

ESTUDO DO REGIME HIDROLÓGICO QUANTITATIVO DE DUAS MICROBACIAS COM CARACTERÍSTICA RURAL E URBANA

Stefany Correia de Paula^{1}; Edner Baumhardt²*

Resumo – Até meados dos anos 70, onde hoje se localiza o município de Rolim de Moura, existia uma densa floresta com uma vasta rede de drenagem ainda hoje presente na região. Como a extração da madeira era a principal fonte de recurso da época, já em 1993 o desmatamento atingia 87% da área, gerando um aumento de pressão antrópica na área, potencializando impactos socioambientais, principalmente no que diz respeito à impermeabilização do solo na microbacia em que está situada a sede de Rolim de Moura, o que dificulta a infiltração da água em chuvas de grande intensidade fazendo com que ocorram inundações em pontos de cotas mais baixas. Nesse sentido, esta pesquisa quantitativa na microbacia que drena a área urbana do município traz respostas sobre o comportamento do regime hidrológico comparado a uma microbacia com característica rural. Por meio da construção de curvas-chave, com posterior obtenção das curvas de permanência, concluiu-se que a microbacia urbana (UM), para o intervalo de Jun-Jul, gerou aproximadamente 62% da vazão no seu exutório, sendo apenas 38% proveniente da microbacia rural (MR). Já para o intervalo Jul-Ago, a contribuição da MR foi 42% na vazão da MU, o que pode ser explicado devido a maior regularidade na vazão da MR.

Palavras-Chave – Monitoramento hidrológico, curva-chave, curva de permanência.

STUDY THE SCHEME OF QUANTITATIVE HYDROLOGICAL TWO WATERSHEDS FEATURE WITH RURAL AND URBAN

Abstract – Until the mid 70s, where now stands the city of Rolim de Moura, there was a dense forest with a vast network of drainage still present in the region. As the extraction of timber was the main funding source of the time since deforestation in 1993 reached 87% of the area, generating an increase of anthropogenic pressure in the area, increasing environmental impacts, especially with regard to soil sealing in the watershed in which is located the headquarters of Rolim de Moura, which hinders water infiltration in intensive rains causing floods occur at points of lower elevations. Thus, this quantitative research in the watershed that drains the urban area provides answers about the behavior of the hydrological regime compared to a watershed with rural characteristics. By means of key growth curves with the curves of later remained, it was concluded that the watershed urban (A) for the interval Jun-Jul, generated about 62% of the flow in its exutório, with only 38% from the rural watershed (MR). As for the range Jul-Aug, the contribution of MR was 42% in flow of MU, which can be explained by a more regular flow of MR.

Keywords – Hydrological monitoring, turn-key, retention curve.

¹ * Autor Correspondente: Acadêmica do curso de Agronomia da Universidade Federal de Rondônia - stefanycorreia@tmail.com.

² Professor Universidade Federal de Santa Maria – CESNORS – ednerb@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Até meados dos anos 70, onde hoje se localiza o município de Rolim de Moura no Estado de Rondônia, existia uma densa floresta com estreita relação com a produção de água na região. No entanto, hoje se observa os canais assoreados, nascentes destruídas e redução sistemática da quantidade de água no local.

Em 1985, a madeira representava a principal fonte de recursos do município e de acordo com dados da SEDAM (2011), em 1993, o desmatamento já atingia 87% da área. Outras informações (Januário, 2010) dão conta de que esse índice elevado colocou Rondônia na área conhecida como “Arco do desmatamento”, fator esse, que vem gerando problemas de forma ininterrupta em relação à perda de solo, erosões, redução de espécies da fauna e flora, assoreamento dos cursos de água e nascentes, além da intensa urbanização, no município. Essa pressão antrópica sobre os recursos naturais da área, potencializou os impactos socioambientais tais como: lançamentos de efluentes, sólidos e líquidos pelos moradores do entorno, áreas de pavimentação, cujo escoamento pluvial destina-se aos canais de drenagem, dentre outros.

Com densa rede de drenagem presente na bacia amazônica, os problemas relativos ao desmatamento e produção de água se mostram bastante relevantes, uma vez que as inundações e estiagens severas se tornaram mais intensas nessa região. Além do desmatamento, outro agravante presente diz respeito à impermeabilização do solo na microbacia em que está situada a sede do município de Rolim de Moura, que dificulta a infiltração da água em chuvas de grande intensidade fazendo com que ocorram inundações em alguns pontos de cotas mais baixas.

Nesse sentido, a pesquisa quantitativa na microbacia que drena a área urbana do município traz respostas sobre o comportamento do regime hidrológico comparado a uma microbacia com característica rural. Logo, busca-se conhecer as diferenças de comportamento quantitativo de duas bacias com ocupações distintas do solo, sendo uma de uso rural e outra de uso urbano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende duas microbacias (Figura 1), localizadas na bacia hidrográfica do rio Anta Atirada, tributário do rio Machado, um dos principais da região da Zona da Mata de Rondônia. Uma das microbacias possui 6.650 ha, sendo que a maioria da sua área é composta por pastagem (criação extensiva de gado com plantios de capim braquiária) e algumas culturas perenes, denominada, portanto, de microbacia rural – MR ou de entrada. A segunda microbacia, possui 5.078 ha de área e destes, cerca de 36,9 % compreende a zona urbana do município de Rolim de Moura – RO, ora denominada microbacia urbana – MU ou de saída.

Segundo a classificação de Köppen e Geiger (1928), o clima predominante na região é do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso. A média anual da precipitação pluvial varia entre 1700 e 1900 mm/ano e da temperatura do ar entre 24 e 26°C.

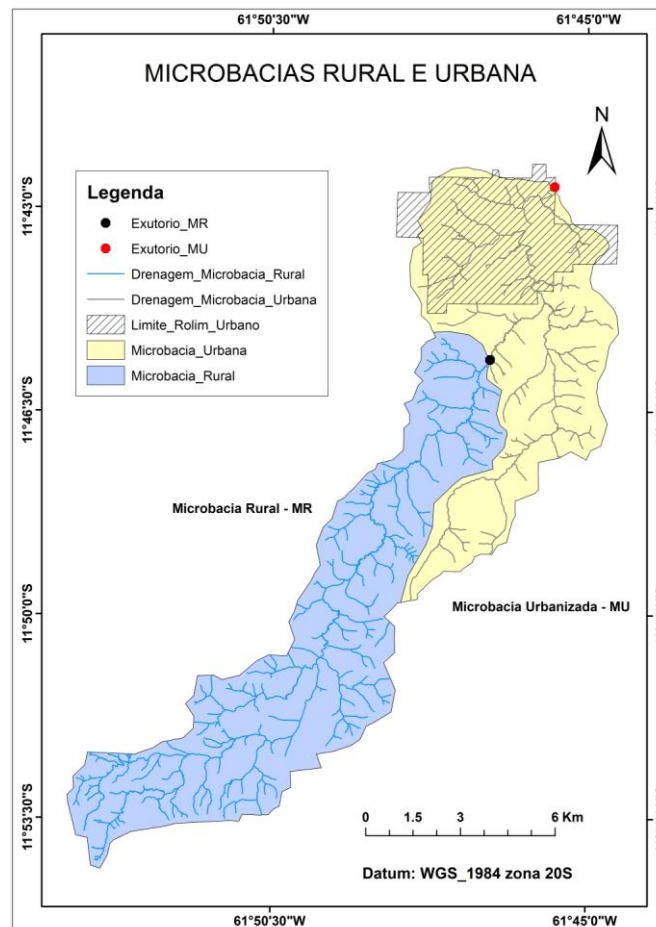


Figura 01 – Microbacias delimitadas.

2.2. Regime Hidrológico das Microbacias

O primeiro procedimento constitui-se na determinação da curva-chave, onde se utiliza os dados de altura da lâmina de água e as respectivas vazões, sendo que a altura da lâmina de água foi determinada por meio de um sensor transdutor de pressão com registrador do tipo *datalogger* embutido, instalado nas seções hidrológicas de monitoramento (exutório da MR e exutório da MU), para registro da altura da água na seção em função do tempo.

Para a determinação da vazão, foi necessário o conhecimento da área e da velocidade de escoamento da água na seção hidrológica de monitoramento, onde, primeiramente, foi obtido o perfil vertical de cada uma das duas seções hidrológicas, com as diferentes profundidades e suas respectivas velocidades registradas por micromolinete hidrométrico. Para o cálculo da vazão de cada seção transversal do canal, multiplicou-se a área de cada seção trapezoidal ou triangular pela velocidade média de cada perfil, conforme a equação (1).

$$Q = A \times V \quad (1)$$

Onde: Q: vazão ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$); A: área de cada seção (trapezoidal ou triangular) (m^2); V: velocidade média da seção que está sendo calculada ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Após a obtenção das curvas-chave das duas seções (entrada e saída), foi possível a confecção das duas curvas de permanência, curva Jun-Jul, e curva Jul-Ago, que foram construídas com base

nos registros das vazões das suas seções hidrológicas (exutório da MR ou entrada e exutório da MU ou saída).

Também chamada de curva de duração de vazões, a curva de permanência relaciona a vazão e a porcentagem do tempo em que ela é igualada ou excedida sobre todo o período de registro utilizado para sua construção.

Esta curva pode ser considerada como um hidrograma em que as vazões são arranjadas em ordem de magnitude, permitindo, assim, visualizar de imediato a potencialidade natural do rio, destacando a vazão mínima e o grau de permanência de qualquer valor da vazão.

A Figura 02 apresenta de forma esquemática a relação entre a curva de permanência e o fluviograma. Considerando cada vazão, tem-se que a área sob a reta horizontal, correspondente a esta vazão, representa volumes iguais em cada gráfico. A curva de permanência sintetiza a variabilidade das vazões, caracterizando a base de comportamento para a sustentabilidade de sistemas aquáticos (Cruz e Tucci, 2008).



Figura 02 - Representação do fluviograma e respectiva curva de permanência
Fonte: Quimpo e McNally (1983) *apud* Cruz e Tucci (2008).

A confecção destas curvas se deu do seguinte modo: (1) Foram selecionadas as vazões do dia 27 de junho a 27 de julho, para construção da curva Jun-Jul, e do dia 27 de julho a 27 de agosto, para a construção da curva Jul-Ago; (2) As vazões foram ordenadas de forma decrescente; (3) Cada vazão ordenada foi associada com a sua respectiva frequência; (4) Plotou-se em um gráfico as vazões ordenadas e suas respectivas porcentagens (de 0 a 100%) de serem igualadas ou superadas no intervalo de tempo considerado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Regime Hidrológico

3.1.1 Curva-Chave

De posse dos valores do nível d'água, obtidos por meio do sensor transdutor de pressão no exutório da microbacia rural ou de entrada (MR), calculou-se a área correspondente para cada cota, multiplicando os valores obtidos por uma velocidade média ($0,1 \text{ m.s}^{-1}$), sendo gerado, então, os dados das vazões. Desta forma, foi possível construir uma curva-chave para relacionar tais valores de vazão calculados com as cotas obtidas por meio do sensor.

A equação da curva-chave da MR é descrita pela equação (2).

$$Q = 0.0092x^{0.9315} \quad (2)$$

Onde: Q vazão ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$); x : cota da lâmina de água (cm).

Para a construção da segunda curva-chave (da microbacia urbanizada), foi realizado o mesmo procedimento relacionando a cota com a vazão da MU ou de saída. Sendo, então, possível a construção da segunda curva-chave da seção hidrológica do exutório da microbacia urbanizada.

A equação da curva-chave da MU é descrita pela Equação 3.

$$Q = 0.0003x^{1.9427} \quad (3)$$

Onde: Q vazão ($m^3 \cdot s^{-1}$); x : cota da lâmina de água (cm).

Desta forma, após a confecção da curva-chave, com os mecanismos adequados, com um dado de cota inserido no modelo matemático da curva-chave, obteve-se a vazão do curso de água naquele instante.

3.1.2. Curva de Permanência

Após os dados de vazão obtidos por meio da cota da lâmina de água, através das curvas-chave, foram confeccionadas duas curvas de permanência comparativas, uma do dia 27 de junho a 27 de julho (curva Jun-Jul), Figura 03, e a outra de 27 de julho a 27 de agosto (curva Jul-Ago), Figura 04, com seus respectivos fluviogramas representando a quantidade de chuva no intervalo de tempo utilizado para confecção das curvas para a microbacia de entrada e de saída.

Para fins de comparação tanto dos fluviogramas quanto das curvas de permanência, houve a necessidade de se postá-las de forma específica por hectare, dessa forma, ficando na mesma magnitude e passível de comparação visual no gráfico. Outro fator a ser considerado, diz respeito a similaridade entre as curvas de permanências e os fluviogramas; isso ocorreu em função do período escolhido ser o de recessão do curso de água, não havendo registro de precipitação na entrada e apenas um pico de cheia na microbacia de saída, por esse motivo, as curvas se assemelharam.

Na comparação das curvas de permanência de Junho a Julho, nota-se que a recessão da bacia de saída tem uma maior magnitude quando comparada com a de entrada. Nota-se também que a bacia de saída, naturalmente possui maior volume de água em função do incremento da bacia de captação de saída, quase de mesmo tamanho da entrada. Esse fato se repetiu para os dois períodos de coleta de dados.

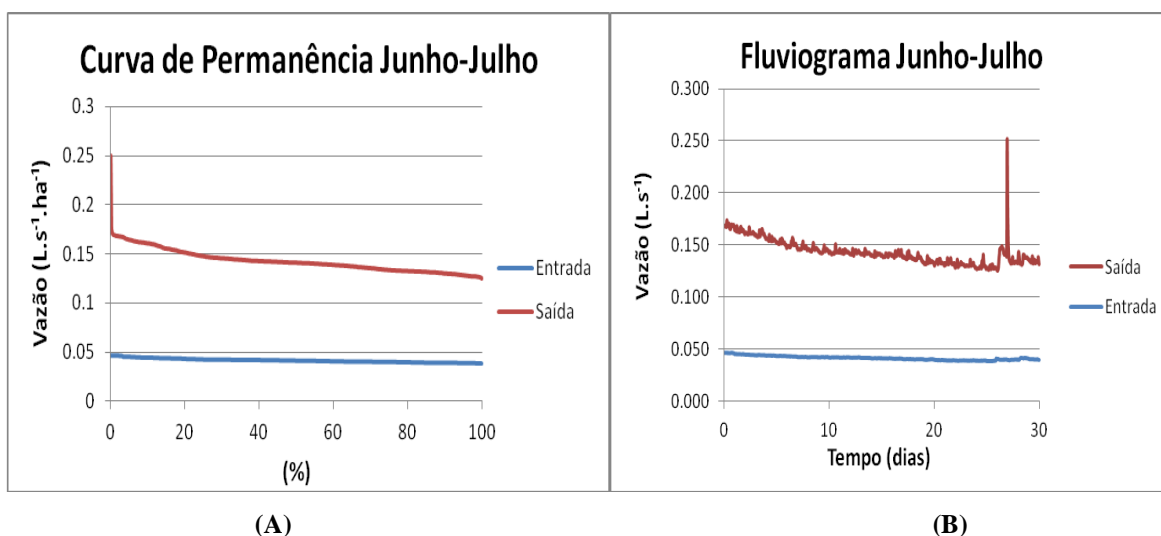


Figura 03 – **A**: Curva de permanência referente à Junho-Julho; **B**: Fluviograma referente à Junho-Julho.

No fluviograma referente à Jun-Jul (Figura 03 – B), observa-se as vazões correspondentes de cada dia, já na curva de permanência referente ao mesmo período, nota-se esses mesmos valores de vazão, porém arranjados em ordem de magnitude. O mesmo ocorre para o fluviograma e curva de permanência referente à Jul-Ago. (Figura 04 – A e B).

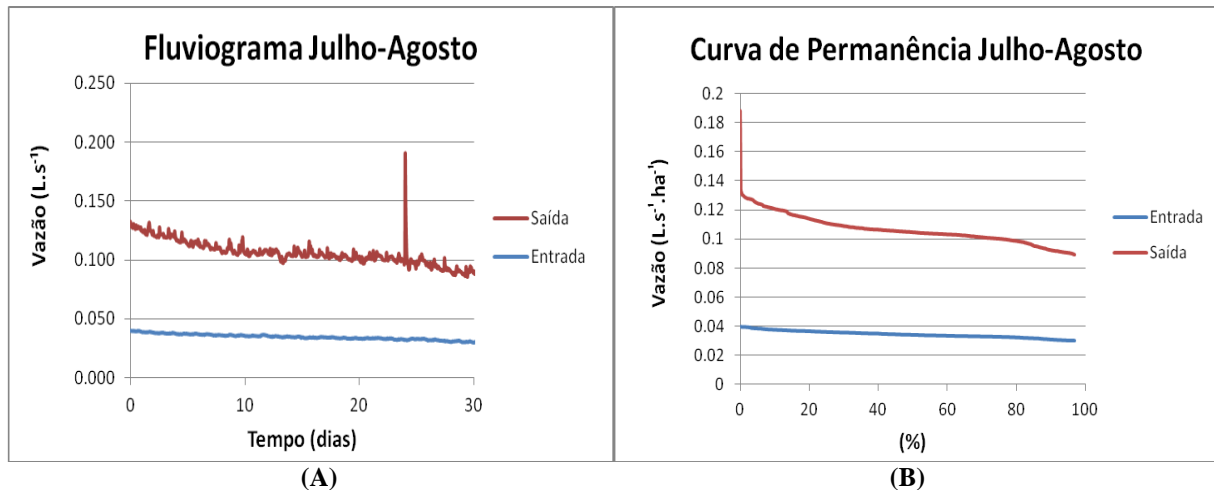


Figura 04 – A: Curva de permanência referente à Julho-Agosto; B: Fluviograma referente à Julho-Agosto.

Tanto na curva de permanência quanto no fluviograma do período supracitado, foi possível notar também a maior recessão na bacia de saída. Isso pode ser explicado em função da impermeabilização de boa parte da bacia de saída, onde encontra-se a área urbana de Rolim de Moura, ocupando boa parte da área de captação da bacia.

3.1.3. Incremento de vazão correspondente a microbacia urbanizada

Para os dois intervalos de tempo do fluviograma (Jun-Jul e Jul-Ago), foram utilizados apenas os 20 primeiros dias (antes dos picos de vazão observados apenas na microbacia urbana, devido a uma chuva localizada somente nesta microbacia) para verificar a contribuição de água gerada pela MU, onde se localiza a zona urbana de Rolim de Moura.

O cálculo é realizado de forma a descontar a vazão de entrada na MU, que corresponde ao exutório da MR, do quantitativo de saída no exutório da MU. Para isso utilizou-se a equação 4.

$$Q_{res} = (Q_S - Q_E) \quad (4)$$

Onde: Q_{res} : incremento de água da bacia urbana (L/20 dias); Q_S : vazão de saída (L/20 dias); Q_E : vazão de entrada (L/20 dias).

Com Q_S de 1293111335.61 L e Q_E de 491466898.5 L, observou-se um Q_{res} de 801.644.437,08 L, para o intervalo de Jun-Jul, que significa que aproximadamente 62% da quantidade de água que sai da MU, é gerada por ela mesma, sendo apenas 38% proveniente da MR. Já para o intervalo Jul-Ago, a contribuição da MR foi 42%, o que pode ser explicado devido a maior regularidade na vazão da MR, mostrando que a MU tem tendência a diminuir a contribuição com o início do período seco, demonstrando dessa forma que a impermeabilização da bacia tem reduzido à capacidade de infiltração e a consequente diminuição do escoamento subterrâneo que abastece os córregos da bacia urbanizada e manteria com fluxo, as nascentes.

A menor quantidade de água na bacia de entrada se deve, também, a retirada de água para manter as propriedades e a irrigação das lavouras, uma vez que é caracterizada pelo uso rural. E a quantidade quase triplicada de água no exutório da MU se deve a uma transposição de água do igarapé D'alincourt, que abastece a cidade, visto que aproximadamente 40 mil pessoas utilizam essa água, desde o banho à lavagem de carros e calçadas, e que acaba sendo drenada para o rio Anta Atirada devido a localização da área urbanizada, que conta com aproximadamente 2.015 ha, sendo que destes, 1.885 ha (94%) possui cota que pertence à microbacia do Rio Anta Atirada e apenas 130 ha (6%) restantes da área pertencem ao igarapé D'Alincourt.

4. CONCLUSÃO

O estudo elaborado demonstrou como é possível obter dados de vazão através do monitoramento do fluxo superficial, a partir da construção da curva-chave. Para a MR, obteve-se o modelo matemático $Q=0.0025x^{1.3895}$ e o modelo $Q=0.0003x^{1.9427}$ para a MU.

A microbacia urbanizada ou de saída, para o intervalo de Jun-Jul, gerou aproximadamente 62% da vazão no seu exutório, sendo apenas 38% proveniente da MR. Já para o intervalo Jul-Ago, a contribuição da MR foi 42% na vazão da MU. Essa diferença de fluxo pode ser explicada em parte, pela retirada de água para irrigação na MR, que, no entanto, aparentemente não interferiu na regularidade da vazão. Também, pode ser explicado pelo fato do município de Rolim de Moura usar água de outra bacia próxima para abastecimento urbano, cujo montante de consumo equivalente a 40 mil pessoas cai por gravidade na bacia ora em estudo.

5. REFERÊNCIAS

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. (2008). Estimativa da disponibilidade hídrica através da curva de permanência. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* v. 13, pp. 111-124.

JANUARIO, M. L. (2010). *Rolim de Moura: uma viagem no tempo*. 2 ed. D'press Editora e Gráfica. Rolim de Moura – RO, 100 p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (1928). *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm.

SEDAM – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental. (2010). Disponível em: <www.sedam.ro.gov.br>. Acesso em 08 de Junho de 2011.