia para preenchê-las, pois elas podem influenciar no valor de vazão mínima encontrada. Entretanto, essas falhas podem influenciar, ou seja, não quer dizer que obrigatoriamente vão influenciar. Como a decisão de descartar ou não o ano hidrológico ou preencher as falhas é, algumas vezes, um processo moroso, pois tem que se analisar toda a série histórica e se determinar a melhor metodologia de

preenchimento, neste trabalho se analisa se o descarte ou não de anos hidrológicos com falhas em período de estiagem tem alguma influência na determinação da $Q_{7,10}$.

OBJETIVOS

Determinar o nível de relevância dos dados faltantes em meses de estiagem nas séries históricas de cursos d'água para se obter maior precisão e segurança na determinação da vazão mínima de estiagem, $Q_{7,10}$.

METODOLOGIA

Metodologia de determinação de $Q_{7,10}$

Para determinar a $Q_{7,10}$, pode-se utilizar a análise de frequência empregando o método de Kimball. O método consiste em, dispendo de todas as vazões médias mínimas em sete dias consecutivos, ordenar as vazões em ordem crescente e atribuir-lhes um número (m) de ordem.

O valor da vazão mínima de estiagem de sete dias consecutivos e tempo de retorno de 10 anos, $Q_{7,10}$, referente à série histórica inteira, será aquela que possuir o valor de ordem “ m ”, obtida a partir da frequência do evento e do período de retorno, calculado pela Equação 1.

$$F = \frac{m}{(n + 1)} \quad [1]$$

Onde:

F = frequência do evento;

m = ordem do evento;

n = número de anos de observação da série histórica.

O período de retorno (T) é calculado pela Equação 2.

$$T = \frac{1}{F} \quad [2]$$

Onde:

T = período de retorno em anos.

Logo, a ordem do evento “ m ” pode ser calculada pela Equação 3.

$$m = \frac{(n + 1)}{T} \quad [3]$$

É importante ressaltar que quando a ordem “ m ” do evento não tem um valor inteiro, é preciso fazer uma interpolação linear com os dados imediatamente abaixo e acima do seu valor para encontrar o valor exato da $Q_{7,10}$.

Séries históricas de vazões

Uma estação fluviométrica consiste em qualquer seção de um rio, convenientemente instalada e operada para a obtenção sistemática das vazões ao longo do tempo, obtendo a vazão a partir do nível das águas, observado com a ajuda da régua linimétrica ou registrado pelo linígrafo, aplicado em uma curva-chave.

De posse das medições, cria-se uma série histórica, que é um conjunto de eventos e dados agrupados ao longo do tempo. Esses dados, obviamente, são os valores das vazões.

Os dados provenientes de estações fluviométricas muitas vezes apresentam falhas de informações devido a problemas com os aparelhos de registro ou com o operador do posto, tornando as séries impróprias para uso imediato pelos técnicos do setor. Esse fato gera a necessidade de realizar o preenchimento destas falhas (TUCCI, 1997).

O preenchimento de falhas e a extensão das séries são realizados por meio da análise de correlação dos dados observados no período comum entre a estação com dados a serem preenchidos e a estação de apoio (PRUSKI; SILVA; KOETZ, 2006).

Uma alternativa para impedir que as essas falhas interfiram no cálculo da $Q_{7,10}$ é descartar os anos hidrológicos em que elas ocorrem. Porém, tal descarte só deve ser feito quando a falha acontecer na época de estiagem, pois é justamente quando ocorrem as vazões mínimas. Assim, dados faltantes em períodos chuvosos não influenciam na determinação da $Q_{7,10}$.

Escolha das estações e análise dos dados

Foram escolhidas aleatoriamente 22 estações fluviométricas situadas em diferentes bacias, pertencentes à rede hidrometeorológica da Agência Nacional das Águas (ANA). Suas respectivas séries históricas foram obtidas consultando-se as estações fornecidas pela ANA, disponibilizadas em seu portal, HidroWeb. As estações estão localizadas nos cursos d'água mostrados na Tabela 1.

Tabela 1.- Estações fluviométricas selecionadas

| Código da estação | Estação | Curso d'água |
|-------------------|-------------------------|-----------------|
| 40040000 | Fazenda Ajudas | Ajudas |
| 40570000 | Conselheiro Lafaiete | Bananeiras |
| 61110000 | Carandaí | Carandaí |
| 56940002 | Barra do Cuieté Jusante | Cuieté |
| 56850000 | Governador Valadares | Doce |
| 56948000 | Resplendor | Doce |
| 56994500 | Colatina | Doce |
| 56998000 | Linhares | Doce |
| 56992000 | Baixo Guandu | Guandu |
| 12360000 | Foz do Breu | Juruá |
| 56960000 | Manhuaçu | Manhuaçu |
| 56995500 | Ponte do Pancas | Pancas |
| 40130000 | Ponte do Vilela | Pará |
| 40500000 | Martinho Campos | Picão |
| 56005000 | Fazenda do Retiro | Piranga |
| 58770000 | Cataguases | Pomba |
| 41220000 | Siderúrgica | Ribeirão Sabará |
| 40032000 | Fazenda Samburá | Samburá |
| 56993600 | Santa Joana | Santa Joana |
| 40025000 | Vargem Bonita | São Francisco |
| 40300000 | Jaguaruna | São João |
| 56085000 | Seriquite | Turvo Sujo |

Primeiramente, para cada série histórica, definiu-se o ano hidrológico através da observação dos dados. De acordo com o DNAEE (1976), o ano hidrológico é o período contínuo de doze meses durante o qual ocorre um ciclo anual climático completo escolhido por permitir uma comparação mais significativa dos dados meteorológicos.

É importante salientar que o ano hidrológico não necessariamente coincide com o calendário normal, isto é, o início do primeiro não acontece sempre no primeiro dia de janeiro de cada. Assim, ele começa no fim do período de seca e, por conseguinte, no início do período chuvoso, podendo isso ocorrer em qualquer mês do ano normal.

Para o ano hidrológico definido, foram considerados os quatro últimos meses como sendo os meses de estiagem. Então, analisou-se cada série a fim de se determinar quais delas possuíam falhas no período seco. Essa análise foi necessária para se definir quais anos hidrológicos deveriam ser excluídos da série histórica. O objetivo de excluir é verificar se houve alteração na média de uma população – valores de $Q_{7,10}$ – quando a mesma é avaliada sob duas condições diferentes: excluindo anos hidrológicos com falhas e não os excluindo.

De acordo com Júnior *et al.* (2008), em termos de desvios, se a alteração das condições não resultasse em nenhum efeito significativo, seria possível dizer que a diferença entre os valores observados na primeira condição e na segunda condição seria em média igual a zero. Portanto, para verificar se houve alteração na média de uma população avaliada – no caso, a $Q_{7,10}$ – em duas condições diferentes, pode-se testar a hipótese das médias das duas amostras serem iguais.

Com base nas vazões diárias observadas nas 22 estações fluviométricas, foram obtidas pelo programa SisCAH – Sistema Computacional para Análises Hidrológicas (UFV, 2008), por meio de análise probabilística, as vazões mínimas de estiagem ($Q_{7,10}$) de cada ano de todas as séries históricas.

Em uma planilha no Excel, utilizou-se o método de Kimball para calcular a $Q_{7,10}$ por análise de frequência.

A partir dos resultados de vazões mínimas obtidos, aplicou-se o teste-t de Student para duas amostras, presumindo variâncias diferentes com nível de significância (α) de 5%, valor este usualmente aplicado na Hidrologia.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Alguns anos hidrológicos possuíam praticamente 100% de falhas e, por isso, obrigatoriamente tiveram que ser descartados. Em outros anos, as falhas ocorriam em períodos chuvosos, e como se analisou vazões mínimas, essas falhas não influenciariam no resultado e, por isso, não se descartou esses anos.

Assim, montou-se a Tabela 2, a qual contém os anos hidrológicos com falhas no período seco, e a Tabela 3, contém os anos com falhas em período chuvoso, ambas referentes a todos os cursos d'água contidos na Tabela 1.

Tabela 2.- Anos hidrológicos com falhas no período seco

| Código da estação | Estação | Anos com falha no período seco |
|-------------------|-------------------------|--|
| 40040000 | Fazenda Ajudas | 1944, 1953, 1970 |
| 40570000 | Conselheiro Lafaiete | 1939, 1940, 1941, 1944, 1949, 1955, 1956 |
| 61110000 | Carandaí | 1962, 1964, 1965 |
| 56940002 | Barra do Cuieté Jusante | 1986, 1987, 1988, 1994 |
| 56850000 | Governador Valadares | 2008, 2011, 2012 |
| 56948000 | Resplendor | 1981 |
| 56994500 | Colatina | 1942, 1988 |
| 56998000 | Linhares | 1988, 1999 |

Tabela 3 (Continuação).- Anos hidrológicos com falhas no período seco

| Código da estação | Estação | Anos com falha no período seco |
|--------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 56992000 | Baixo Guandu | 1971 |
| 12360000 | Foz do Breu | 1992, 1994 |
| 56960000 | Manhuaçu | 1959, 1969, 1972, 1982 |
| 56995500 | Ponte do Pancas | 1980, 1991, 2008 |
| 40130000 | Ponte do Vilela | 1939 |
| 40500000 | Martinho Campos | 1966, 1975, 1976, 1977, 1979 |
| 56005000 | Fazenda do Retiro | 1951 |
| 58770000 | Cataguases | 2003, 2005 |
| 41220000 | Siderúrgica | 1946, 1950, 1951, 1952, 1953, 1959 |
| 40032000 | Fazenda Samburá | 1965, 1990, 1991 |
| 56993600 | Santa Joana | 1950 |
| 40025000 | Vargem Bonita | 1951, 1958, 1966 |
| 40300000 | Jaguaruna | 1946, 1975 |
| 56085000 | Seriquite | 1988, 1992 |

Tabela 4.- Anos hidrológicos com falhas no período chuvoso

| Código da estação | Estação | Anos com falha no período chuvoso |
|--------------------------|-------------------------|--|
| 40040000 | Fazenda Ajudas | 1943, 1952, 1965, 1996, 2002 |
| 40570000 | Conselheiro Lafaiete | 1947 |
| 61110000 | Carandaí | 1938, 1939, 1945 |
| 56940002 | Barra do Cuieté Jusante | 1992, 1993 |
| 56850000 | Governador Valadares | 1968, 1978, 1988, 1993, 2003/2005 |
| 56948000 | Resplendor | 1978 |
| 56994500 | Colatina | - |
| 56998000 | Linhares | 1979, 1991 |
| 56992000 | Baixo Guandu | 1957/1964, 1987/1990 |
| 12360000 | Foz do Breu | 1987, 1988, 1989, 1993, 2003 |
| 56960000 | Manhuaçu | 1936, 1960, 1970, 1978 |
| 56995500 | Ponte do Pancas | 1983/1985, 1988/1990, 2004, 2006, 2009 |
| 40130000 | Ponte do Vilela | - |
| 40500000 | Martinho Campos | 1967, 1971, 1978 |
| 56005000 | Fazenda do Retiro | 1937 |
| 58770000 | Cataguases | 1973, 2003 |
| 41220000 | Siderúrgica | 1942/1945, 1949, 1954, 1958, 1962, 1963 |
| 40032000 | Fazenda Samburá | 1967, 1994, 1998 |
| 56993600 | Santa Joana | 1949 |
| 40025000 | Vargem Bonita | 1945, 1996, 2001, 2002 |
| 40300000 | Jaguaruna | 1942/1945, 1956 |
| 56085000 | Seriquite | 1993 |

Na Tabela 4, estão apresentados os números de anos utilizados na determinação das vazões mínimas de referências quando não se descarta nenhum ano hidrológico e quando há o descarte do ano com falhas em períodos de estiagem. Na mesma tabela, os valores de $Q_{7,10}$, por análise de frequência e probabilística, são apresentados quando há ou não o descarte.

Tabela 4.- Valores de $Q_{7,10}$ quando se descarta e não se descarta anos hidrológicos com falhas em período de estiagem

| Rio | Estação | Descarte | Anos | $Q_{7,10}$ (m ³ /s) | |
|-----------------|----------|----------|------|--------------------------------|------------------------|
| | | | | Análise de frequência | Análise probabilística |
| Ajudas | 40040000 | Não | 44 | 0,865 | 0,92 |
| | | Sim | 41 | 0,888 | 0,94 |
| Bananeiras | 40570000 | Não | 20 | 0,213 | 0,224 |
| | | Sim | 13 | 0,27 | 0,226 |
| Carandaí | 6111000 | Não | 24 | 0,385 | 0,359 |
| | | Sim | 21 | 0,392 | 0,398 |
| Cuieté | 56940002 | Não | 30 | 5,419 | 5,827 |
| | | Sim | 26 | 5,303 | 6,039 |
| Doce | 56850000 | Não | 44 | 170,64 | 174,22 |
| | | Sim | 41 | 170,886 | 171,6 |
| Doce | 56948000 | Não | 44 | 203,763 | 224,354 |
| | | Sim | 43 | 203,388 | 223,31 |
| Doce | 56998000 | Não | 26 | 277,111 | 282,12 |
| | | Sim | 24 | 276,082 | 288,21 |
| Doce | 56994500 | Não | 60 | 221,013 | 228,444 |
| | | Sim | 58 | 219,705 | 231,061 |
| Guandu | 56992000 | Não | 57 | 4,845 | 7,788 |
| | | Sim | 56 | 4,844 | 4,756 |
| Juruá | 1236000 | Não | 27 | 0,416 | 1,042 |
| | | Sim | 25 | 0,68 | 1,686 |
| Manhuaçu | 56960000 | Não | 45 | 0,238 | 1,05 |
| | | Sim | 41 | 0,327 | 1,15 |
| Pancas | 56995500 | Não | 46 | 0,627 | 0,63 |
| | | Sim | 43 | 0,714 | 0,61 |
| Pará | 40130000 | Não | 41 | 7,236 | 7,307 |
| | | Sim | 40 | 7,596 | 7,28 |
| Picão | 40500000 | Não | 42 | 0,99 | 1,27 |
| | | Sim | 36 | 1,208 | 1,38 |
| Piranga | 56005000 | Não | 17 | 0,744 | 0,783 |
| | | Sim | 16 | 0,741 | 0,778 |
| Pomba | 58770000 | Não | 66 | 26,157 | 27,34 |
| | | Sim | 64 | 27,085 | 27,6 |
| Ribeirão Sabará | 41220000 | Não | 22 | 0,749 | 0,85 |
| | | Sim | 16 | 0,725 | 0,84 |
| Samburá | 40032000 | Não | 39 | 5,67 | 5,65 |
| | | Sim | 36 | 5,505 | 5,66 |
| Santa Joana | 56993600 | Não | 26 | 0,97 | 1,17 |
| | | Sim | 25 | 0,96 | 1,147 |
| São Francisco | 40025000 | Não | 63 | 1,67 | 1,89 |
| | | Sim | 60 | 1,701 | 1,93 |
| São João | 40300000 | Não | 38 | 2,875 | 3,23 |
| | | Sim | 36 | 2,813 | 3,18 |
| Turvo Sujo | 56085000 | Não | 18 | 1,251 | 1,298 |
| | | Sim | 16 | 1,33 | 1,28 |

Apresentados os valores de $Q_{7,10}$ quando se descarta e não se descarta anos hidrológicos com falhas em período de estiagem aferidos por análise de frequência e por análise probabilística, conforme apresentado na Tabela 4, aplicou-se o teste-t de Student para saber se as médias diferiram estatisticamente. Os resultados são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5.- Comparação entre os valores do “t” calculado com o “t” crítico para se testar a hipótese de médias estatisticamente iguais

| Curso d'água | Código da estação | t calculado | t crítico | Hipótese |
|-----------------|-------------------|-------------|-----------|----------|
| Ajudas | 40040000 | 0,2110 | 1,9889 | Aceita |
| Bananeiras | 40570000 | 0,8974 | 2,0395 | Aceita |
| Carandaí | 61110000 | 0,4381 | 2,0181 | Aceita |
| Cuieté | 56940002 | 0,4034 | 2,0066 | Aceita |
| Doce | 56850000 | 0,0707 | 1,9890 | Aceita |
| Doce | 56948000 | 0,1928 | 1,9883 | Aceita |
| Doce | 56994500 | 0,2382 | 1,9810 | Aceita |
| Doce | 56998000 | 0,2840 | 2,0106 | Aceita |
| Guandu | 56992000 | 0,0326 | 1,9816 | Aceita |
| Juruá | 12360000 | 0,3730 | 2,0086 | Aceita |
| Manhuaçu | 56960000 | 0,0033 | 1,9886 | Aceita |
| Pancas | 56995500 | 0,3886 | 1,9876 | Aceita |
| Pará | 40130000 | 0,1803 | 1,9905 | Aceita |
| Picão | 40500000 | 0,0898 | 1,9916 | Aceita |
| Piranga | 56005000 | 0,0985 | 2,0395 | Aceita |
| Pomba | 58770000 | 0,0611 | 1,9787 | Aceita |
| Ribeirão Sabará | 41220000 | 0,0552 | 2,0369 | Aceita |
| Samburá | 40032000 | 0,6985 | 1,9939 | Aceita |
| Santa Joana | 56993600 | 0,1664 | 2,0096 | Aceita |
| São Francisco | 40025000 | 0,0717 | 1,9797 | Aceita |
| São João | 40300000 | 0,0313 | 1,9935 | Aceita |
| Turvo Sujo | 56085000 | 0,3606 | 2,0369 | Aceita |

Os resultados mostram que a hipótese testada foi aceita para todos os cursos d'água, ou seja, não houve uma diferença estatística nos valores médios de $Q_{7,10}$.

Por exemplo, no processo de obtenção de outorga do uso da água no rio Doce, é plausível utilizar tanto o valor de 221,013 m³/s quanto o 219,705 m³/s para regiões próximas à estação Colatina, bem como usar o valor de 277,111 m³/s ou 276,082 m³/s para áreas nas proximidades da estação Resplendor, uma vez que essa diferença é irrelevante.

Uma possível causa para tal irrelevância pode ter sido a análise de estações cujas séries históricas apresentam poucas falhas, ou seja, face ao total de anos hidrológicos da série completa, poucos anos hidrológicos foram descartados.

Ainda, pode ser que exista uma relação entre a magnitude dos valores de vazão e a quantidade de anos hidrológicos da série histórica. Nesse caso, não foi possível perceber uma tendência, tendo em vista que foram estudadas apenas 22 estações.

É sabido que o valor outorgável de vazões, para cursos d'água cujo órgão gestor é o IGAM, é de 50% da $Q_{7,10}$. Assim, com o valor de 0,392 m³/s², vazão do rio Carandaí calculada por análise de frequência descartando-se anos hidrológicos com falhas, consultado pela Tabela 4, tem-se que a sua respectiva vazão de outorga é 0,196 m³/s.

CONCLUSÃO

Nas 22 estações estudadas, os valores de $Q_{7,10}$ encontrados descartando anos hidrológicos com falhas em períodos secos e não descartando os mesmos anos não diferiram estatisticamente.

Como a amostra utilizada nesse estudo foi de um número relativamente pequeno de estações, é cabível concluir, de maneira geral, que os anos hidrológicos com falhas em período de estiagem não acarretarão em variações relevantes no resultado final da $Q_{7,10}$ e, conseqüentemente, no processo de outorga do uso da água.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA).** (2007). *Diagnóstico da outorga de direitos de usos de recursos hídricos – Fiscalização dos usos de recursos hídricos no Brasil*. Brasília.
- BENETTI, A.D.; LANNA, A.E.; COBALCHINI, M.S.** (2003). Metodologias para determinação de vazões ecológicas em rios. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Vol. 8, No. 2, Junho 2003, pp. 149-169. Porto Alegre.
- CRUZ, J.C.** (2001). Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação de aspectos técnicos e conceituais. *Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre.
- DNAEE. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA.** (1976). *Glossário de termos hidrológicos*. Brasília.
- JÚNIOR, J. I. R.; SANTOS, N. T.; FILHO, S. M.** (2008). Estatística experimental. *Universidade Federal de Viçosa*, pp. 12-14. Viçosa.
- PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D.; KOETZ, M.** (2006). Estudo da vazão em cursos d'água. *Caderno didático da Universidade Federal de Viçosa*. Viçosa.
- SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; FOLEGATTI, M. V.; ORELLANA-GONZÁLEZ, A. M. G.** (2009). Situação dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. *Engenharia Agrícola*, Vol. 29, No. 4, pp. 578-590.
- SANTOS, E. H. M.; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C.** (2010). Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Vol. 14, No. 8, pp. 826-834.
- SILVA, A.M.; OLIVEIRA, P.M.; MELLO, C.R.; PIERANGELI, C.** (2006). Vazões mínimas e de referência para outorga na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Vol. 10, No. 2, pp. 374-380. Campina Grande.
- TUCCI, C.E.M.** (1997). *Hidrologia: Ciência e aplicação*. Porto Alegre.
- UFV. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA.** (2008). *Programas desenvolvidos pelo grupo de pesquisa em recursos hídricos da UFV*. Viçosa.