Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Caracterização hidromorfométrica da bacia do Dourados localizada no centro-sul do Mato Grosso do Sul

Hydromorphometric characterization of Dourados' basin located in south-central of Mato Grosso do Sul

Fabiane Kazue Arai[1], Silvio Bueno Pereira[2], Fabrício Correia de Oliveira[3], Leonardo de Souza Damália[3]

[1]Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Rodovia Dourados-Itahum, km 12, CEP 79805-095, Dourados, MS. E-mail: fabiane.kazue.arai@gmail.com;
[2]Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), Campus Universitário, Viçosa, MG;
[3]Engenheiro Agrônomo, Dourados, MS

Recebido em: 05/12/2011 Aceito em: 21/06/2012

Resumo. A caracterização de uma bacia hidrográfica consiste na determinação dos parâmetros hidromorfométricos, que são indicadores físicos e hidrológicos da bacia. Esta caracterização tem grande aplicação como indicadores para previsão do grau de vulnerabilidade da bacia a fenômenos como enchentes, inundações, erodibilidade, dentre outros. O presente trabalho teve como objetivo a caracterização física e hidrológica da bacia hidrográfica do rio Dourados, pertinentes aos dados de área de drenagem, perímetro, coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, declividade média, máxima e mínima, altitude média, máxima e mínima, sinuosidade do rio principal, ordem dos cursos d'água, densidade de drenagem, precipitação, vazão e balanço hídrico. Os resultados permitiram concluir que: a caracterização morfométrica da bacia do rio Dourados aponta para uma bacia de forma alongada; a declividade média da bacia do rio Dourados foi de 2,76%, caracterizando o relevo como plano, com drenagem deficiente e com altitude média de 449,5 m; a bacia hidrográfica do rio Dourados é de quinta ordem; o regime de precipitação apresenta uma oscilação unimodal, com período chuvoso compreendido entre os meses de outubro a março, onde também foram obtidos os maiores valores de vazão; a bacia do rio Dourados apresentou coeficiente de escoamento médio de 0,34.

Palavras-chave. Características fisiográficas, hidrologia, SIG

Abstract. The hydromorphometric characterization of a watershed consists of determining the parameters that are physical and hydrological indicators of a basin. This characterization has great application as indicators for predicting the degree of vulnerability of the basin to phenomena such as floods, flooding, erodibility, among others. Based on this approach, the aim of this work was the physical and hydrological characterization in the basin of the Dourados' river, relevant to drainage area, perimeter, compactness coefficient, shape factor, circularity index, average slope, maximum, minimum and average height, minimum and maximum sinuosity of the main river, the order of watercourses, drainage density, precipitation, flow and water balance. The results showed that: a morphometric characterization of the Dourados' river basin points to an elongated basin, the average slope of the Dourados' river basin was 2.76%, characterizing as a relief plan, with poor drainage and average elevation of 449.5 m, the Dourados' river Basin is the fifth order, the precipitation regime shows a unimodal oscillation, with the rainy season between the months October to March, which also showed the highest values of flow, the Dourados' river basin had average runoff coefficient of 0.34.

Keywords. Physiographic characteristics, hydrology, GIS

Introdução

A bacia hidrográfica pode ser definida como a unidade fisiográfica limitada por divisores topográficos que limitam as áreas de terras drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes. A bacia hidrográfica é responsável pela coleta das

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

águas pluviais conduzidas para seu sistema de drenagem natural incluindo todos os usos da água e do solo existentes na localidade (Queiroz, 2009).

A caracterização de uma bacia hidrográfica consiste na determinação dos parâmetros fisiográficos, que são indicadores físicos da bacia. Esta caracterização tem grande aplicação como indicadores para previsão do grau de vulnerabilidade da bacia a fenômenos como enchentes, inundações e erodibilidade (Cardoso et al., 2006).

Para Villela & Mattos (1975), as características físicas de uma bacia constituem elementos de grande importância para avaliação de seu comportamento hidrológico, pois, ao se estabelecer relações e comparações entre eles e dados hidrológicos conhecidos, pode-se determinar indiretamente os valores hidrológicos em locais nos quais faltem dados. Christofoletti (1970) ressaltou ainda que a análise de aspectos relacionados a drenagem, relevo e geologia pode levar à elucidação e compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local.

A caracterização fisiográfica de uma microbacia hidrográfica é fundamental para a elaboração e instalação de projetos de infra-estrutura, pois conhecendo a dinâmica do escoamento superficial de uma bacia, tem como minimizar enchentes e direcionar o fluxo de água pluvial para pontos estratégicos da unidade hidrográfica. Essas informações são úteis também para a disponibilidade de água, através de medições de vazão, sem esquecer o potencial de oferta de água para a irrigação, garantindo o seguro contra seca ou veranicos e ainda a expressão da máxima potencialidade das culturas e o consequente dinamismo sócio-econômico que esta impõe à região (Moura et al., 2006).

A estimativa da disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica é uma das informações mais importantes no que diz respeito ao gerenciamento de recursos hídricos. A disponibilidade de precipitação numa bacia durante o ano é fator determinante para quantificar, entre outros, a necessidade de irrigação de culturas e abastecimento de água doméstico e industrial. A determinação da intensidade da precipitação é importante para o controle de inundação e a erosão do solo. Por sua capacidade de produzir escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais importante para a hidrologia (Bertoni & Tucci, 2002).

As análises necessárias para a caracterização da bacia hidrográfica podem ser auxiliadas pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG), o que torna os trabalhos hidrológicos extremamente rápidos e automatizados. O SIG é utilizado como ferramenta para a produção de mapas, suporte à análise espacial e de fenômenos ou como um banco de dados geográficos com funções de armazenamento e recuperação de informações espaciais referentes à bacia em estudo (Neto et al., 2007).

Santos & Andrade (2005) salientam que o geoprocessamento é uma ferramenta muito utilizada para a gestão de recursos hídricos e do meio ambiente, especificamente na determinação da disponibilidade hídrica e das condições de utilização de outros recursos naturais, como uso e ocupação dos solos, existência ou não de vegetação, etc., para fins de planejamento e controle do aproveitamento das potencialidades da região.

A bacia do rio Dourados é de suma importância para o município de Dourados (MS), pois suas águas superficiais abastecem 75% da população urbana do município. Os principais usos da água do rio Dourados são para abastecimento público, irrigação, dessedentação de animais e industrial (Ayres, 2000).

Considerando que as bacias hidrográficas representam unidades de gestão de recursos hídricos, que o conhecimento das suas características hidromorfométricas é essencial para subsidiar o gerenciamento desses recursos, e devido à importância da bacia do rio Dourados, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização hidromorfométrica da bacia hidrográfica do rio Dourados, com uso do Sistema de Informação Geográfica, pertinentes aos dados de área de drenagem, perímetro, coeficiente de compacidade, fator de forma, índice de circularidade, declividade média, máxima e mínima, altitude média, máxima e mínima, sinuosidade do rio principal, ordem dos cursos d'água, densidade de drenagem, precipitação, vazão e balanço hídrico.

Material e Métodos

A área de estudo compreendeu a bacia hidrográfica do rio Dourados situada na região centro-sul do Estado de Mato Grosso do Sul, limitada pelas coordenadas geográficas 21º56'37" e 22º38'06"de latitude sul e os meridianos 53º59'57" e 55º57'26" de longitude oeste. É uma região que se caracteriza como sendo de grande potencial para o

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

desenvolvimento da agricultura em decorrência da expansão de sua fronteira agrícola (MATO GROSSO DO SUL, 2000).

Na Figura 1 têm-se a localização da bacia do rio Dourados, em relação ao Brasil e os limites municipais, pertencente à bacia hidrográfica do Ivinhema, que, por sua vez, se insere na bacia hidrográfica do rio Paraná.

A. B.

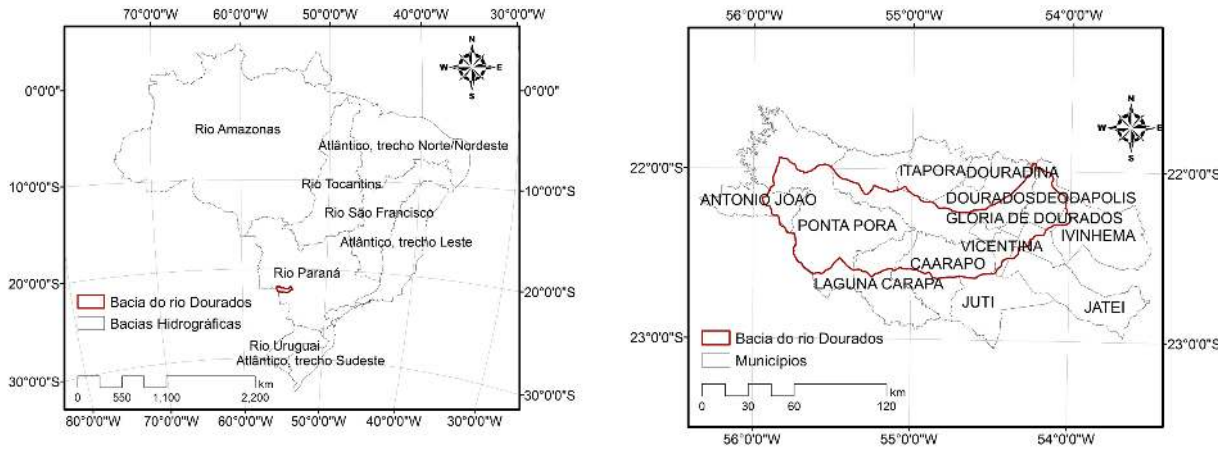

Figura 1. (A) Localização da bacia hidrográfica do rio Dourados; (B) Bacia hidrográfica do rio Dourados e os limites municipais nos quais se encontra.

Caracterização morfométrica

As atividades para geração do banco de dados geográficos foram realizadas pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG), por meio do programa ArcGis 10.

Para gerar a bacia hidrográfica de interesse foram necessárias imagens georreferenciadas (obtidas gratuitamente pela website http://srtm.csi.cgiar.org/, que divulgam imagens da Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM), da área desejada. Foram utilizadas as cenas Z_25_17 e Z_26_17, abrangendo a área de localização da bacia hidrográfica do rio Dourados.

Para análise da bacia hidrográfica foram utilizados os seguintes parâmetros morfométricos: área de drenagem; perímetro; coeficiente de compacidade; fator de forma, índice de circularidade, declividade, altitude, sinuosidade do rio principal, densidade de drenagem e ordem dos cursos d'água, tal como descritos na sequência.

Coeficiente de Compacidade

Para determinação do coeficiente de compacidade foi utilizada a expressão:

$$K_C = 0{,}28\frac{P}{\sqrt{A}}$$

em que K_c o coeficiente de compacidade, P perímetro (m) e A área de drenagem (m^3).

Fator de Forma

O fator de forma foi determinado utilizando-se a seguinte equação:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

em que K_f o fator de forma e L o comprimento do eixo da bacia (km).

Índice de Circularidade

O índice de circularidade foi determinado baseado na seguinte equação:

$$IC = 12{,}57\frac{A}{P^2}$$

em que, IC é o índice de circularidade, adimensional.

Declividade e Altitude

O modelo digital de elevação hidrologicamente consistente (MDEHC) foi utilizado como entrada para a geração dos mapas de declividade e altitude. As classes de declividade foram separadas em seis intervalos distintos (EMBRAPA, 1979), conforme apresentado na Tabela 1.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 1. Classificação da declividade segundo a EMBRAPA (1979)

Declividade (%)	Relevo
0 – 3	Plano
3 – 8	Suave ondulado
8 – 20	Ondulado
20 – 45	Fortemente ondulado
45 – 75	Montanhoso
> 75	Fortemente montanhoso

Sinuosidade do Rio Principal

A sinuosidade do curso d'água (Sin) foi determinada pela relação entre o comprimento do rio principal (L) e o comprimento de um talvegue (L_{tv}).

Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem foi dada pela expressão:

$$D_d = \frac{L_t}{A}$$

em que D_d é a densidade de drenagem (km km^{-2}) e L_t o comprimento total dos cursos d'água na bacia (km).

Ordem dos Cursos D'água

A ordem dos cursos d'água representa o grau de ramificação do sistema de drenagem da bacia e foi determinada seguindo o critério introduzido por Horton (1945) e modificado por Strahler (1957). Pelo critério de Strahler são considerados de primeira ordem os canais que não possuem tributários; quando dois canais de primeira ordem se unem é formado um segmento de segunda ordem podendo ter afluentes também de primeira ordem; ou seja, dois rios de ordem "n" dão lugar a um rio de ordem "n+1" (Silveira, 2004). A junção de um canal de dada ordem a um canal de ordem superior não altera a ordem deste (Cardoso et al., 2006).

Caracterização hidrológica:Precipitação pluvial

Foram utilizados os dados pluviométricos de estações disponíveis na bacia do rio Dourados, perfazendo 18 estações pluviométricas, sendo 17 estações pertencentes à Agência Nacional de Águas (ANA) e uma da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). As séries históricas variaram do ano de 1973 a 2010.

Para o cálculo da precipitação média na área de drenagem da bacia do rio Dourados, foi utilizado o método do Polígono de Thiessen, segundo Euclydes & Ferreira (2002). O cálculo foi realizado pela média ponderada entre a precipitação de cada estação e o peso a ela atribuído, que é a área de influencia da precipitação em cada estação, ou seja:

$$P_m = \frac{\sum_{j=1}^{n}\left(P_j A_j\right)}{\sum_{j=1}^{n} A_j}$$

em que P_j precipitação em cada estação (mm), A_j a área de influência de P_j (km^2) e n o número de estações pluviométricas consideradas.

Caracterização hidrológica:Vazão

Para a obtenção da vazão média na área de drenagem foi utilizada a estação Porto Wilma localizada próximo à foz da bacia do rio Dourados. Após a obtenção da vazão média mensal na estação Porto Wilma, foi realizada a regionalização da vazão média a partir do método de razão de área de drenagem, visando à estimativa da vazão mensal na seção de deságue no rio principal da bacia do rio Dourados. Para tanto, utilizou-se a seguinte equação:

$$Q_y = \left(\frac{A_y}{A_x}\right) Q_x$$

em que Q_y a vazão de referência em um ponto da bacia (m^3 s^{-1}), A_y a área de drenagem da seção de interesse, a jusante da seção de vazão conhecida (km^2), A_x área de drenagem da seção de vazão conhecida (km^2) e Q_x, vazão de referência em um posto fluviométrico próximo (m^3 s^{-1}).

Caracterização hidrológica:Balanço hídrico

Conforme Liberman e& Fletcher (1947) e Brakensiek (1959), citados por Cardoso et al. (2006), a equação do balanço hídrico anual pode ser escrita por:

Acréscimo = Decréscimo + Δ (armazenamento de umidade do solo)

em que, Acréscimo: precipitação; decréscimo: runoff (superficial e subterrâneo), evapotranspiração e percolação; e Δ: diferença entre o conteúdo de água no perfil do solo do início e final do ano hídrico (armazenamento de água).

Uma vez que o balanço hídrico considera ciclos anuais nos quais o armazenamento de água no solo, em termos médios anuais, estaria equilibrado, tem-se, portanto, que esse componente poderia ser considerado desprezível nos cálculos, motivo pela qual a avaliação final do balanço hídrico pode ser feita segundo a equação simplificada, tal como:

$$ET = P - Q$$

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

em que, ET é evapotranspiração (mm), P precipitação (mm) e Q deflúvio (mm) (Cardoso et al., 2006).

Resultados e Discussão

Caracterização morfométrica

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Dourados. A bacia apresenta área de drenagem de 9.226,6 km^2, com perímetro de 899,6 km, caracterizando uma bacia de grande porte.

Tabela 2. Características físicas da bacia hidrográfica do rio Dourados, MS, 2011

Características Físicas	Resultados
Área de drenagem (km^2)	9.226,60
Perímetro (km)	899,6
Coeficiente de compacidade (kc)	2,62
Fator de forma (kf)	0,0585
Índice de circularidade (IC)	0,14
Declividade máxima (%)	24,13
Declividade média (%)	2,76
Declividade mínima (%)	0,0
Altitude máxima (m)	736,0
Altitude média (m)	449,5
Altitude mínima (m)	274,0
Sinuosidade do rio principal (m m^{-1})	1,69
Densidade de drenagem (km km^{-2})	0,38
Ordem da bacia	5

Conforme os resultados apresentados na Tabela 2 pode-se afirmar que a bacia do rio Dourados mostra-se pouco susceptível a enchentes em condições normais de precipitação, pelo fato do coeficiente de compacidade apresentar o valor afastado da unidade um (2,62) e seu fator de forma, exibir um valor baixo (0,0585). Estas indicações mostram que a bacia não possui forma circular, e sim, uma forma alongada. Este fato pode ainda ser comprovado pelo índice de circularidade (0,14), que tenderia a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a forma torna-se mais alongada.

Vale ressaltar que a forma da bacia influencia diretamente o tempo de concentração, isto é, o tempo necessário para que toda a água contribua para a sua saída após uma precipitação (Romanovski, 2001, citado por Tonello, 2005). Em bacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no rio principal. As bacias alongadas possuem menor concentração de deflúvio. Assim, a partir dos três parâmetros analisados pode-se verificar que a bacia do rio Dourados apresenta forma não circular, não favorecendo a inundação quando esses parâmetros são considerados isoladamente e em condições normais de precipitação.

Na Tabela 3, apresentam-se as informações quantitativas associadas à declividade da bacia. Segundo a classificação da EMBRAPA (1979) essa bacia pode ser considerada como de relevo plano, pois sua declividade está entre 0 e 3%, com 62,54% do total da área da bacia. A declividade influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica, estando diretamente relacionada à velocidade de escoamento superficial, e ao potencial de infiltração de água no solo.

Tabela 3. Distribuição das classes de declividade da bacia hidrográfica do rio Dourados, MS, 2011

Declividade (%)	Relevo	%	Área (km^2)
0 – 3	Plano	62,54	5.770,4
3 – 8	Suave ondulado	35,65	3.289,7
8 – 20	Ondulado	1,80	166,3
20 – 45	Forte ondulado	0,00	0,2
45 – 75	Montanhoso	0,00	0,0
> 75	Forte montanhoso	0,00	0,0

A declividade média de uma bacia hidrográfica tem importante papel na distribuição da água entre o escoamento superficial e subterrâneo, dentre outros processos. A remoção da vegetação leva consequentemente, a processos erosivos, gerando degradação do ambiente, podendo se propagar para áreas adjacentes. Assim, a cobertura vegetal é fator importante na tomada de decisão de um manejo adequado da bacia hidrográfica, bem como a declividade, visto que influenciam a

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

precipitação efetiva, escoamento superficial e fluxo de água no solo, dentre outros.

A Figura 2 ilustra a distribuição das altitudes na bacia, constatando-se uma altitude média de 449,5 m, sendo a máxima da ordem de 733 m e mínima de 275 m. Apesar da variação de mais de 160% na altitude da bacia, o relevo é plano, com declividade média igual a 2,79% (0,0279 m m^{-1}). Na Tabela 4, verifica-se a porcentagem da área de drenagem nas faixas altimétricas definidas. Observa-se que a maior parte da altitude, de acordo com a área da bacia, apresenta-se na faixa entre 349 e 406 m, correspondendo a 25,34%.

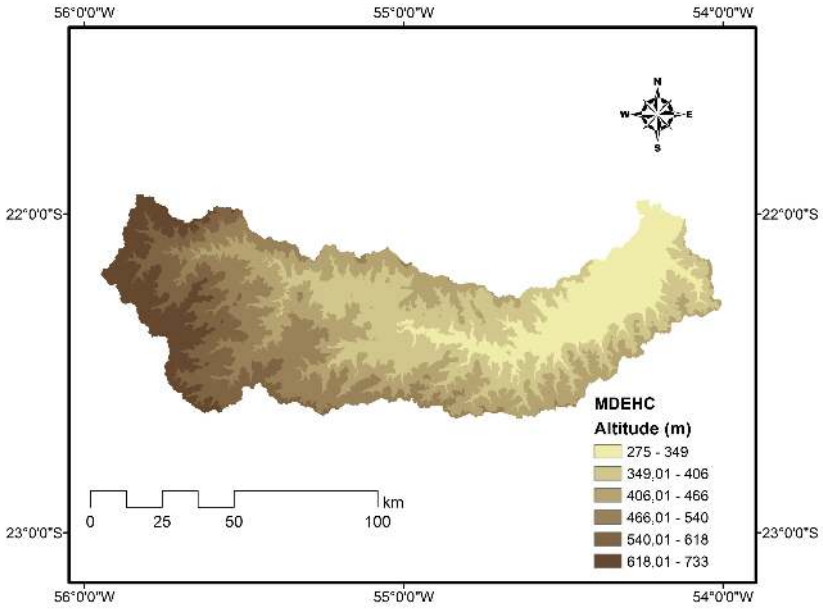

Figura 2. Distribuição da altitude de acordo com a área da bacia hidrográfica do rio Dourados, MS, 2011.

Tabela 4. Distribuição da altitude de acordo com a área da bacia hidrográfica do rio Dourados, MS, 2011

Altitude (m)	%	Área (km^2)
275 – 349	16,23	1.497,5
349 – 406	25,34	2.338,5
406 – 466	22,19	2.047,2
466 – 540	15,26	1.407,6
540 – 618	11,14	1.027,8
618 – 733	9,84	908,1
Total	100,0	9.226,6

Vale ressaltar que as maiores altitudes são encontradas na cabeceira da bacia, onde a precipitação é maior, conforme Pereira et al. (2007). De acordo com Castro Junior (2001), citado por Cardoso et al. (2006), em altitudes elevadas, a temperatura é baixa e apenas pequena quantidade de energia é utilizada para evaporar a água, ao passo que, em altitudes baixas, quase toda a energia absorvida é usada para evaporação da água. As altitudes elevadas tendem a receber maior quantidade de precipitação, além de a perda de água ser menor. Nessas regiões, a precipitação normalmente excede a evapotranspiração, ocasionando um suprimento de água que mantém o abastecimento regular dos aquíferos responsáveis pelas nascentes dos cursos d'água.

A densidade de drenagem encontrada na bacia hidrográfica do rio Dourados foi de 0,38 km km^{-2}. De acordo com Villela & Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,5 km km^{-2}, em bacias com drenagem pobre a 3,5 km km^{-2}, ou mais, em bacias bem drenadas. Um valor baixo de densidade de drenagem representa uma resposta lenta da bacia a uma precipitação. Portanto, a bacia em estudo

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

possui baixa capacidade de drenagem. Esse parâmetro é de grande importância, pois auxilia de forma expressiva na gestão da bacia, uma vez que indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica.

O sistema de drenagem da bacia em estudo, de acordo com a hierarquia de Strahler, possui ramificação de quinta ordem, o que reflete uma bacia com pequeno grau de ramificação, já que possui grande área.

Observa-se que a bacia do rio Dourados apresenta forma alongada, representado pelos resultados obtidos com a determinação do coeficiente de compacidade, fator de forma e índice de circularidade. Esses parâmetros associado à baixa capacidade de drenagem apresentada por meio da determinação da densidade de drenagem e do relevo plano, demonstra que a bacia está pouco susceptível a enchentes quando são levados em consideração somente esses parâmetros e com precipitação normal. Conforme Cardoso et al. (2006), a forma mais alongada da bacia hidrográfica indica que a precipitação pluviométrica sobre ela se concentra em diferentes pontos, convergindo para amenizar a influência da intensidade de chuvas, as quais poderiam causar maiores variações da vazão do curso d'água.

Caracterização hidrológica

A Figura 3 representa a distribuição da precipitação média mensal na área de drenagem da bacia do Rio Dourados, no período de 1973 a 2010. Observa-se que o regime de precipitação apresenta uma oscilação unimodal, com o período chuvoso compreendido entre os meses de outubro e março, com valores superiores a 143 mm (março) de chuva.

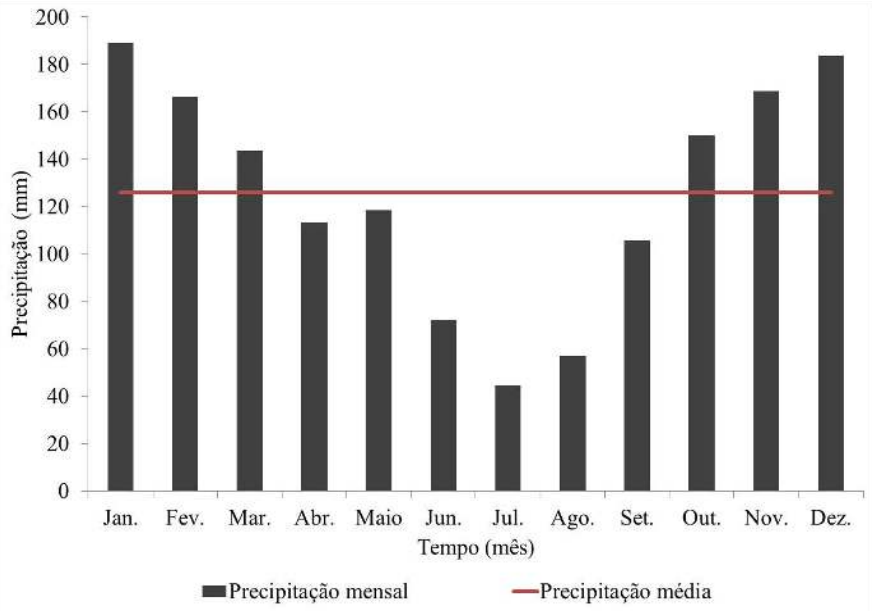

Figura 3. Precipitação média mensal na área de drenagem da bacia do rio Dourados, considerando o período de 1973 a 2010.

Os valores de precipitação mensal variaram de 44,5 mm (julho) a 189 mm (janeiro), sendo a precipitação média na área de drenagem da bacia de 126 mm, e precipitação média total anual de 1.515 mm. Arai et al. (2010), analisando a bacia do Ivinhema, encontraram valores inferiores a 41 mm (julho) e maiores que 174 mm (dezembro), com precipitação média anual na área de drenagem de 1.410 mm, no período de 1958 a 2007.

Na Figura 4 apresenta-se a vazão média mensal na área de drenagem da bacia, com valores variando de 92 m^3 s^{-1} (agosto) a 144 m^3 s^{-1} (fevereiro), com vazão média mensal e 125 m^3 s^{-1}. A vazão específica média de longa duração foi de 13,5 L s^{-1} km^{-2}. Em novembro, dezembro e janeiro, meses com as maiores precipitações, as vazões são inferiores à encontrada em fevereiro, mês em que, devido à elevada umidade do solo e à grande recarga do lençol freático advindos das precipitações

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

anteriores, há maior contribuição do escoamento subterrâneo e, principalmente, maior propensão para a ocorrência do escoamento superficial. É possível observar, também, a defasagem temporal entre a precipitação e a vazão escoada no rio. Verifica-se que, enquanto a precipitação começa a aumentar em agosto, o aumento nas vazões médias mensais somente começa a ser percebido a partir de setembro. Assim, as precipitações ocorridas nesse período são, em sua maioria, convertidas em aumento da umidade do solo e em evapotranspiração real, a qual, durante o período mais seco, permanece com valores abaixo da evapotranspiração de referência em virtude da restrição decorrente da baixa umidade do solo.

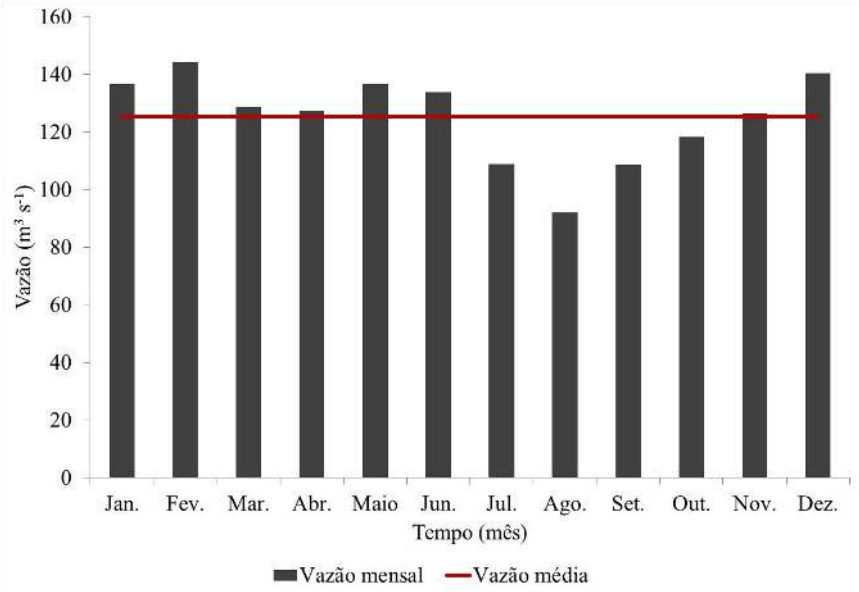

Figura 4. Vazão média mensal na área de drenagem da bacia do rio Dourados, considerando o período de 1992 a 2006.

É importante ressaltar que, nos meses considerados mais secos (abril a setembro), as vazões apresentam valores inferiores a 136 m^3s^{-1}. Isto se deve à capacidade de retenção de água no período de maior precipitação, o que permite que grande parte das chuvas incidentes na área de drenagem infiltre no solo, escoando gradualmente nos meses de menor precipitação. Como a bacia hidrográfica possui forma mais alongada, o volume de água da chuva que entra concentra-se em diferentes pontos, apresentando, assim, maior tempo de concentração de água na saída da bacia (Cardoso et al., 2006).

Na Tabela 5 pode-se observar que os valores de evapotranspiração obtidos pelo balanço de massa, variaram de 30,3 mm (agosto) a 149,4 mm (janeiro), com total anual de 1.077,5 mm, correspondendo a 71% da precipitação média anual no período analisado. Essa variação na evapotranspiração corresponde à variação da precipitação que ocorre ao longo do ano, onde os maiores valores de evapotranspiração foram obtidos no período das chuvas.

Para a bacia do rio Dourados obteve-se um coeficiente de escoamento médio de 0,34, ou seja, do volume total precipitado, 34% atinge a foz da bacia, e 66% do total precipitado são convertidos, parte em evapotranspiração, parte infiltra no solo e parte é retirada da bacia devido aos usos consuntivos, ou seja, aqueles usos que retiram da água de sua fonte natural diminuindo sua disponibilidade quantitativa ou qualitativa. Tal fato também foi observado por Arai (2010), onde se obteve o valor de 0,27, no período de 1976 a 2006 para a bacia do Ivinhema.

Associando os totais mensais de precipitação do mês anterior às vazões médias mensais do mês em questão, encontrou-se uma função do tipo potencial que descreve a vazão média mensal na área de drenagem da bacia do rio Dourados (Figura 5).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Tabela 5. Estimativa da evapotranspiração pelo método balanço de massa da bacia do rio Dourados

Meses	Precipitação* (mm)	Vazão** ($m^3 s^{-1}$)	Vazão (mm)	Evapotranspiração (mm)	Coef. de Escoamento
Jan.	189,1	136,6	39,66	149,4	0,21
Fev.	166,3	144,2	41,86	124,4	0,25
Mar.	143,7	128,7	37,35	106,4	0,26
Abr.	113,5	127,5	37,00	76,5	0,33
Maio	118,6	136,5	39,63	79,0	0,33
Jun.	72,0	133,7	38,82	33,2	0,54
Jul.	44,5	108,8	31,57	12,9	0,71
Ago.	57,0	92,0	26,72	30,3	0,47
Set.	105,9	108,6	31,53	74,4	0,30
Out.	150,1	118,1	34,29	115,8	0,23
Nov.	168,8	126,3	36,67	132,1	0,22
Dez.	183,9	140,5	40,77	143,1	0,22
Total	**1513,4**	**125,1**	**435,87**	**1077,5**	**0,34**

* Precipitação média, considerando período de 1973 a 2010.
** Vazão média, considerando o período de 1992 a 2006.

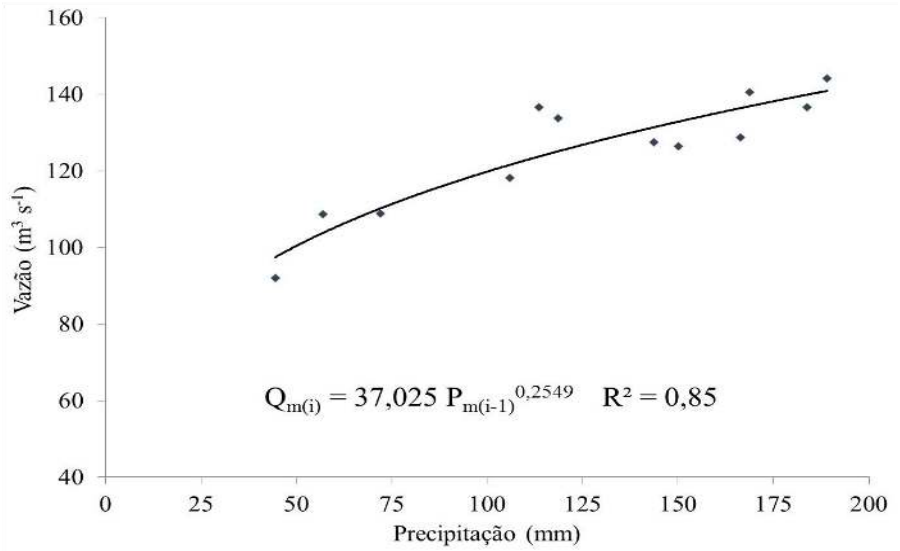

Figura 5. Equação de regressão que descreve a vazão média mensal do mês (i) na área de drenagem da bacia do rio Dourados em função da precipitação do mês anterior (i-1).

Conclusões

Considerando as condições locais do estudo, pode-se concluir que:

A caracterização morfométrica da bacia do rio Dourados aponta para uma bacia de forma alongada, sendo comprovado pelo índice de circularidade, coeficiente de compacidade e fator de forma.

A declividade média da bacia do rio Dourados foi de 2,76%, caracterizando o relevo como plano e drenagem deficiente (0,38 km km^{-2}) em com altitude média de 449,5 m.

A bacia hidrográfica do rio Dourados é de quinta ordem, apontando que o sistema de drenagem pouco ramificado, em função de sua área de drenagem.

O regime de precipitação apresenta uma oscilação unimodal, com período chuvoso compreendido entre os meses de outubro a março, onde também foram obtidos os maiores valores de vazão.

A bacia do rio Dourados apresentou coeficiente de escoamento médio de 0,34.

Referências

ARAI, F.K. **Caracterização da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Ivinhema, MS.** 2010., Ano de obtenção: 2010. 115p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2010.

ARAI, F.K.; GONÇALVES, G.G.G.; PEREIRA, S.B.; COMUNELLO, E.; VITORINO, A.C.T.; DANIEL, O. Espacialização da precipitação e erosividade na bacia hidrográfica do rio Dourados – MS. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.5, p. 922-931, 2010.

AYRES, M.C.R. **Sistema de abastecimento de água potável no município de Dourados - MS: caracterização e análise**. 2000. 78 f. Dissertação (Mestrado Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. Precipitação. In: Tucci, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** 3.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 943p. 2002.

CARDOSO, C.A.; DIAS, H.C.T.; SOARES, C.P.B.; MARTINS, S.B. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore,** v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica de bacias hidrográficas no Planalto de Poços de Caldas**. 1970. 375 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1970.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA – SNLCS. Micelânea, 1).

EUCLYDES, H.P.; FERREIRA, P.A. **Sub-Bacias do Alto e Médio São Francisco. Recursos Hídricos e Suporte Tecnológico a Projetos Hidroagrícolas**. Viçosa: UFV/RURALMINAS, 258 p. (Boletim Técnico, nº6). 2002.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Meio Ambiente. Fundação Estadual de Meio Ambiente Pantanal. Coordenadoria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. Divisão Centro de Controle Ambiental. **Microbacia hidrográfica do Rio Dourados**: diagnóstico e implantação da rede básica de monitoramento da qualidade das águas. Campo Grande, 2000. 78 p.

MOURA, R.S.; MOLINA, P.M.; HERNANDEZ, F.B.T.; VANZELA, L.S. Caracterização fisiográfica da microbacia do Córrego Água da Bomba no município de Regente Feijó – SP. In: CONIRD 2006 – XVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2006. Goiânia-GO. **Anais do CONIRD**, 2006, v.1, p.1-7.

NETO, F.D.F., BRAGA, A.L., OLIVEIRA, J.C. **Uso dos Sistemas de Informações Geográficas na Determinação das Características Físicas de uma Bacia Hidrográfica.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, p. 2581-2588, 2007.

PEREIRA, S.B., ALVES SOBRINHO, T., FEDATTO, E., PEIXOTO, P.P.P., BONACINA, R. Variação temporal do comportamento hidrológico na bacia do rio Dourados no período de 1973 a 2002. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.560-568, 2007.

QUEIROZ, A.T.; BARBOSA, G.R.; ZANZARINI, R.M.; ALBINO, K.A.; MENDES, P.C. **Caracterização da distribuição pluviométrica do Rio Tijuco.** In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Viçosa, 2009.

SANTOS, G.A.; ANDRADE, M.M. Identificação de corpos d água na bacia do Rio Jenipapo utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 16., 2005. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005. 1 CD-ROM.

SILVEIRA, A.L.L. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica.** In: TUCCI, C.E.M. (Org). Hidrologia: ciência e aplicação. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS; ABRH, 2004. P.35-51.

STRAHLER, A.N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. New Halen: Transactions: American Geophysical Union, 1957. v.38, p. 913-920.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, Guanhães, MG**. 2005. 85f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa – Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Viçosa, MG, 2005.

VILLELA, S., MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo, McGraw-Hill do Brasil. 1975. 245p.