

AValiação DA QUALIDADE DAS ESTaÇõES E DOS DADOS FLUVIOMÉTRICOS DA SUB-BACIA DO RIO DAS MORTES

Denise Christina de Rezende¹ e Marcos Antônio Correntino da Cunha¹

Resumo – A sub-bacia do Rio Das Mortes, cuja drenagem faz parte de importantes municípios do Estado de Mato Grosso, tem como fonte de informações de dados de vazões, apenas cinco estações ao longo do trecho do rio Das Mortes. Como essa sub-bacia está em grande desenvolvimento, tanto na zona urbana como na rural, certamente as informações de vazões não só do rio Das Mortes como também de seus afluentes serão solicitadas para subsidiar os diversos projetos, estudos e planos que se desenvolverão nessa sub-bacia. Como há poucas informações fluviométricas nesta sub-bacia, este trabalho tem como objetivo usar uma metodologia para avaliar os dados e as estações do trecho do rio Das Mortes, após a análise de consistência, utilizando um período de dez anos, de 1987 a 1996, com a finalidade de mostrar as suas qualidades, além de poder selecioná-las para utilização em estudos de correlação ou de regionalização, para obter dados em outros mananciais sem estações fluviométricas ou sem dados de vazões, nessa mesma sub-bacia hidrográfica.

Abstract – Das Mortes river basin suffer a large development, as the urban zone as the rural zone. Then it need some information about discharge of Das Mortes river and their affluent, to subsidize many disquisitions and projects about water resources, sanitation and environment in region. The fluviometric information existents about that basin are scant, because it has only five fluviometric stations to take stream gauging in Das Mortes river. Then the objective of this paper aims is originate a methodology to evaluate those fluviometric stations, to show their quality and choose them for studies like correlation and regional analysis, to supply information about other rivers in Das Mortes river basin that don't have fluviometric stations or without information about discharge.

Palavras-Chave - avaliação da qualidade, sub-bacia do Rio Das Mortes, escolha de estações fluviométricas.

¹ Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Rua 148 n.º 485, Setor Marista, CEP 74170-110, Goiânia – GO. Fone: (062) 281-1522. Fax: (062) 281-1709. E-mail: gehitego@zaz.com.br.

INTRODUÇÃO

O rio Das Mortes nasce na serra São Lourenço, município de Cuiabá. É um dos principais afluentes da margem esquerda do rio Araguaia, no qual se lança com uma bacia hidrográfica de 55.580 km², após um percurso de 890 km, tendo como principais afluentes os rios: São João, Curuá, Tesouro e Cumbuco pela margem esquerda, e os rios: Sangradouro, Das Almas e Pindaíba pela margem direita.

O Alto Rio Das Mortes têm suas terras de alta fragilidade potencial, compreendendo 73,1% de sua bacia, sendo caracterizadas por apresentarem ambientes naturais extremamente frágeis, relacionados a solos arenosos e solos pouco desenvolvidos em relevos dissecados, com ocorrências de ressaltos topográficos e, na maior parte, delimitados por escarpas.

Já o Baixo Rio Das Mortes corresponde basicamente às superfícies rebaixadas da Depressão do Rio Araguaia, onde ocorrem as superfícies de acumulação inundáveis da Planície do Bananal, relacionadas a solos Lateríticos e com problemas de hidromorfismo.

A bacia hidrográfica formada por esse rio e seus afluentes, tem poucas estações fluviométricas, e em conseqüência, poucas informações de dados de vazões, fazendo com que as cinco estações existentes neste rio sejam bem analisadas e fornecedoras de dados confiáveis, visando um possível estudo de correlação ou de regionalização, objetivando a obtenção de dados de vazões para locais sem informações fluviométricas.

A figura 1 mostra a localização da bacia do Rio das Mortes, com suas estações fluviométricas.

CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO E SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES

A análise da qualidade dos dados de vazões e das estações fluviométricas é de grande importância e interesse para propor e/ou usar critérios para classificação e seleção de estações ou postos fluviométricos, com vistas aos estudos de regionalização, regressão e correlação das vazões médias, mínimas e máximas.

Para classificação e seleção das estações fluviométricas foi utilizado o critério de subjetividade e o conceito de grau atribuído a cada estação.

Desta maneira, durante e após a análise de consistência dos dados fluviométricos das estações da sub-bacia do Rio Das Mortes, foram verificadas:

- as falhas de observações em relação aos períodos de importância sazonais, apresentando dificuldade de recuperar e estimar os dados através de correlações;
 - a quantidade ou a rotatividade dos observadores durante o período de dez anos;
 - as condições hidráulicas das seções de medições;
 - a condição da seção transversal para extrapolação, sem transbordamento nas margens;
 - a análise de continuidade e de percentuais de vazões médias no trecho do rio Das Mortes;
 - a extensão da extrapolação da curva-chave nos ramos inferior e superior;
 - a quantidade de curvas-chaves no período analisado;
-

- alterações do talvegue e do fundo do rio;
- a cobertura de medições em vários intervalos de cotas;
- as variações das vazões específicas;
- a quantidade de vazões diárias estimadas e duvidosas;
- a porcentagem de desvios inferiores a 10% em relação a vazão medida e a calculada;
- as opiniões dos hidrometristas de campo sobre as estações e observadores;
- a escolaridade dos observadores.

Verificou-se que a crítica das estações utilizando-se de procedimento subjetivo, foi praticamente coincidente com o critério de atribuições de graus, utilizando-se de notas e pesos.

CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS ESTAÇÕES AO LONGO DO TRECHO DO RIO DAS MORTES

Rio das Mortes (código 26040000)

A estação localiza-se em trecho retilíneo, com curva a 300 m a montante.

O local da instalação das réguas não é protegido, pois existe um balneário próximo à seção. Verifica-se a possibilidade de transbordamento pela margem esquerda. O leito é rochoso e arenoso, constando de um canal natural com presença de corredeira. As margens direita e esquerda são arenosas, apresentando média inclinação e vegetação rasteira.

A medição de vazão é feita com barco preso no cabo de aço.

Durante o período de 1987 a 1996 a estação teve dois observadores.

Toriqueje (código 26050000)

Localiza-se em longo trecho retilíneo, com curva a jusante da seção de medição de vazão, com leito constituído de areia e pedras. O controle é do tipo canal natural. As margens direita e esquerda são em terra, com média inclinação e vegetação tipo cerrado. Verifica-se também que o leito sofre um alargamento logo após a seção de medição de vazão.

A seção de medição de vazão não é adequada para cotas altas, devido à ocorrência de extravasamento.

A medição de vazão é feita com barco preso no cabo de aço.

Durante o período de 1987 a 1996 a estação teve oito observadores.

Xavantina (código 26100000)

Localiza-se em longo trecho retilíneo, com leito arenoso e rochoso, sendo o controle do tipo canal natural com corredeira a jusante da seção de medição de vazão. As margens são formadas por areia, sendo a direita com forte inclinação e a esquerda com média inclinação.

A vegetação é do tipo cerrado em ambas as margens.

A medição de vazão é feita com barco preso no cabo de aço.

Durante o período de 1987 a 1996 a estação teve dois observadores, ambos com instrução primária.

Trecho Médio (código 26200000)

Localiza-se em longo trecho retilíneo, tendo como controle um canal natural, constituído de leito arenoso. As margens são arenosas, com média inclinação. A margem direita apresenta-se com vegetação baixa e a esquerda com vegetação alta.

A seção é adequada para medições de vazão em cotas baixas e médias, sendo que poderá haver transbordamento em cotas altas.

A medição de vazão é feita com auxílio de sextante.

Durante o período de 1987 a 1996 a estação teve cinco observadores, todos com instrução primária.

Santo Antônio do Leverger (código 26300000)

Localiza-se em longo trecho retilíneo, tendo como controle um canal natural, com leito formado por areia e pedras. As margens são arenosas, com baixa inclinação e vegetação tipo cerrado. A seção de réguas, na margem esquerda, é instável nas épocas de cheia e, o local não é protegido. Possível extravasamento pela margem direita.

A medição de vazão é feita com auxílio de sextante.

Durante o período de 1987 a 1996 a estação teve dois observadores, ambos com instrução até o segundo grau.

PERÍODO CRÍTICO

Houve um período crítico entre os anos de 1989 a 1992, em que as visitas de inspeção às estações foram poucas, deixando as mesmas quase abandonadas. Isso causou desistência à maioria dos observadores, falhas de leitura, quantidade de medições de vazão insuficiente e grande descontinuidade dos dados. Recomenda-se ter maior cuidado quando da utilização de dados fluviométricos desse período, referentes às cinco estações do rio Das Mortes.

A partir de 1993 foi normalizada a situação, sendo atualmente feitas quatro visitas por ano.

CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES UTILIZANDO O CONCEITO DE GRAU

A classificação através deste método foi baseada nas falhas de observação, nas estimativas e dúvidas dos dados de cotas e vazões, na quantidade de curvas-chaves e/ou tabelas de calibragem, na extrapolação da curva-chave e nos desvios das vazões medidas em relação às calculadas, conforme os seguintes itens:

1. Porcentagem total de falhas diárias em cotas, considerando valores estimados;
2. Porcentagem total falhas diárias em vazões;
3. Valores de vazões estimados e/ou duvidosos;
4. Quantidade de medições de vazão realizadas no período;
5. Quantidade de curvas-chaves e/ou tabelas de calibragem;
6. Intervalo de extrapolação da curva-chave no ramo inferior;

7. Extrapolação da curva-chave no ramo superior;
8. Quantidade de medições com desvios inferiores a 10%.

A tabela 1, com base no período de 1987 a 1996, mostra os valores das notas e dos pesos atribuídos, de acordo com os intervalos, quantidades e com os itens especificados de 1 a 8.

Para a avaliação total de cada estação foi utilizada a fórmula dada pela equação 1 abaixo.

$$NG = \frac{\sum (P \times N)}{\sum P} \quad (1)$$

Onde: P = peso de cada item;

N = notas parciais, por itens;

NG = nota geral da estação.

A tabela 2 mostra o critério do conceito utilizado para cada estação, em função da nota geral.

AVALIAÇÃO DAS ESTAÇÕES

Falhas diárias em cotas e vazões

A quantidade de falhas de cotas e vazões no período de 1987 a 1996 foi levantada, considerando-se também os valores estimados para as cotas.

De acordo com a tabela 1, foram obtidas para estes dois itens as notas conforme mostra a tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Notas referentes a falhas diárias em cotas e vazões

Estação	Falhas em cotas (%)	Nota	Falhas em vazões (%)	Nota
Rio das Mortes	23,7	4	25,5	3
Torixoréu	24,4	4	24,2	4
Xavantina	2,44	9	1,67	10
Trecho Médio	8,66	7	8,16	7
Santo Antônio do Leverger	19,9	5	19,3	5

Valores de vazões estimados e/ou duvidosos

A quantidade de vazões diárias estimadas foi levantada para o período estudado, atribuindo em seguida as seguintes notas, de acordo com a tabela 1.

A tabela 4 mostra as notas obtidas para cada estação.

Tabela 4: Notas referentes a vazões estimadas e/ou duvidosas.

Estação	Vazões estimadas e/ou duvidosas (%)	Nota
Rio das Mortes	6,49	8
Torixoréu	6,14	8
Xavantina	1,48	10
Trecho Médio	1,37	10
Santo Antônio do Leverger	7,83	8

Quantidade de Medições

A quantidade de medições por ano variou muito durante o período estudado. Entre os anos de 1990 e 1992 foi realizada somente uma medição, em 1989 e 1991 não foram feitas medições e nos demais anos foram realizadas de três a quatro medições.

Outra observação é que a amplitude de cotas das medições realizadas não foi suficiente para uma boa definição da curva-chave em toda sua extensão, necessitando de medições em outras cotas para evitar grandes valores de extrapolações.

Na tabela 5 abaixo estão apresentadas as quantidades de medições para cada estação, e as respectivas notas.

Tabela 5: Notas referentes a quantidade de medições.

Estação	Quantidade de medições	Nota
Rio das Mortes	21	3
Torixoréu	18	1
Xavantina	20	3
Trecho Médio	15	1
Santo Antônio do Leverger	15	1

Quantidade de Curvas-chaves e/ou tabelas de calibragem

A tabela 6 abaixo apresenta a quantidade de curvas e/ou tabelas para cada estação, e as respectivas notas.

Tabela 6: Notas referentes a quantidade de curvas-chaves ou tabelas.

Estação	Quantidade de curvas-chaves e/ou tabelas	Nota
Rio das Mortes	2	9
Torixoréu	2	9
Xavantina	2	9
Trecho Médio	2	9
Santo Antônio do Leverger	1	10

Intervalo de extrapolação da curva-chave no ramo inferior

O período em estudo possui duas curvas para as quatro primeiras estações. Foi adotada na atribuição da nota o maior valor de extrapolação, sendo que para algumas curvas não houve extrapolação. O resultado dos cálculos está apresentado abaixo, na tabela 7.

Tabela 7: Notas referentes a extrapolação no ramo inferior.

Estação	Extrapolação(cm)	Nota
Rio das Mortes	82	6
Torixoréu	14	10
Xavantina	28	10
Trecho Médio	9	10
Santo Antônio do Leverger	3	10

Extrapolação da Curva-chave no ramo superior

Como o período em estudo possui duas curvas, sendo que para ambas houve extrapolação do ramo superior, foi adotada na atribuição da nota o maior valor de extrapolação.

O resultado está apresentado abaixo, conforme a tabela 8.

Tabela 8: Notas referentes a extrapolação no ramo superior.

Estação	Extrapolação(%)	Nota
Rio das Mortes	121	4
Torixoréu	157	3
Xavantina	267	1
Trecho Médio	133	4
Santo Antônio do Leverger	89,8	6

Quantidade de medições com desvios inferiores a 10%

Neste item calcula-se a quantidade de medições com desvio abaixo de 10%, a partir da relação entre os valores de vazões obtidos pela curva-chave e/ou tabela de descarga e os valores das vazões medidas.

Os resultados dos cálculos estão apresentados na tabela 9.

Tabela 9: Notas referentes a quantidade de medições com desvios inferiores a 10%.

Estação	Quantidade de desvios abaixo de 10% (%)	Nota
Rio das Mortes	95,0	10
Torixoréu	88,9	8
Xavantina	85,0	8
Trecho Médio	93,3	10
Santo Antônio do Leverger	100	10

Avaliação geral das estações

Após os cálculos parciais apresentados nos itens anteriores, a Tabela 10 mostra a nota geral de cada estação, calculada utilizando a equação 1 e o conceito, de acordo com a tabela 2.

Tabela 10 – Notas e conceitos

Itens	Notas								Nota	Conceito
	1	2	3	4	5	6	7	8	Geral	
Estações										
Rio das Mortes	4	3	8	3	9	6	4	10	5,80	Ruim
Toriqueje	4	4	8	1	9	10	3	8	5,80	Ruim
Xavantina	9	10	10	3	9	10	1	8	6,75	Razoável
Trecho Médio	7	7	10	1	9	10	4	10	6,85	Razoável
Santo Antônio do Leverger	5	5	8	1	10	10	6	10	6,90	Razoável

CONCLUSÕES

O critério utilizado, que ainda poderá ser aperfeiçoado, com acréscimo de outros parâmetros que contribuam para a determinação da qualidade das estações e dos dados, e ainda com uma nova redistribuição de notas, pesos e intervalos, constitui um método de avaliação que poderá ser utilizado quando da escolha de estações para estudos de correlação e regionalização de vazões.

No caso particular das estações do rio Das Mortes, sugere-se considerar que apenas as estações de conceitos razoável, que foram Xavantina, Trecho Médio e Santo Antônio do Leverger, poderão ter seus dados de vazões utilizados em estudos referentes à transferência ou correlação de vazões de uma maneira geral.

Para estudos de regionalização, relacionados com vazões mínimas e máximas, sugere-se observar os itens e os parâmetros referentes à extrapolação nos ramos inferior e superior respectivamente. Observa-se que a estação de Xavantina, só não foi considerada boa devido a sua extrapolação no ramo superior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CUNHA, M. A. C. 1997. Projeto Análise de Consistência de Dados Fluviométricos da Bacia do Rio Tocantins – Sub-bacia 26. Relatório Técnico. CPRM. Goiânia.
- PRODEAGRO, Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral do Estado de Mato Grosso. 1995. Caracterização Hidrográfica do Estado de Mato Grosso. Relatório Preliminar. Cuiabá.
- ELETOBRÁS. 1995. Diretoria de Planejamento e Engenharia. Departamento de Recursos Energéticos. Metodologia para Regionalização de Vazões. Rio de Janeiro.
- TUCCI, C. E. M. 1997. Hidrologia. Ciência e Aplicação. Segunda Edição. Editora FRGS. ABRH. Porto Alegre.

Tabela 1 – Valores das notas e dos pesos

1 - Cotas (falhas diárias apresentadas)									PESO = 1	
INTERVALOS (%)	0 ≤ 2	2 ≤ 5	5 ≤ 8	8 ≤ 11	11 ≤ 15	15 ≤ 20	20 ≤ 25	25 ≤ 30	30 ≤ 35	> 35
NOTA	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2 - Vazão (falhas diárias apresentadas)									PESO = 2	
INTERVALOS (%)	0 ≤ 2	2 ≤ 5	5 ≤ 8	8 ≤ 11	11 ≤ 15	15 ≤ 20	20 ≤ 25	25 ≤ 30	30 ≤ 35	> 35
NOTA	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
3 - Vazão (valores estimados e/ou duvidosos)									PESO = 2	
INTERVALOS (%)	0 ≤ 2	2 ≤ 5	5 ≤ 10	10 ≤ 15	15 ≤ 20	20 ≤ 25	25 ≤ 30	> 30		
NOTA	10	9	8	7	6	4	2	1		
4 - Quantidade de Medições									PESO = 3	
QUANTIDADE	> 30	27 ≤ 30	24 ≤ 27	21 ≤ 24	18 ≤ 21	≤ 18				
NOTA	10	9	7	5	3	1				
5 – Quantidade de Curva - Chave e/ou Tabela de Calibragem									PESO = 3	
QUANTIDADE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	≥ 10
NOTA	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
6 – Extrapolação da Curva - Chave no Ramo Inferior									PESO = 3	
INTERVALOS (cm)	≤ 30	31 - 50	51 - 70	71 - 90	91 - 110	111 - 130	>130			
NOTA	10	8	7	6	4	2	1			
7 – Extrapolação da Curva - Chave no Ramo Superior									PESO = 4	
INTERVALO (%)	≤20	20≤40	40≤60	60≤80	80≤100	100≤120	120 ≤ 140	140 ≤ 160	160 ≤ 180	>180
NOTA	10	9	8	7	6	5	4	3	2	
8 – Quantidade de Medições com Desvios Inferiores a 10%									PESO = 2	
INTERVALO (%)	90 ≤ 100	80 ≤ 90	70 ≤ 80	65 ≤ 70	60 ≤ 65	≤ 60				
NOTA	10	8	6	4	2	1				

Tabela 2 – Conceito para avaliação geral.

NOTA GERAL	≤ 6	6 ≤ 7	7 ≤ 9	9 ≤ 10
CONCEITO	RUIM	RAZOÁVEL	BOA	ÓTIMA

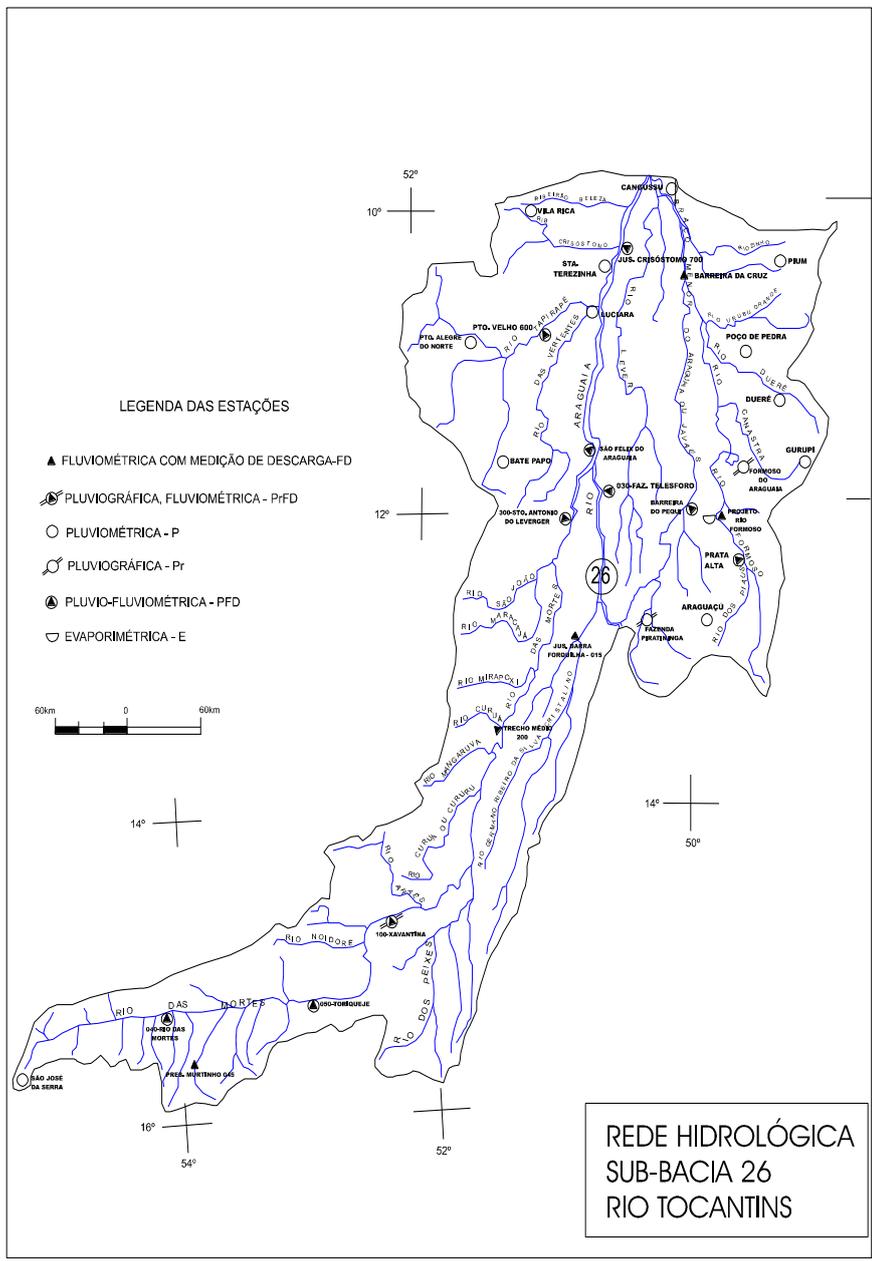


Figura 1 – Localização do rio das Mortes