



**Revista Agrarian**

ISSN: 1984-2538

Nota Técnica

## Vazão específica e precipitação média na bacia do Ivinhema<sup>1</sup>

### *Specific yield discharge and mean precipitation in Ivinhema's Basin*

**Luis Fernando de Stefano Ermenegildo<sup>1</sup>, Silvio Bueno Pereira<sup>2</sup>, Fabiane Kazue Arai<sup>1</sup>, Derek Brito Chaim Jardim Rosa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Rodovia Dourados-Itahum, km 12, CEP 79805-095, Cidade Universitária, Dourados, MS.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), Viçosa, MG

Recebido em: 14/11/2011

Aceito em: 06/07/2012

**Resumo.** A bacia do Ivinhema abrange uma área de drenagem de aproximadamente 44.996,7 km<sup>2</sup> e é responsável pela sustentabilidade de 25 municípios situados na bacia, sendo a segunda maior bacia do estado de Mato Grosso do Sul, atendendo cerca de 26% da população. Neste trabalho analisou-se a variação da precipitação média anual e da vazão específica média de longa duração na bacia do Ivinhema. Assim, foram analisados os dados pluviométricos e fluviométricos das estações situadas na bacia, sendo a vazão específica média de longa duração obtida dividindo-se a vazão média anual pela área de drenagem da estação fluviométrica considerada e a precipitação média em cada área de drenagem, calculada pelo método do Polígono de Thiessen. Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões: as precipitações diminuem, de modo geral, das regiões de cabeceiras para a foz do Ivinhema; as vazões específicas médias de longa duração diminuem ao longo do rio principal da bacia em estudo; a maior precipitação média e vazão específica foram encontradas na estação Dourados, com 1.522,5 mm e 14,24 L s<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup>, respectivamente, localizada próximo a cabeceira do rio Dourados, afluente direto do rio principal da bacia do Ivinhema.

**Palavras-chave.** Comportamento hidrológico, disponibilidade hídrica, recursos hídricos

**Abstract.** The Ivinhema basin covers a drainage area of approximately 44,996.7 km<sup>2</sup> and is responsible for the sustainability of 25 municipalities in the basin, being the second largest river in the state of Mato Grosso do Sul, serving around 26% of the population. In this work we analyzed the variation of mean annual precipitation and average specific discharge long-term in the basin of Ivinhema. We analyzed the data of rainfall and fluviometric stations located in the basin, and the average specific flow of long-term obtained by dividing the average annual flow of the drainage area considered fluviometric station and average rainfall in each drainage area, calculated by the Thiessen polygon. The results allowed the following conclusions: the rainfall decreases, in general, from the headwaters to the mouth of Ivinhema's basin; average specific flow rates of long-term decrease along the main river basin in the study, the highest average precipitation and flow specific were found in Dourados' station, with 1522.5 mm and 14.24 L s<sup>-1</sup> km<sup>-2</sup>, respectively, located near the head of the Dourados' river, a tributary of the main river in Ivinhema's basin.

**Keywords.** Hydrological behavior, water availability, water resources

### **Introdução**

A água é um bem insubstituível à manutenção da vida e a sua circulação na Terra ocorre sob um processo natural conhecido como ciclo hidrológico. A precipitação é a fase deste ciclo responsável pelo transporte das águas da atmosfera à superfície terrestre. O conhecimento quantitativo da sua variabilidade espacial sobre as regiões, ou bacias hidrográficas, deve ser entendido como

imprescindível ao eficiente planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (Salgueiro & Montenegro, 2008).

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).

O sucesso ou fracasso de um empreendimento pode estar ligado às características do regime de chuvas de uma determinada região, fazendo com que o conhecimento do comportamento desse atributo seja de grande relevância nos planejamentos urbanos, agrícolas e ambientais (Siqueira et al., 2007).

A quantificação das vazões representa uma das atividades de maior importância para tomadas de decisão adequadas no que diz respeito ao planejamento, aproveitamento e controle de recursos hídricos. Visa identificar áreas em que esse recurso encontra-se ou pode vir a se tornar escasso, prever uma quantificação dinâmica e uma precisa definição do quanto, quando, onde e como utilizar os recursos hídricos.

Devido ao grande consumo de água na bacia do Ivinhema pela irrigação, qualquer ação que propicie o aumento da eficiência de uso da água na atividade agrícola aumentará expressivamente a disponibilidade de água para os outros usos e mesmo para a ampliação das áreas irrigadas.

A bacia do Ivinhema representa expressivo indutor do desenvolvimento de diversos municípios localizado na região Centro-sul do estado de Mato Grosso do Sul, motivo pelo qual há necessidade de que o comportamento hidrológico da bacia seja devidamente conhecido, para que o aproveitamento de suas águas possa ser otimizado com o menor impacto ambiental possível. Procedeu-se, neste trabalho, à análise das variações espaciais da precipitação média anual e da vazão específica média de longa duração, na bacia do Ivinhema.

### Material e Métodos

A área da bacia do Ivinhema está compreendida entre os paralelos 20° 51' e 23° 14' de latitude sul e os meridianos 52° 21' e 55° 57' de longitude oeste de Greenwich. Faz divisa ao norte com a bacia hidrográfica do rio Pardo, ao sul com a bacia hidrográfica do rio Amambaí, a oeste com a serra do Maracaju e a República do Paraguai e a leste com o rio Paraná (Oliveira et al., 2000). O rio

principal da bacia do Ivinhema apresenta como principais afluentes o rio Dourados, pela margem direita, e o rio Vacaria, pela margem esquerda. A bacia do Ivinhema é formada por 25 municípios, englobando 15 municípios integralmente e 10 parcialmente.

Para a realização do estudo, analisaram-se os dados consistidos de 94 estações pluviométricas e nove estações fluviométricas pertencentes à rede hidrometeorológica da Agência Nacional de Águas (ANA). Com base na análise dos dados disponíveis, optou-se por selecionar o período-base de 1973 a 2006 para a realização do estudo.

Após a análise dos dados hidrológicos, àqueles inexistentes ou considerados inconsistentes foram atribuídas falhas.

Para o cálculo da precipitação média na área de drenagem correspondente a cada uma das estações pluviométricas, utilizou-se o método do Polígono de Thiessen, o qual atribui um fator de ponderação aos totais precipitados em cada pluviômetro proporcional à área de influência de cada um. As áreas de influência (pesos) são determinadas no mapa da bacia contendo as estações, unindo-se os pontos adjacentes por linhas retas e, em seguida, traçando-se as mediatrizes dessas retas, formando polígonos. Os lados dos polígonos são os limites das áreas de influência de cada estação (Euclides et al., 1999).

A precipitação média é calculada pela média ponderada entre a precipitação ( $P_i$ ) de cada estação e o peso a ela atribuído ( $A_i$ ) que é a área de influência de  $P_i$ , ou seja:

$$P_m = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i A_i)}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad \text{Eq (1)}$$

Em que:

$P_m$  = precipitação média na bacia considerada, mm;

$P_i$  = precipitação em cada estação, mm;

$A_i$  = área de influência de  $P_i$ , km<sup>2</sup>;

$n$  = número de estações pluviométricas consideradas.

A vazão específica média de longa duração serve como índice comparativo entre bacias e caracteriza o seu potencial hídrico, sendo obtida pela divisão dos dados de vazão média anual pela

área de drenagem da estação fluviométrica considerada, com base na seguinte equação:

$$Q_m = \frac{\bar{Q}}{A_i} \quad \text{Eq (2)}$$

Em que:

$Q_m$  = vazão específica média de longa duração,  $L s^{-1} km^2$

$\bar{Q}$  = vazão média anual,  $L s^{-1}$

$A_i$  = área de drenagem da estação,  $km^2$

Com vistas à representação espacial da precipitação média anual e da vazão específica média de longa duração, foram confeccionados mapas utilizando-se o sistema de informações geográficas ArcGis 10. Para tanto, estabeleceram-se intervalos de classe e, a estas, associadas cores que permitam uma visualização melhor dos resultados.

### Resultados e Discussão

Na Tabela 1 apresenta-se, para as nove estações fluviométricas estudadas, o código das estações, a área de drenagem, a precipitação média na sua bacia de drenagem e a vazão específica média de longa duração. Estão identificadas as estações localizadas no rio principal como as localizadas nos afluentes principais da bacia do Ivinhema (rio Dourados e rio Vacaria). Constatam-se, nesta tabela, valores de precipitações médias desde 1.522,5 mm, em Dourados (primeira estação do rio Dourados, afluente do rio principal), até 1357,9 mm, em Fazenda São Joaquim (estação próxima a foz do rio Vacaria, afluente do rio principal). Esta variação foi também evidenciada para as vazões específicas de longa duração, sendo observados valores que oscilaram desde  $14,24 L s^{-1} km^{-2}$ , obtidos na estação Dourados, até  $9,78 L s^{-1} km^{-2}$ , observado na estação Fazenda São Joaquim.

**Tabela 1.** Área de drenagem, precipitação e vazão específica média de longa duração para as nove estações fluviométricas estudadas na bacia do Ivinhema, período de 1973 a 2006.

Estação	Código	Área de drenagem ( $km^2$ ) <sup>1</sup>	Precipitação média (mm)	Vazão específica média de longa duração ( $L s^{-1} km^{-2}$ )
<b>Rio Principal</b>				
Brilhante	64601000	3.825,5	1343,7	11,90
Porto Rio Brilhante	64605000	9.167,0	1417,5	11,79
Retiro Guarujá	64611000	20.676,4	1436,6	11,96
Fazenda Ipacará	64614000	28.479,6	1410,9	11,59
Ivinhema	64617000	31.878,6	1408,8	11,50
<b>Bacia do Ivinhema</b>	<b>---</b>	<b>36.154,9</b>	<b>1400,8</b>	<b>11,51</b>
<b>Afluente rio Dourados</b>				
Dourados	64609000	5.687,9	1522,5	14,24
Porto Wilma	64610000	9.028,1	1480,0	13,65
<b>Bacia do rio Dourados</b>	<b>---</b>	<b>9.226,6</b>	<b>1476,8</b>	<b>13,70</b>
<b>Afluente rio Vacaria</b>				
Aroeira	64613000	4.469,5	1380,3	11,02
Fazenda São Joaquim	64613800	6.547,7	1357,9	9,78
<b>Bacia do rio Vacaria</b>	<b>---</b>	<b>6.592,4</b>	<b>1358,2</b>	<b>9,39</b>

<sup>1</sup>As áreas de drenagem foram obtidas por meio do modelo digital de elevação gerado no SIG, não constando, portanto, do inventário fluviométrico da ANA.

Embora tenham sido observados valores inferiores a  $10,0 L s^{-1} km^{-2}$  para a vazão específica média de longa duração na estação Fazenda São Joaquim, nas demais estações a vazão específica foi superior a  $11,0 L s^{-1} km^{-2}$ , o qual pode ser justificado pelo fato de a precipitação média ser mais baixa nesta região.

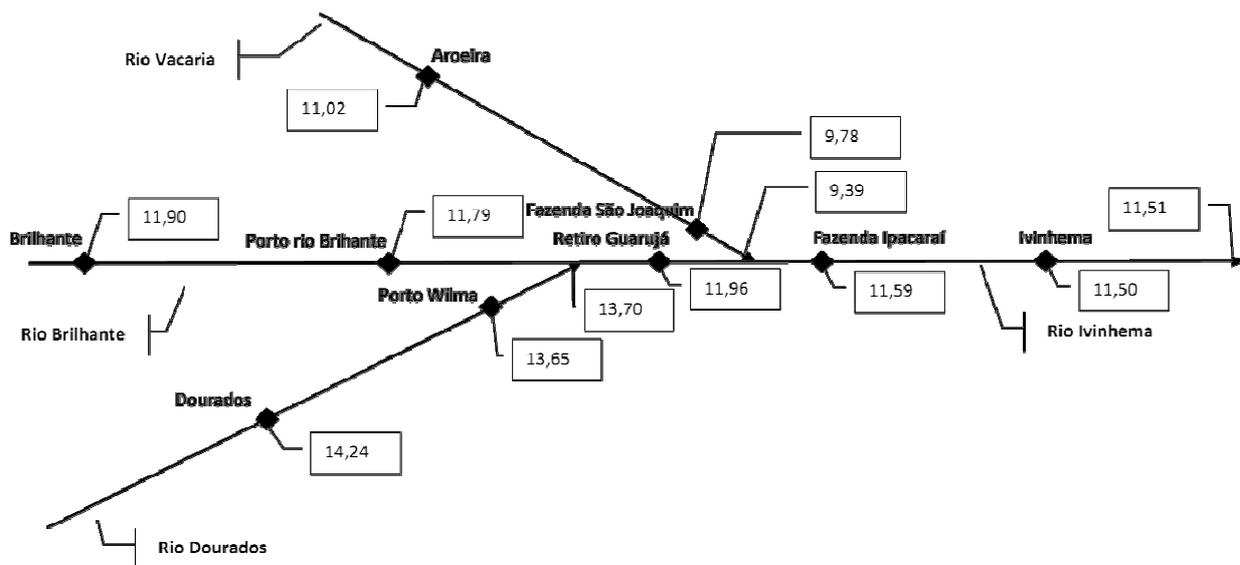
Para as estações localizadas nos afluentes principais do Ivinhema foram verificados maiores valores da precipitação média e da vazão específica média de longa duração no afluente rio Dourados do que no afluente rio Vacaria, sendo que, enquanto na área de drenagem da bacia do rio Dourados tem uma precipitação média de 1476,8 mm e vazão específica

média de longa duração de  $13,70 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ , na área de drenagem do rio Vacaria a precipitação média foi de 1358,2 mm e vazão específica de  $9,39 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ . Este fato está de acordo com o apresentado por Pereira et al. (2007) e Arai (2010), pois evidenciaram que os maiores valores de precipitações médias anuais ocorreram na cabeceira do rio Dourados.

Verifica-se, para as vazões específicas médias de longa duração, que a primeira estação situada no rio principal (Brilhante, e com área de drenagem de  $3.825,5 \text{ km}^2$ ) tem contribuição específica de  $11,90 \text{ L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ , a maior dentre todas as estações situadas no rio principal, enquanto a última estação (Ivinhema, e com área de drenagem de  $31.878,6 \text{ km}^2$ ) tem vazão específica de  $11,50 \text{ L s}^{-1}$

$\text{km}^{-2}$ , a menor dentre todas as estações situadas no Ivinhema.

Na Figura 1 tem-se a distribuição esquemática das vazões específicas médias de longa duração da bacia do Ivinhema e seus afluentes principais, correspondendo ao período de 1973 a 2006. A análise das vazões específicas médias de longa duração para as estações situadas na bacia do Ivinhema vem confirmar o comportamento descrito, ou seja, redução da vazão específica com o aumento da área de contribuição. Em um estudo Pruski et al. (2004) evidenciaram o mesmo comportamento para a bacia do São Francisco, ou seja, redução da vazão específica quando do deslocamento das posições próximas à nascente em direção à foz.



**Figura 1.** Distribuição esquemática das vazões específicas médias ( $\text{L s}^{-1} \text{ km}^{-2}$ ) da bacia do Ivinhema e seus afluentes principais, considerando o período de 1973 a 2006.

### Conclusões

Os resultados obtidos permitiram concluir-se que:

- As precipitações diminuem, de modo geral, das regiões de cabeceira para a foz do Ivinhema.
- A análise das vazões específicas médias de longa duração confirma o comportamento descrito, sendo evidente a redução da vazão específica com o aumento da área de contribuição.

### Referências

- ARAI, F.K. **Caracterização da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica do Ivinhema, MS.** 2010. 125f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2010.
- 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.

EUCLYDES, H.P.; SOUSA, E.F.; FERREIRA, P.A.; RUBERT, A.V.; SANTOS, W.L. **RH 3.0 – Regionalização Hidrológica**; manual do programa. Viçosa, MG: UFV/DEA; Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: RURALMINAS, 1999, 149p.

OLIVEIRA, de H.; URCHEI, M.A.; FIETZ, C.R. **Aspectos físicos e socioeconômicos da bacia hidrográfica do rio Ivinhema**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000.

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.

PRUSKI, F.F.; PEREIRA, S.B.; NOVAES, L.F. de.; SILVA, D.D. da.; RAMOS, M.M. Precipitação média anual e vazão específica média de longa duração, na Bacia do São Francisco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.247-253, 2004.

SALGUEIRO, J.H.P. de B.; MONTENEGRO, S.M.G.L. Análise da distribuição espacial da precipitação na Bacia do Rio Pajeú em Pernambuco segundo método estatístico. **Revista Tecnologia**, Fortaleza, v.29, n.2, p.174-185, Dez. 2008.

SIQUEIRA, H.R. de.; ALVES, G. de F.; GUIMARÃES, E.C. Comportamento da precipitação pluviométrica mensal do Estado de Minas Gerais: análise espacial e temporal. **Revista Eletrônica Horizonte Científico**, v.1, n.7, 2007. Disponível em: <http://www.horizontecientifico.propp.ufu.br/viewarticle.php?id=37&locale=it&locale=fr>. Acesso em: 26 de novembro de 2009.