

IV- 252 - ESTUDO HIDROLÓGICO NO ALTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RIACHÃO - MG

Vicktória Patrícia Pereira de Andrade⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Faculdade Santo Agostinho. Pós-graduanda em Engenharia de Segurança do Trabalho na Universidade Cândido Mendes. Técnica em Química pela Fundação Educacional Montes Claros.

Rafael Alexandre Sá⁽²⁾

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Minas Gerais. Mestre em Produção Vegetal no Semiárido - Manejo e Conservação do Solo e da Água pela Unimontes. Especialista em Recursos Hídricos e Ambientais pela UFMG. Responsável Técnico da Localmaq Engenharia.

Mônica Durães Braga⁽³⁾

Bacharel em Ciências Biológicas (Unimontes-2003); Mestre em Medicina Veterinária (UFV-2007). Consultora Ambiental. Professora das Faculdades Santo Agostinho/Montes Claros/MG, Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos (SARHí/Ambiental/FACET/Santo Agostinho)

Endereço⁽¹⁾: Rua Paraíba, 81 – Centro – Montes Claros – MG – CEP: 39400-083 – Brasil – Tel: (38) 9 9242-7277 - e-mail: victoriaandradeeng@gmail.com

RESUMO

A bacia hidrográfica do rio Riachão apresenta um contexto histórico de escassez e conflito de água, decorrente dos impactos ambientais causados pelo uso e ocupação do solo de forma não conservacionista, principalmente na parte alta da bacia. Nesse aspecto, essa pesquisa objetivou-se em elaborar um estudo hidrológico, para compreender a disponibilidade hídrica, através das variáveis hidrológicas da série histórica de cota - vazão dos anos de 2007 a 2014 da estação de monitoramento fluviométrico do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, denominado Posto Fiscal 20 – Pau D'Óleo, localizada na área de abrangência do conflito, visando à gestão do recurso hídrico. Mediante a esses dados foi construído a curva-chave, sendo expressa pela equação $Q = 0,879022(h - 0,03)^{2,144857}$ a partir da regressão potencial, com o $R^2 = 0,836982$, utilizada para calcular as vazões do período de 01/01/2007 a 31/12/2014. Calculou-se a vazão de referência (Q_{90}) encontrando um valor de $0,063 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e determinou a curva de permanência em relação o percentual de ocorrência das vazões no período analisado, descrita pela equação $y = -0,059x + 0,5959$, através da regressão linear com o $R^2 = 1$. Em relação ao comportamento hidrológico com enfoque na distribuição hídrica, houve a relação de dados pluviométricos do período de 2007 a 2009, da estação pluviométrica (01643037) – HIDROWEB da Agência Nacional das Águas, com as vazões diárias do período analisado, sendo correlacionado com a obtenção da vazão ecológica mínima de $0,120 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ determinada pelos órgãos ambientais, equivalendo a vazão referência $Q_{80,36}$ que corresponde a uma cota de alerta de 0,425 metros na régua linimétrica na secção. Diante, desse cenário, torna-se possível propor adequações na regularização hidroambiental e no monitoramento aliado a fiscalização de captações superficiais, mediante ao critério de garantia da preservação da vazão ecológica mínima e do manejo sustentável na bacia.

PALAVRAS-CHAVE: Estudo Hidrológico, Série Histórica, Curva-chave, Vazão Ecológica Mínima, Regularização Hidroambiental.

INTRODUÇÃO

A hidrologia tem papel fundamental no gerenciamento dos recursos hídricos, pois estuda os fenômenos hidrológicos e os fatores que intervêm no ciclo da água. Devido a isso se torna de extrema importância à elaboração de estudos para compreender a dinâmica hídrica da bacia hidrográfica e por consequência direcionar técnicas de gestão integrada para solucionar os conflitos sociais e ambientais. Buscando dessa forma um manejo sustentável do recurso hídrico em relação às características hidroambientais do espaço em estudo, buscando a regularização das vazões adequadas na área de conflito, levando em consideração a disponibilidade de água na secção analisada.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo elaborar um estudo hidrológico na parte alta da bacia do rio Riachão localizada no norte de Minas Gerais, com enfoque na disponibilidade hídrica, a fim de propor um

método de regularização na área analisada. Mediante a construção da curva-chave da estação fluviométrica - Posto Fiscal 20 - Pau D'Óleo utilizando os dados da série histórica cota-vazão para determinar a vazão de referência (Q_{90}), a cota equivalente à vazão ecológica mínima e a curva de permanência. Bem como, averiguar o uso e a ocupação do solo na área de conflito e os possíveis impactos encontrados na bacia. Por fim, elaborar um hidrograma correlacionando a permanência da vazão ecológica mínima em relação aos dados da série histórica de vazões e os dados pluviométricos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Riachão (Figura 1), que drena uma área de aproximadamente 1.130 km², contemplando os municípios de Montes Claros, Coração de Jesus, Mirabela e Brasília de Minas. Segundo Soares et al. (2013) a região possui características semiáridas, definidas por duas estações, seca (abril a setembro) e chuvosa (outubro a março), que concentra cerca de 90% da pluviosidade. A importância de compreender a distribuição hídrica na bacia se deve ao conflito de escassez de água no alto-riachão e impactos ambientais registrados desde a década de 80, decorrentes do intenso uso do recurso hídrico pela agricultura e silvicultura, associado à baixa disponibilidade hídrica dos rios.

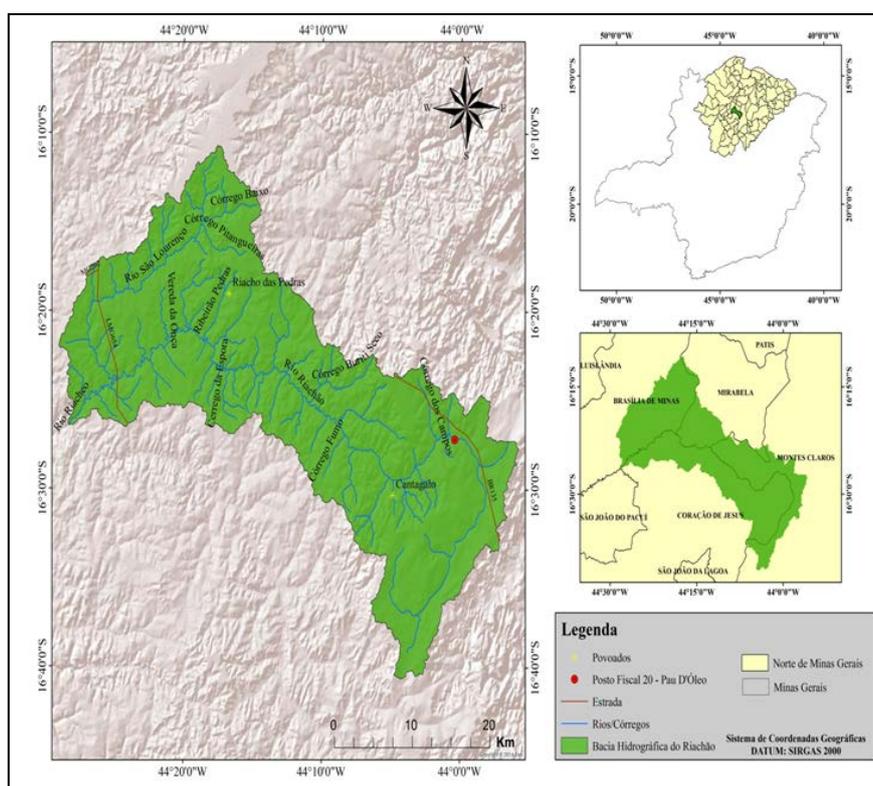


Figura 1: Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Riachão, em relação aos municípios mineiros e ao Posto Fiscal 20 – Pau D'Óleo.

Nesse aspecto, o levantamento de dados para realizar o estudo hidrológico consistiu na obtenção de dados fluviométricos da estação de monitoramento do IGAM, denominado Posto Fiscal 20 - Pau D'Óleo, situado nas coordenadas 16°27'11,1"S e 44°00'26,1"W, como pode ser observado na Figura 1. Sendo localizado à jusante da passagem da comunidade Pau D'Óleo e na secção onde foi estabelecida pelo Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (COPAM-MG) e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG), a vazão ecológica mínima de 120 l s⁻¹, à jusante da Lagoa Tiririca, onde nasce o rio Riachão, proposta aos órgãos ambientais e aos usuários, com o objetivo de assegurar disponibilidade hídrica para os usuários da bacia (SEMAD, 2010).

Para calcular a curva-chave da secção do Posto Fiscal 20 - Pau D'Óleo, utilizou a série histórica de cotas – vazões da medição de descarga líquida dos anos de 2007 a 2014 realizadas pelos hidrometristas do IGAM. O procedimento da construção da curva-chave seguiu a orientação metodológica desenvolvida por Collischonn e Dornelles (2013) desenvolvidas a partir das equações 1 a 5. Através regressão linear entre $\ln(Q)$ e $\ln(h - h_0)$, transformada em uma equação logarítmica (equação 1), logo após houve o ajuste de b e a (equação 2, 3 e 4). Por fim a obtenção da expressão da curva-chave (equação 5). Neste aspecto houve a organização dos dados de cota, vazão, vazão calculada e resíduos, representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Medição de descarga líquida dos anos de 2007 a 2014 do Posto Fiscal 20 - Pau D'Óleo.

Cota	Vazão	Vazão Calculada	Resíduos ²
H (m)	Q (m³/s)	Q Cal (m³/s)	Q - QCal
0,62	0,30875	0,27	0,001767412
0,68	0,38596	0,32	0,003762089
0,67	0,45567	0,31	0,019908911
0,55	0,23293	0,21	0,000702815
0,52	0,20437	0,18	0,000457824
0,5	0,19513	0,17	0,000728562
0,59	0,20881	0,24	0,000967373
0,59	0,22176	0,24	0,000329518
0,69	0,34384	0,33	8,10429E-05
0,6	0,22809	0,25	0,000424156
0,64	0,3016	0,29	0,000263295
0,57	0,18929	0,22	0,001126063
0,54	0,15622	0,20	0,001782925
0,52	0,14929	0,18	0,001134557
0,47	0,14522	0,15	3,44884E-06
0,44	0,14742	0,13	0,000399056
0,44	0,12705	0,13	1,54924E-07
0,59	0,35465	0,24	0,013164665
0,63	0,47007	0,28	0,037678113
0,51	0,28278	0,18	0,011514119
0,46	0,29713	0,14	0,024572401
0,42	0,15999	0,12	0,002010965
0,4	0,1413	0,10	0,001430272
0,41	0,14758	0,11	0,001470364
0,44	0,17984	0,13	0,002745382
0,36	0,09837	0,08	0,000266553
0,35	0,0845	0,08	5,50901E-05
0,44	0,15441	0,13	0,000727187
0,42	0,10602	0,12	8,32879E-05
0,48	0,10373	0,15	0,002520913
			Total: 0,132078515

$$\sum_{i=1}^N (\log(QE_i) - \log(QM_i))^2 = \sum_{i=1}^N (\log(\alpha \cdot h_i - h_0)^b - \log(QM_i))^2 \quad \text{equação (1)}$$

$$b = \left(\frac{\sum X_i \cdot Y_i - n \cdot \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sum X_i^2 - n \cdot \bar{X}^2} \right) \quad \text{equação (2)}$$

$$A = \bar{Y} - b \cdot \bar{X} \quad \text{equação (3)}$$

$$n = 10^A \quad \text{equação (4)}$$

$$Q = n \cdot (h - h_0)^b \quad \text{equação (5)}$$

A determinação da vazão Q_{90} e da cota correspondente à obtenção da vazão ecológica seguiu a orientação das equações 6 a 8, segundo Vergara (*et al.*, 2013). Através da organização das vazões diárias dos períodos de 01/01/2007 a 31/12/2014 em ordem decrescente e mediante aos cálculos dos intervalos de classes (equação 6), as vazões dos intervalos de classes (equação 7) e a frequência relativa classificadas em cada intervalo e no total de vazões (equação 8). Para construir a curva de permanência, foi feito a relação entre a frequência acumulada e as classes de vazões da série histórica.

$$\Delta X = \frac{[\ln(Q_{max}) - \ln(Q_{min})]}{n \cdot \text{Classes}} \quad \text{equação (6)}$$

$$Q_{i+1} = \exp[\ln(Q_i) - \Delta X] \quad \text{equação (7)}$$

$$F_i = \frac{N_{q_i}}{N_T} \cdot 100 \quad \text{equação (8)}$$

Os dados pluviométricos da Estação (1643037) foram obtidos do banco de dados HIDROWEB da Agência Nacional das Águas - ANA, constando as informações de precipitação mensal total do período de 2007 a 2014, abrangendo a seção analisada. Com propósito de saber as características da área de conflito houve visitas *in loco* no período de agosto a setembro do ano 2016 e elaborou-se um mapa temático de uso e ocupação do solo utilizou-se a imagem do satélite Landsat-8, SENSOR OLI com a data de passagem em 15/09/2016 disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A classificação da imagem foi realizada no software ArcGIS 10.3 de 2015, usando o sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) e o DatumWGS 84, o algoritmo adotado foi o MAXVER-ICM (Máxima Verossimilhança-InteratedConditionsModes).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O traçado para construção da curva-chave foi determinada a partir da regressão potencial, com R^2 (Coeficiente de Determinação) = 0,7058 representado na Figura 2. Vale salientar que a equação logarítmica ajustada foi aproximada ao máximo dos dados medidos, obtendo o R^2 de 0,836982, significa um valor aceitável, pois o ajuste perfeito é considerado um valor mais aproximado de 1. Nesse aspecto obteve-se os dados necessários para a construção da equação da curva – chave do Posto Fiscal 20 – Pau D'Óleo expressa pela equação 9.

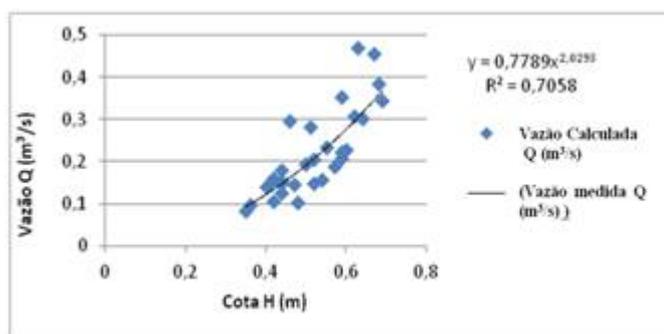


Figura 2: Curva – chave com regressão potencial $R^2 = 0,7058$.

$$Q = 0,879022 \cdot (h - 0,03)^{2,144857} \quad \text{equação (9)}$$

Para determinar a vazão de referência e a cota da vazão ecológica mínima, gerou-se a interpolação dos limites dos intervalos das 12 classes da série histórica, obtendo o valor de amplitude das classes de 0,304 m³/s, representando a variação da vazão. Já a variação de frequência foi encontrada pela diferença entre a frequência relativa na classe 11 e 12, correspondendo ao valor de 0,513. Onde Q₉₀ equivale a 0,063 m³/s e Q 80,36% representa a obtenção da vazão ecológica mínima de 0,120 m³/s no alto da bacia do rio Riachão. Através da sequência de classe de vazão e da frequência acumulativa de ocorrência das vazões, tornou-se possível a construção da curva de permanência dos dados da série histórica em relação o percentual de ocorrência, com regressão linear - R² igual a 1, conforme demonstrado na Figura 3.

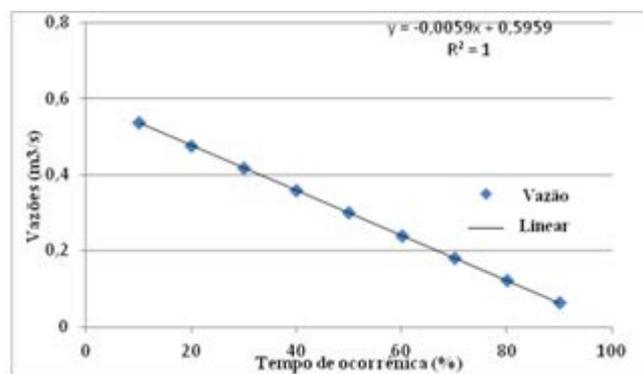


Figura 3: Curva de permanência da série histórica.

De acordo com o mapa temático da bacia apresentado na Figura 04, a água superficial encontrada na região é de 1,53%, correspondendo a uma área de 17,289 km², a incidência maior de água se concentra na parte alta da bacia, devido possivelmente à recarga hídrica das nascentes, visto que o período é de estiagem pluviométrica na região. Segundo Sá (2016), vem acentuando a escassez hídrica superficial na bacia, devido a grande pressão sobre as reservas subterrâneas na região, pois a contribuição responsável pelo fluxo de base passa a ser explorada diretamente por meio de poços profundos.

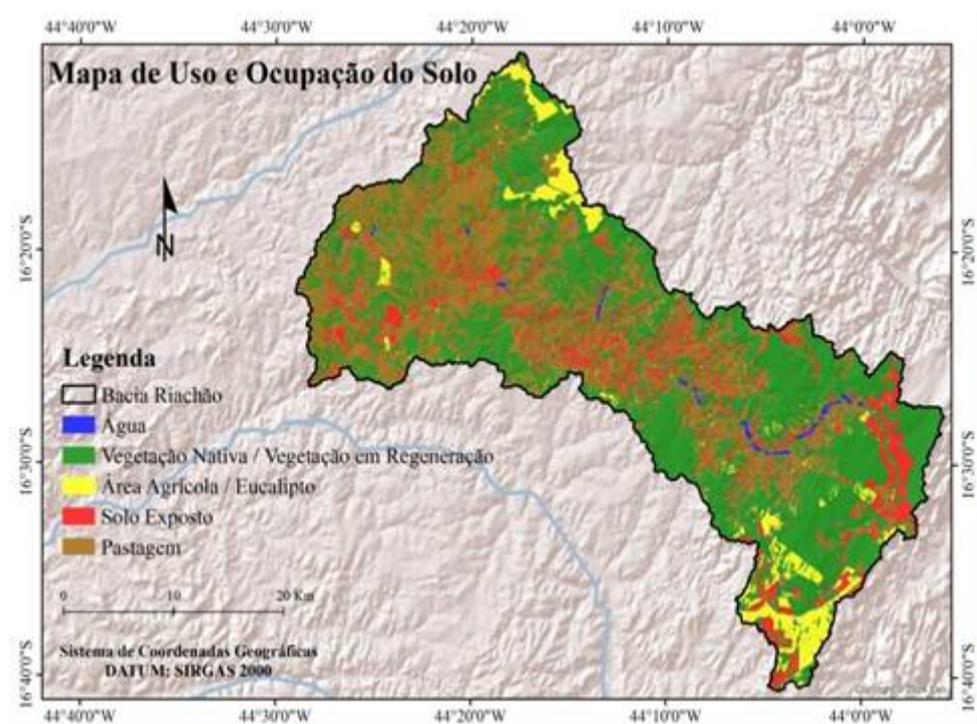


Figura 4: Mapa temático de uso e ocupação solo.

No caso da classificação de vegetação nativa / vegetação em regeneração, encontrou-se 47,75% correspondente a uma grande área de 539,575 km². Já as classes agrícola/ eucalipto na região possui um percentual baixo de 6,55% correspondendo a uma área de 74,015 km², comparando com a relação feita por Veloso et al. (2011) foi possível afirmar a diminuição da área plantada de ambas culturas, pois através dos mapas de uso e ocupação do solo dos períodos de 1999 a 2009 o eucalipto era de 17% e o cultivo agrícola era de 1% na bacia.

Além disso, a classificação da pastagem com o percentual relativamente alto, de 34,84%, correspondendo a uma área de 393,692 km², sendo uma das principais atividades encontradas na região em praticamente toda a extensão da bacia. De acordo com Afonso (2008) na região ocorre a utilização técnicas de manejo inadequado para o plantio do capim, característico da pecuária extensiva em enormes quantidades de terra, para a dessedentação de animais no período da seca.

Por fim, identificou-se o solo exposto localizado principalmente nas áreas de preservação permanente (APP), apresentando o percentual de 9,33% correspondendo a uma área de 105,429 km². Na visitação in loco e pela pesquisa de Veloso et al. (2010) confirmou-se a observação notada que no alto riachão a vegetação riparia se encontra quase extinta, em decorrência da ocupação da área de APP por eucalipto e pastagem em estágio de degradação na área que deveria haver a mata de galeria.

Com o hidrograma (Figura 5), através da relação dos dados de precipitação e cota – vazão o período de 01/01/2007 a 31/12/2014 de ambos os parâmetros, pode-se constatar a permanência da vazão ecológica mínima de 0,120 m³/s na maioria do período analisado correspondendo a uma cota de 0,425 metros na régua linimétrica, servindo de alerta para os órgãos ambientais através do monitoramento e fiscalização ambiental, de forma a suspender as captações superficiais e até mesmo subterrâneas nos períodos críticos, onde não há permanência da vazão ecológica mínima, respeitando os usos prioritários previstos em lei.

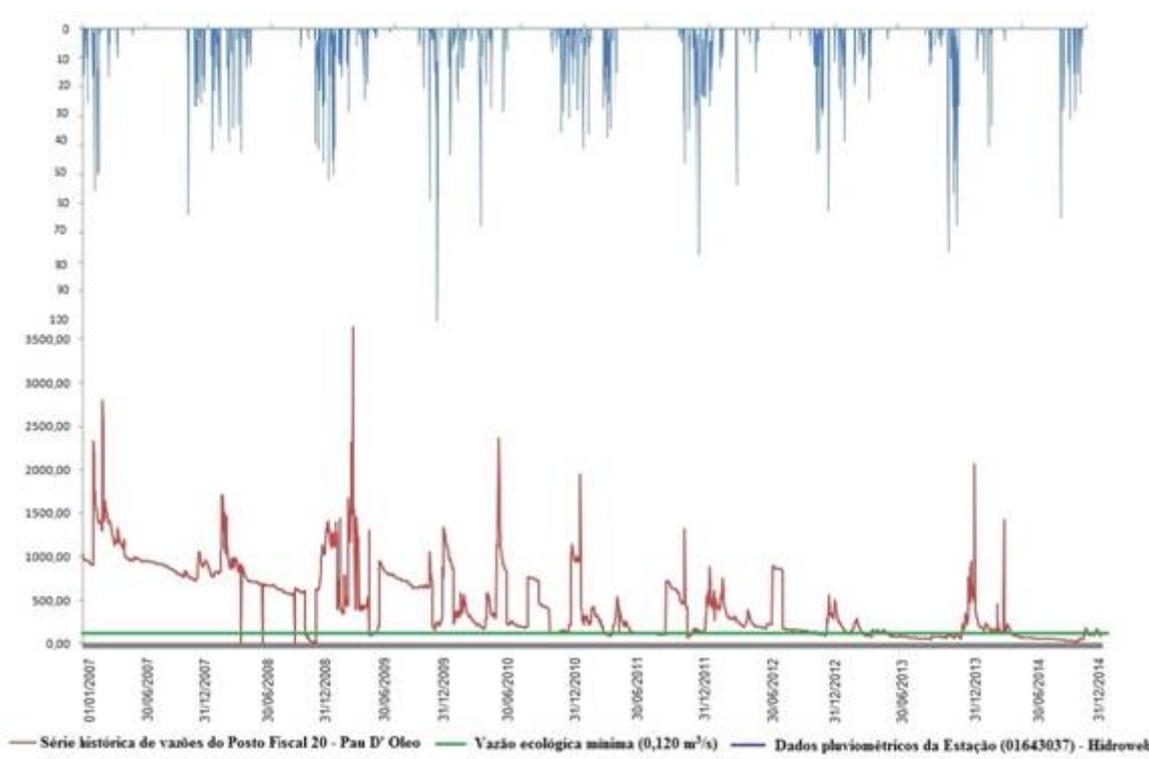


Figura 5: Hidrograma da correlação de precipitação e série histórica de vazão em relação à obtenção da vazão ecológica mínima de 0,120 m³/s.

Nas tabelas 2 a 9 estão contidas informações sobre a correlação da obtenção da vazão ecológica mínima (0,120 m³/s) através dos dados de precipitação e cota – vazão nos períodos analisados. Representando quantos dias em cada mês do ano, não houve a permanência da vazão ecológica mínima.

Tabela 2 – Correlação da obtenção da vazão ecológica mínima (0,120 m³/s) através dos dados de precipitação e cota – vazão do ano de 2007.

2007	Precipitação (mm)	Intervalo de obtenção da	Intervalo da cota diária	Ocorrência da Q < 0,120 m³/s
Meses	Mensal total	0,120 m³/s	m	Dias
Jan	98,1	0,910 - 1,060	1,046 - 1,121	0
Fev	236,2	1,296 - 2,800	1,228 - 1,746	0
Mar	23,8	1,201 - 1,643	1,186 - 1,368	0
Abr	13,9	1,079 - 1,329	1,130 - 1,242	0
Mai	2,5	0,956 - 1,016	1,070 - 1,100	0
Jun	0	0,937 - 0,996	1,060 - 1,090	0
Jul	0	0,917 - 0,956	1,050 - 1,070	0
Ago	0	0,898 - 0,917	1,040 - 1,050	0
Set	0	0,805 - 0,898	0,990 - 1,040	0
Out	7,6	0,770 - 0,842	0,970 - 1,010	0
Nov	164,3	0,718 - 1,057	0,940 - 1,120	0
Dez	111,3	0,842 - 1,057	1,010 - 1,120	0
Anual	657,70			0 dias

Tabela 3 - Correlação da obtenção da vazão ecológica mínima (0,120 m³/s) através dos dados de precipitação e cota – vazão do ano de 2008.

2008	Precipitação (mm)	Intervalo de obtenção da	Intervalo da cota diária	Ocorrência da Q < 0,120 m³/s
Meses	Mensal total	0,120 m³/s	m	Dias
Jan	150,1	0,770 - 0,842	0,970 - 1,010	0
Fev	125,9	0,857 - 1,705	1,018 - 1,392	1
Mar	190,1	0,823 - 0,984	1,000 - 1,084	0
Abr	70,8	0,709 - 0,901	0,934 - 1,042	0
Mai	12,5	0,678 - 0,709	0,916 - 0,934	1
Jun	0	0,663 - 0,693	0,906 - 0,925	0
Jul	0	0,603 - 0,678	0,869 - 0,916	0
Ago	0	0,561 - 0,603	0,841 - 0,869	1
Set	6,7	0,589 - 0,640	0,860 - 0,892	0
Out	3,9	-	-	30
Nov	228,8	0,620 - 1,323	0,880 - 1,240	0
Dez	272,5	1,100 - 1,406	1,140 - 1,275	0
Anual	1061,30			33 dias

Tabela 1 - Correlação da obtenção da vazão ecológica mínima (0,120 m³/s) através dos dados de precipitação e cota – vazão do ano de 2009.

2009	Precipitação (mm)	Intervalo de obtenção da	Intervalo da cota diária	Ocorrência da Q < 0,120 m³/s
Meses	Mensal total	0,120 m³/s	m	Dias
Jan	184,1	0,343 - 1,443	0,675 - 1,290	0
Fev	68,4	0,391 - 3,662	0,715 - 1,975	0
Mar	39,2	0,379 - 1,200	0,706 - 1,200	0
Abr	78,7	0,106 - 0,202	1,093 - 1,961	6
Mai	6,5	0,789 - 0,956	0,981 - 1,070	1
Jun	1,4	0,740 - 0,806	0,953 - 0,990	0
Jul	0	0,678 - 0,740	0,916 - 0,953	0
Ago	0	0,647 - 0,663	0,897 - 0,906	1
Set	53	0,647 - 1,050	0,897 - 1,116	0
Out	300,3	0,162 - 0,879	0,485 - 1,030	0
Nov	80,7	0,842 - 1,347	1,010 - 1,250	0
Dez	202,8	0,234 - 0,589	0,570 - 0,860	0
Anual	1015,10			8 dias

Tabela 2 - Correlação da obtenção da vazão ecológica mínima (0,120 m³/s) através dos dados de precipitação e cota – vazão do ano de 2010.

2010	Precipitação (mm)	Intervalo de obtenção da	Intervalo da cota diária	Ocorrência da Q < 0,120 m³/s
Meses	Mensal total	0,120 m³/s	m	Dias
Jan	38,2	0,234 - 0,509	0,570 - 0,805	0
Fev	6,9	0,570 - 0,234	0,490 - 0,570	0
Mar	210	0,268 - 0,582	0,605 - 0,855	0
Abr	53,1	0,823 - 2,363	1,000 - 1,616	0
Mai	36,8	0,207 - 0,263	0,540 - 0,600	0
Jun	0	0,182 - 0,207	0,510 - 0,540	0
Jul	0	0,717 - 0,773	0,939 - 0,972	0
Ago	0	0,392 - 0,465	0,630 - 0,640	0
Set	3,3	0,123 - 0,137	0,430 - 0,450	0
Out	82	0,120 - 0,225	0,425 - 0,560	0
Nov	204,5	0,937 - 1,950	1,060 - 1,480	0
Dez	174,5	0,212 - 0,448	0,545 - 0,760	0
Anual	809,30			0 dias

Tabela 3 - Correlação da obtenção da vazão ecológica mínima (0,120 m³/s) através dos dados de precipitação e cota – vazão do ano de 2011.

2011	Precipitação (mm)	Intervalo de obtenção da	Intervalo da cota diária	Ocorrência da Q < 0,120 m³/s
Meses	Mensal total	0,120 m³/s	m	Dias
Jan	92,9	0,182 - 0,428	0,510 - 0,745	0
Fev	27,5	0,123 - 0,170	0,430 - 0,495	22
Mar	237,9	0,144 - 0,537	0,460 - 0,825	0
Abr	51,6	0,130 - 0,263	0,440 - 0,600	0
Mai	0	0,120 - 0,130	0,425 - 0,440	4
Jun	0	0,120 - 0,120	0,425 - 0,425	28
Jul	0	-	-	31
Ago	0	0,611 - 0,725	0,874 - 0,944	0
Set	0	0,396 - 1,318	0,720 - 1,238	0
Out	110	0,123 - 0,174	0,430 - 0,500	12
Nov	251,9	0,123 - 0,605	0,430 - 0,870	2
Dez	340,8	0,278 - 0,888	0,615 - 1,035	0
Anual	1112,60			99 dias

Tabela 4 - Correlação da obtenção da vazão ecológica mínima (0,120 m³/s) através dos dados de precipitação e cota – vazão do ano de 2012.

2012	Precipitação (mm)	Intervalo de obtenção da	Intervalo da cota diária	Ocorrência da Q < 0,120 m³/s
Meses	Mensal	0,120 m³/s	m	Dias
Jan	138,8	0,283 - 0,752	0,620 - 0,960	0
Fev	32,7	0,230 - 0,315	0,565 - 0,650	0
Mar	82,8	0,195 - 0,384	0,525 - 0,710	0
Abr	7,7	0,186 - 0,263	0,515 - 0,600	0
Mai	42,2	0,166 - 0,234	0,490 - 0,570	0
Jun	0	0,842 - 0,898	1,010 - 1,040	0
Jul	0	0,147 - 0,174	0,465 - 0,500	0
Ago	4,3	0,147 - 0,159	0,465 - 0,480	0
Set	2,6	0,123 - 0,147	0,430 - 0,465	0
Out	6,4	0,120 - 0,147	0,425 - 0,465	23
Nov	293,9	0,123 - 0,559	0,430 - 0,840	2
Dez	77,3	0,126 - 0,390	0,435 - 0,715	0
Anual	688,70			25 dias

Tabela 5 - Correlação da obtenção da vazão ecológica mínima (0,120 m³/s) através dos dados de precipitação e cota – vazão do ano de 2013.

2013	Precipitação (mm)	Intervalo de obtenção da	Intervalo da cota diária	Ocorrência da Q < 0,120 m³/s
Meses	Mensal	0,120 m³/s	m	Dias
Jan	166,7	0,120 - 0,299	0,425 - 0,635	6
Fev	26,7	0,120 - 0,249	0,425 - 0,585	12
Mar	43,6	0,120 - 0,159	0,425 - 0,480	14
Abr	105,5	0,120 - 0,159	0,425 - 0,480	4
Mai	0	-	-	31
Jun	3,8	-	-	30
Jul	0	-	-	31
Ago	0	-	-	31
Set	6	-	-	30
Out	52,1	-	-	31
Nov	165,6	0,123 - 0,225	0,430 - 0,560	24
Dez	456,4	0,155 - 0,956	0,475 - 1,070	0
Anual	1026,40			244 dias

Tabela 6 - Correlação da obtenção da vazão ecológica mínima (0,120 m³/s) através dos dados de precipitação e cota – vazão do ano de 2014.

2014	Precipitação (mm)	Intervalo de obtenção da	Intervalo da cota diária	Ocorrência da Q < 0,120 m³/s
Meses	Mensal	0,120 m³/s	m	Dias
Jan	0	0,144 - 2,068	0,460 - 1,520	0
Fev	14,5	0,137 - 0,242	0,450 - 0,578	0
Mar	62,3	0,122 - 1,418	0,429 - 1,280	0
Abr	35,3	0,123 - 0,225	0,430 - 0,560	12
Mai	4,5	-	-	31
Jun	0	-	-	30
Jul	0,6	-	-	31
Ago	0	-	-	31
Set	0	-	-	30
Out	112,8	-	-	31
Nov	80,6	0,126 - 0,178	0,126 - 0,178	22
Dez	93,4	0,120 - 0,166	0,120 - 0,166	12
Anual	404,00			230 dias

Pois o comportamento hidrológico de uma bacia está relacionado, fundamentalmente, com a precipitação efetiva que produz escoamento direto que, por sua vez, está diretamente relacionado com a capacidade de infiltração da água no solo (LIMA, 2008). Sendo demonstrado que quando há um baixo índice pluviométrico, ocorre à diminuição da vazão como o que aconteceu principalmente nos anos de 2013 e 2014 (Tabelas 8 e 9). Portanto, cabe ressaltar que esses resultados da permanência da vazão podem estar relacionados também com outros fatores como a baixa infiltração no solo e consequente diminuição da manutenção das águas subterrâneas e superficiais do local analisado.

CONCLUSÕES

Ao término da elaboração do estudo hidrológico do alto da bacia hidrográfica do rio Riachão, foi possível obter, a curva-chave da série histórica, a partir da regressão potencial, com R^2 igual a 0,84, significa um valor excelente, pois o ajuste perfeito é considerado um valor mais aproximado de 1. As vazões diárias correspondentes da série histórica. A vazão de referência (Q_{90}) de 0,063 m³/s correspondente a uma cota igual ou maior que 0,32 m.

A vazão de referência $Q_{80,36}$ que corresponde vazão ecológica 120 l s⁻¹ mínima que equivale a uma cota igual ou maior que 0,42 m. A curva de permanência a partir da regressão linear, com R^2 igual a 1. Na caracterização do uso e a ocupação do solo, foi identificado impactos ambientais, principalmente assoreamento. Em relação ao hidrograma, foi possível verificar a permanência da vazão ecológica mínima na maioria do período analisado.

Em relação ao comportamento hidrológico, foi determinado um nível limimétrico de alerta, mediante o critério de garantia da preservação da vazão ecológica mínima. Tornando possível propor adequações na regularização hidroambiental e na fiscalização de captações superficiais no alto da bacia do rio Riachão.

Contudo, para resolver os conflitos na bacia, torna-se necessário promover a gestão adequada em relação aos usos do recurso hídrico pelos usuários e a realização de diversas intervenções, que inclui a limpeza da calha do rio e a revegetação nas margens. Além disso, devem ser adotadas práticas conservacionistas de solo e água, como a construção de barragens no leito do rio e nas proximidades, bem como terraços, com propósito de conter a água da chuva para controlar o escoamento superficial em toda a sua extensão, promovendo assim a infiltração de água no solo e em consequência o abastecimento dos lençóis freáticos e a regularização da vazão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AFONSO, P. C. S. Gestão e Disputa pela Água na Sub-Bacia do Riachão, Montes Claros/MG. Uberlândia: UFU, 2008. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2008.
2. COLLISCHON, Walter; DORNELLES, Fernando. Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais. Porto Alegre: **ABRH**, 2013. 350 p.
3. LIMA, W. P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. Apostila. USALQ/USP. Piracicaba, SP. 2008. 245 p.
4. SÁ, Rafael Alexandre. **Simulação hidrológica e projeções das vazões mínimas do rio riachão - MG, usando o modelo swat**. 2016. 79f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2016.
5. SEMAD - SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Comitê de bacias hidrográficas dos rios Jequitaiá e Pacuí: Plano diretor das bacias hidrográficas dos rios Jequitaiá, Pacuí e trechos do rio São Francisco**. Belo Horizonte: SEMAD, 2010.
6. SOARES, L. C.; VELÁSQUEZ, L. N. M. Estimativa da recarga aquífera na bacia do rio riachão, norte de Minas Gerais. **Resista Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**, v. 27, n 2; p.104-120. 2013
7. VELOSO, Gabriel Alves; LEITE, Marcos Esdras; ALMEIDA, Jefferson Willian Lopes. Aplicação da geotecnologia no estudo da preservação/supressão da mata ciliar na bacia do rio Riachão/MG. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS, 1., 2010. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Porto Alegre, 2010. p. 1 – 12.
8. VELOSO, Gabriel Alves; LEITE, Marcos Esdras; ALMEIDA, Maria Ivete Soares de. Geotecnologias aplicadas ao monitoramento do uso do solo na bacia hidrográfica do riachão, no norte de Minas Gerais. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 28, n 2, p. 165 -184, 2011.
9. VERGARA, Fernán Enrique; REIS, Franciana Cardoso dos; FILHO, Luiz Norberto Lacerda Magalhães; REZENDE, Cláudia Da Silva Aguiar. Proposta de vazão de referência q_{90} para o rio formoso na bacia do Araguaia1. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 10, n. 1 , p. 084-102, jan. / fev. 2013.