

RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

CARACTERIZAÇÃO HIDROLÓGICA DA SUB- BACIA DO RIO CAPIVARI

Marcus Vinícius Ferreira Nunes – mnunes@engambiental.ufla.br

Universidade Federal de Lavras

Paula Eliza Pereira – paulaeliza@engambiental.ufla.br

Universidade Federal de Lavras

Estefânia Maria Sousa Zákha – estefstew@gmail.com

Universidade Federal de Lavras

Geovane Fernandes da Silva – gfsilva@engambiental.ufla.br

Universidade Federal de Lavras

Mirian Fátima Alves – mirian@engambiental.ufla.br

Universidade Federal de Lavras

Gilberto Coelho – coelho@deg.ufla.br

Universidade Federal de Lavras

1. RESUMO

Com o desenvolvimento e consolidação dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e o surgimento de formas digitais consistentes de representação do relevo, como os Modelos Digitais de Elevação (MDEs), a delimitação de bacias tem se tornado cada vez mais precisa. (Araujo et al, 2009). Desse modo, este trabalho teve como objetivo a análise de uma metodologia para delimitação automática da sub-bacia do Rio Capivari e interpretar seus dados hidrológicos. A bacia analisada localiza-se em uma região onde o rendimento específico (RE7,10) e rendimento específico com 90% de permanência (RE90) é, em média, maior que $5,5 \text{ Ls}^{-1}\text{Km}^{-2}$. Alves, L. (2014). Os rendimentos RE7,10 e RE90 são respectivamente $5,57 \text{ Ls}^{-1}\text{Km}^{-2}$ e $8,37 \text{ Ls}^{-1}\text{Km}^{-2}$. Já o índice de regularização natural I7,10 encontrado, foi de 24,90% evidenciando que a bacia possui uma capacidade média de regularização natural de vazão.

Palavras-chave: Indicadores hidrológicos, gestão, recursos hídricos.

2. OBJETIVO

O objetivo desse estudo é delimitar a sub-bacia hidrográfica do Rio Capivari e interpretar seus dados hidrológicos.

3. METODOLOGIA

O posto fluviométrico escolhido foi de Itumirim, com código 61078000, localizado no município de Itumirim no estado de Minas Gerais. A bacia que engloba o posto fluviométrico é a Bacia do Rio Grande.

Para a aquisição da cena do tipo ASTER, foi criada uma imagem com uma delimitação grosseira da bacia sendo salva em shape, utilizando o ArcGis, onde foram feitos o upload e o arquivamento da mesma no site www.earthexplorer.usgs.gov/.

Estabelecidas as cenas, fez-se um mosaico, ajustou-se a projeção para South America Albers Equal Area Conic, a fim de reduzir alguns dos efeitos de distorção de uma projeção. Após ajustar as projeções, foi necessário o preenchimento de falhas com o comando “fill”.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Direção de fluxo

Define as relações hidrológicas entre pontos diferentes dentro de uma bacia hidrográfica. As conexões hidrológicas de direção de fluxo entre dois pontos em uma superfície não são as mesmas que aquelas baseadas em distância Euclidiana (RENNÓ et al., 2008). A direção de fluxo (Figura 1) na rede de drenagem que pode ser obtida pela função “flow direction”, gera uma grade regular definindo as direções de fluxo. Determinou-se também o fluxo acumulado, permitindo identificar o grau de confluência do escoamento dentro da bacia.

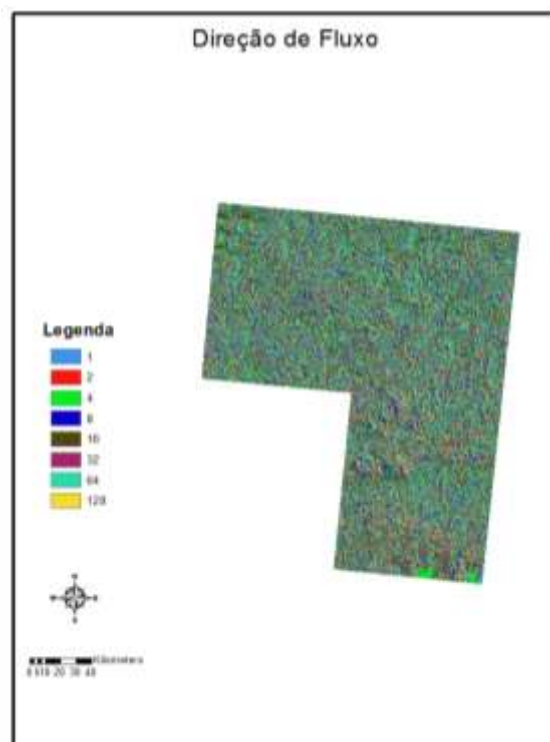


Figura 1. Mapa Direção de Fluxo Bacia Rio Grande.

4.2. Delimitação da Bacia

Uma Bacia é constituída pelo conjunto de superfícies que, através de canais e tributários, drenam a água da chuva, sedimentos e substâncias dissolvidas para um canal principal cuja vazão ou deflúvio converge numa foz do canal principal num outro rio, lago ou mar. A bacia é delimitada pelos divisores de água (GRANELL-PÉREZ,2004).

São necessários os mapas de direção de fluxo e fluxo acumulado para delimitar a bacia (Figura 2). A delimitação foi feita utilizando a função “*Watershed*”. O valor de área de cada bacia hidrográfica gerada corresponde à quantidade de células que são processadas. A área da bacia é igual a 1813,12 km².



Figura 2. Mapa da Bacia do Rio Grande.

4.3. Rede de drenagem hierarquizada

Foi utilizado o método de Strahler para hierarquizar a rede de drenagem, determinando a bacia do rio Grande como de ordem 5.

4.4. Precipitação Mensal

As séries históricas da ANA já possuíam as precipitações diárias e mensais. Mesmo com os dados prontos, foram calculadas as precipitações mensais novamente a fim de verificar se a série continha alguma falha, o que não foi verdade. Dessa forma, somou-se todas as precipitações diárias de cada mês, chegando-se ao resultado obtido na tabela 1.

Tabela 1. Precipitação Mensal.

ITUMIRIM												
Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
1970	389,4	173,8	122,2	80,3	9	19,2	22	58,9	75,4	162,7	198	157,4
1971	236,8	12,2	107,6	38,8	3	106,4	4	0	76,2	221,8	195,2	519,4
1972	220,8	284,1	201,2	61,5	24,7	0	87,6	23	46,6	196,8	298,8	237,6
1973	257,4	93,8	100,4	77	54,4	32	6,8	18,4	44,2	157	130,4	235,2
1974	355,4	79,8	264	91,8	11,3	61,4	0	7,4	11,4	172,2	53,4	378
1975	138,2	233,6	55,8	106,2	16,3	2,1	21	0	37,2	116	378,1	159
1976	127,8	209,5	233,2	54	130	21,4	73,9	98,7	159	100,2	181,8	253,8
1977	277,6	56,9	117,1	55	20,5	2,9	0	39	143,2	59,2	330,9	177,3
1978	360,7	121,2	128,2	41,5	72,3	21,1	42	0,8	31	155,2	183,1	267,8
1979	266,1	351,6	159,7	56,4	89,3	0	59	43,2	90,4	59,5	161,7	332,7
1980	425,9	159,1	87,2	138,4	4,6	104,2	0	9,1	32,6	71	277,9	297,8
1981	297,8	89,5	223,6	42	19,9	47,2	0	23	45,2	142,1	341,4	259,7
1982	384	203	318	78,3	11,9	8,5	18,4	6,2	31,3	180,3	193,6	466,5
1983	343	217,4	293	184,3	112,8	115,2	54	1,2	363,8	148,6	256,6	484,1
1984	180,2	25,7	108,6	40,8	53	0	0	36,5	95,1	53,7	159,2	263
1985	414,1	211,2	365,4	7,4	33,6	3,6	0	4,1	56,3	63,8	221,1	384,8

4.5. Precipitação por ano Hidrológico.

Foram calculadas as precipitações de acordo com os anos hidrológicos. Cada ano hidrológico tem o intervalo com início em outubro e término em setembro do ano posterior. Somou-se as precipitações totais de cada intervalo, e assim obteve-se a série de precipitação por ano hidrológico, demonstrada na tabela 2 abaixo.

Tabela 2. Precipitação por ano Hidrológico

Ano	Precipitação Ano hidrológico
70/71	1103,1
71/72	1885,9
72/73	1417,6
73/74	1405,1
74/75	1214
75/76	1760,6
76/77	1248
77/78	1386,2
78/79	1721,8
79/80	1515
80/81	1434,9
81/82	1802,8
82/83	2525,1
83/84	1429,2
84/85	1571,6

As precipitações máximas diárias anuais sendo estas apresentadas na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3. Precipitação Máxima Anual.

Ano	Máx. Diária Anual
1970	68,4
1971	109
1972	56
1973	55,2
1974	96,4
1975	89,8
1976	100,6
1977	58
1978	110,4
1979	58,8
1980	76,4
1981	72,3
1982	90,4
1983	88
1984	68,6
1985	85

Plotou-se os gráficos de precipitação mensal na cidade de Itumirim e de precipitação total do ano hidrológico.

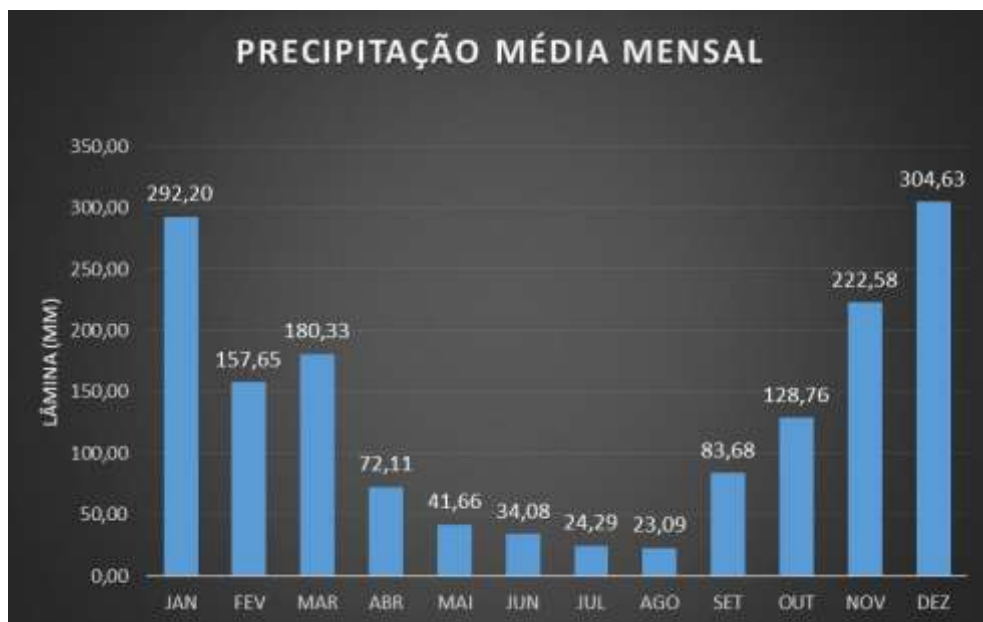


Gráfico 1. Precipitação Média Mensal.

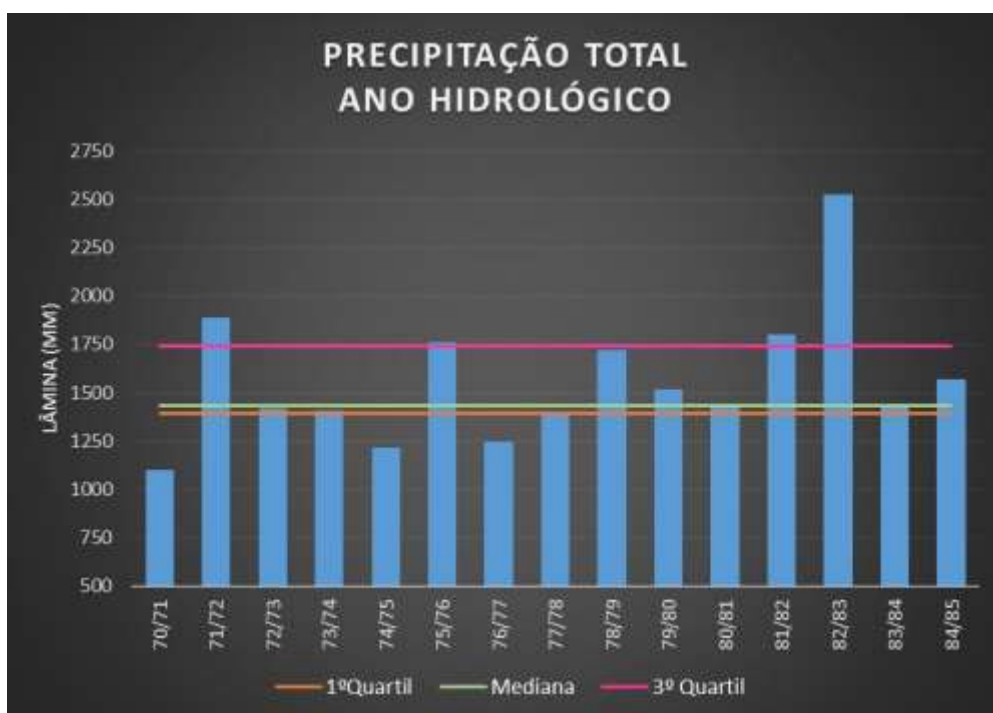


Gráfico 2. Precipitação Total Ano Hidrológico.

4.6. Cálculo Da Precipitação Média Da Bacia Hidrográfica.

Para o cálculo do balanço hídrico é necessário calcular a precipitação média na bacia, que utiliza as áreas de contribuição, das estações pluviométricas, geradas pelos polígonos de Thiessen. O cálculo foi realizado mensal e anualmente e estão representados na Tabelas 4 e 5 a seguir.

A precipitação média foi gerada a partir da somatória da multiplicação da área de contribuição de cada ponto pluviométrico com a precipitação média do mês ou ano, dividido pela área total da bacia hidrográfica.

Tabela 4. Precipitação Média na Bacia Hidrográfica na região de Itumirim.

PRECIPITAÇÃO MÉDIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DA CIDADE DE ITUMIRIM											
Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
246,8	131,3	97,0	53,9	7,7	18,8	31,0	56,4	67,5	89,0	142,1	108,5
123,9	54,0	62,9	22,8	1,8	88,8	2,1	11,0	63,8	154,2	142,7	270,6
154,6	235,0	174,8	38,9	27,3	0,5	74,4	27,9	47,4	145,7	239,1	212,7
162,4	118,6	102,4	54,1	41,7	19,0	12,4	11,2	42,3	148,3	98,8	209,5
233,5	54,5	252,4	73,3	13,3	65,7	0,0	11,4	14,3	93,7	95,0	269,0
173,8	215,5	91,6	46,3	24,0	0,5	18,9	0,0	41,0	92,3	283,3	145,7
155,1	167,7	159,1	51,8	104,0	31,6	61,0	80,2	131,4	97,2	189,0	229,7
232,8	29,1	150,1	82,9	10,3	5,4	1,3	42,2	102,8	47,2	212,6	182,9
252,3	114,9	123,1	32,8	58,0	22,9	38,6	5,9	16,7	151,6	222,9	153,6
173,9	223,3	120,1	60,9	49,0	0,0	51,4	43,0	90,9	80,5	155,5	267,6
278,1	152,4	92,5	130,2	12,5	59,1	0,8	26,3	36,1	57,0	245,4	354,7
275,8	44,4	212,3	66,0	21,1	37,0	0,7	26,9	35,8	131,9	219,3	242,0
223,2	111,7	239,4	46,5	20,8	25,5	19,2	15,7	36,7	159,9	138,1	382,2
358,2	185,4	288,8	119,3	105,2	117,2	41,2	0,4	295,1	130,1	164,7	321,9
111,0	48,6	81,8	67,7	53,0	0,0	0,8	25,2	78,8	47,3	139,0	206,3
352,7	139,8	217,6	24,6	30,5	13,9	0,0	8,8	66,7	41,6	184,7	310,1

Tabela 5. Precipitação Anual

Ano Hidrológico	P _{anual} (mm)
70/71	770,8
71/72	1348,1
72/73	1161,5
73/74	1175,2
74/75	1069,3
75/76	1463,4
76/77	1172,8
77/78	1107,8
78/79	1340,6
79/80	1291,5
80/81	1377,2
81/82	1331,8
82/83	2191,0
83/84	1083,7
84/85	1247,2

4.7. Tabulação Da Série Hidrológica De Vazão.

Os Gráficos 3 e 4, a seguir, referem-se a vazão média mensal e vazão média mensal por ano hidrológico para o posto fluviométrico de Itumirim.

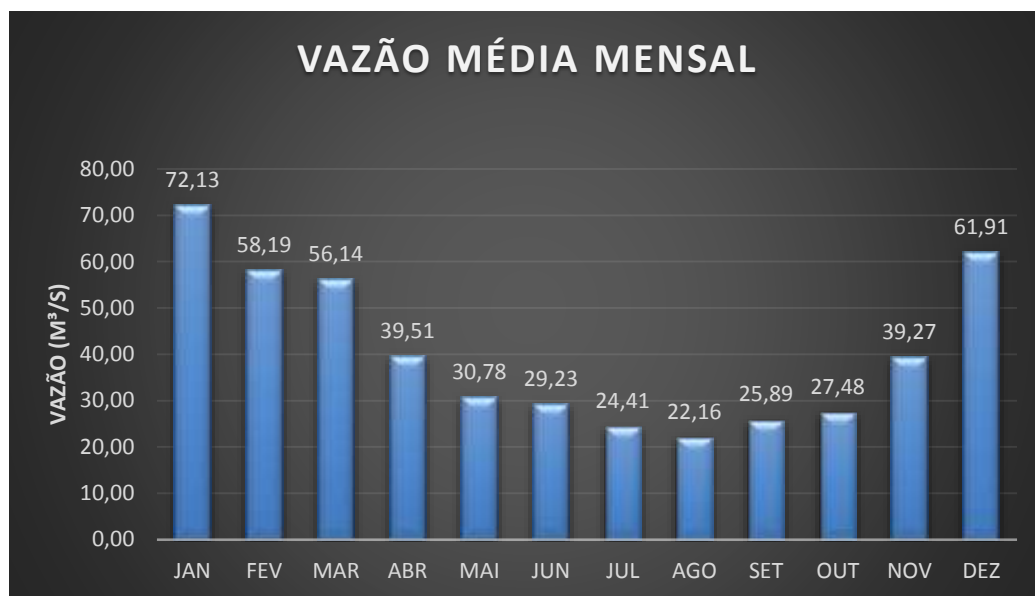


Gráfico 3. Vazão média mensal para o ano gregoriano

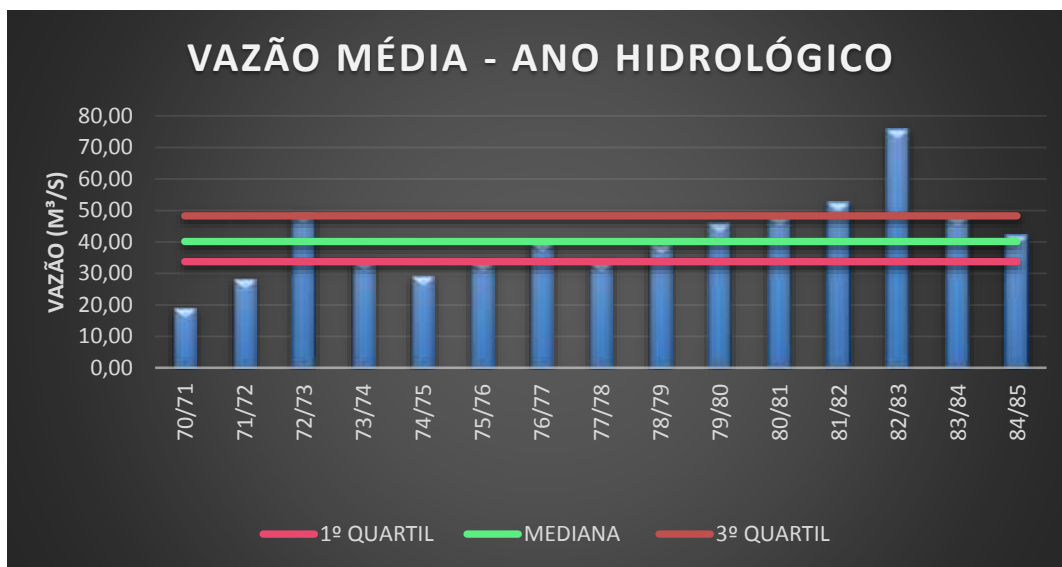


Gráfico 4. Vazão média mensal por ano hidrológico

4.8. INDICADORES HIDROLÓGICOS

Obteve-se os indicadores hidrológicos para a Bacia do Rio Grande por meio do Microsoft Office Excel, conforme representado a seguir:

A. Rendimento Específico Médio

$$Q_{mlt} = 40,53 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

B. Vazões mínimas

$$Q_{90} = 15,18 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

$$Q_{95} = 13,80 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

C. Rendimento Específico com 90% de permanência

$$Re_{90} = 8,37 \text{ L/s*km}^2$$

D. Rendimento Específico com relação a $Q_{7,10}$

$$Re_{7,10} = 5,57 \text{ L/s*km}^2$$

E. Índice de regularização natural

$$I_{90} = 37,45\%$$

F. Índice de regularização natural

$$I_{7,10} = 24,90\%$$

G. Índice de comparação de vazões de referência

$$I_c = 1,50$$

H. Indicador da vazão média de cheia

$$r_{mc} = 4,63$$

I. Indicador do limite superior da faixa de inundação ribeirinha

$$R_{100} = 6,94$$

J. Vazão específica máxima

$$RE_{qmax} = 103,52 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

K. Taxa de restituição do aquífero com base na restituição

$$Trap = 0,6$$

L. Coeficiente de escoamento superficial

$$C = 0,31$$

M. Coeficiente de evapotranspiração

$$C_{ETP} = 0,44$$

5. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos das séries de vazão e de precipitação em um período de 15 anos, de 1970 à 1985, conclui-se que a precipitação segue um padrão, ocorrendo em sua menor proporção no período de inverno, que são os meses de junho a agosto, com o seu mínimo chegando a 23,09mm. Ao comparar os dados de precipitação e vazão, percebe-se que ambos obtiveram um ano hidrológico de 82/83 irregular em comparação aos outros anos, chegando à uma lâmina próxima a 2500 mm e uma vazão acima de $70 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

A bacia analisada localiza-se em uma região onde o rendimento específico (RE7,10) e rendimento específico com 90% de permanência (RE90) é, em média, maior que $5,5 \text{ Ls}^{-1} \text{Km}^{-2}$. Alves, L. (2014). Os rendimentos RE7,10 e RE90 são respectivamente $5,57 \text{ Ls}^{-1} \text{Km}^{-2}$ e $8,37 \text{ Ls}^{-1} \text{Km}^{-2}$.

Já o índice de regularização natural I7,10 encontrado, foi de 24,90% evidenciando que a bacia possui uma capacidade média de regularização natural de vazão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TUCCI C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. 2001.

ARAÚJO, E. P. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM**. Abr. 2009. p. 4631-4638.

MELLO, C.R. **Princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. Lavras. UFLA. 2013.

SOBRINHO, T.A. **Delimitação Automática de Bacias Hidrográficas Utilizando Dados SRTM**. Engenharia Agrícola. 2010. p. 46-57.