

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE ESCALA NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ÁREAS VARIÁVEIS DE AFLUÊNCIA NA BACIA DO RIO APUCARANINHA, REGIÃO SUL-BRASILEIRA

EVALUATION OF THE SCALE EFFECTS ON SPATIAL VARIABILITY OF THE VARIABLE SOURCE AREAS AT APUCARANINHA'S RIVER WATERSHED, SOUTHERN BRAZIL.

Santos, Irani dos, *Universidade Federal do Paraná, Brasil*, irani@ufpr.br

Siefert, Cesar Augusto Crovador, *Universidade Federal do Paraná, Brasil*, cesarsiefert@ufpr.br

Lopes, Felipe Costa Abreu, *Universidade Federal do Paraná, Brasil*, santista@ufpr.br

Iensen, Isabela Raquel Ramos, *Universidade Federal do Paraná, Brasil*, isaiensen@hotmail.com

RESUMO

Este artigo avalia o efeito de escala na distribuição das áreas variáveis de afluência na bacia hidrográfica do rio Apucarantina, Paraná, Brasil. As áreas saturadas foram estimadas pelo modelo TOPMODEL e utilizou-se a delimitação das ottobacias como unidade espacial de análise. Os resultados mostraram que existe uma grande dispersão na relação área de drenagem e porcentagem de áreas saturadas para bacias de 1ª ordem e 2ª ordem. Para bacias com ordens superiores, a tendência é que as áreas saturadas ocupem aproximadamente 10% da área de drenagem total.

ABSTRACT

This paper aims to evaluate the scale effect in the spatial variability of variable source areas at Apucarantina's river watershed, Parana, Brazil. In order to estimate the saturated areas, TOPMODEL was used and ottobacias was used as a spatial analysis unit. The results showed a great dispersion on the relation between catchment area and the saturated areas in 1st and 2nd orders watershed. For watersheds with higher orders, the trend is that the saturated areas occupy approximately 10% of the total drainage area.

1. INTRODUÇÃO

Considerando que os processos hidrogeomorfológicos surgem a partir da interação entre os processos hidrológicos e geomorfológicos (Okunishi, 1991) estes podem ser delimitados a partir de duas dimensões fundamentais devido a sua materialidade no espaço e dinâmica conduzida a partir da variação temporal.

Qualitativamente, tem sido reconhecido que para uma análise decorrente do incremento da escala espacial da bacia é necessário simplificar o complexo (Wood et al., 1988), relativizando assim o papel dos padrões espaciais para geração de escoamento nas respostas hidrológicas. Sendo que a relação entre a escala de ocorrência dos processos tem sido amplamente considerada ao investigar de que maneira as formas de relevo condicionam ou controlam os processos hidrológicos em diferentes escalas temporais e espaciais (Goerl et al, 2012).

De acordo com a descrição do processo de área variável de afluência - AVA (Hewlett & Hibbert, 1967), existe áreas mais propensas à geração de escoamento superficial por saturação que tendem a expandir-se e contrair-se de forma sazonal, dependendo da quantidade e da intensidade de precipitação. Dunne & Black (1970) citam ainda que a extensão e a distribuição das áreas saturadas podem ser explicadas pelo padrão espacial dos canais, estando localizadas principalmente em duas

porções da bacia: (I) nas zonas saturadas que margeiam os rios que expandem durante os eventos e (II) concavidades do terreno, para as quais convergem as linhas de fluxo.

Neste sentido, este artigo baseia-se na hipótese de que considerando-se que o gradiente topográfico médio decresce com o aumento da área de drenagem, o escoamento oriundo da AVA torna-se mais importante em bacias de tamanho médio, onde a proporção de áreas planas no entorno dos rios é maior (McDonnell et al., 1999).

Para a simulação do processo chuva-vazão e dinâmica das AVAs na bacia do rio Apucarantina, Paraná, Brasil utilizou-se o TOPMODEL (Beven e Kirkby, 1979), conforme resultados apresentados em Lopes e Santos (2008). O TOPMODEL é um modelo hidrológico amplamente difundido que considera a topografia como a principal variável na geração de escoamento. E, como forma de avaliar a relação da área de drenagem das bacias e a ocorrência de zonas saturadas, optou-se pela utilização do mapeamento de otobacias (Pfaffstatter, 1989) visando à sistematização das análises.

Por fim, este artigo tem como objetivo avaliar o efeito de escala na ocorrência do processo de geração de escoamento via área variável de afluência na bacia do rio Apucarantina, estabelecendo assim a relação entre a área de drenagem e a proporção da bacia ocupada pelas AVA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Apucarantina localiza-se no estado do Paraná, região Sul do Brasil. No exutório da bacia está instalada a estação hidrossedimentológica denominada Montante Fiú, contabilizando 504km² de área de drenagem (Figura 1). De acordo com a classificação de Strahler, o rio principal é de 6ª ordem.

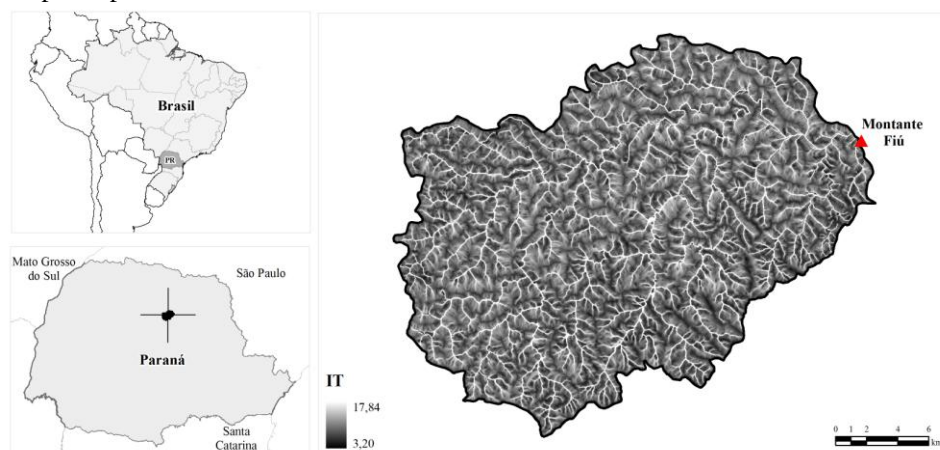


Figura 1 – Localização da bacia do rio Apucarantina, Paraná, Brasil.

A cobertura vegetal original da região é a Mata Pluvial Subtropical, ocupando atualmente 26% da bacia. O restante do uso do solo é referente a agricultura (60%) e pastagens (13%), sendo que núcleos urbanos ocupam menos de 1% do total.

2.2. Modelagem hidrogeomorfológica com o TOPMODEL

O TOPMODEL (Topography-based Hydrological Model) é um modelo de transformação de chuva em vazão do tipo conceitual determinístico, semi-distribuído e de base física que considera a noção de AVA aplicada à formação de escoamento superficial por saturação. A explicação sobre a teoria e equacionamento do modelo pode ser observada em Hornberger et al. (1998).

As premissas sob as quais o modelo foi elaborado permitem o estabelecimento de relação simples entre o armazenamento de água no perfil do solo e o nível local do aquífero raso no qual o fator condicionante é o índice topográfico (IT). O IT foi integrado ao TOPMODEL (Beven & Kirkby, 1979) e permite representar a propensão de saturação de um determinado ponto da bacia.

Os dados hidrológicos de entrada do modelo são séries de vazão, precipitação e evapotranspiração potencial (EVP), sendo as duas primeiras obtidas na estação Montante Fiú e a EVP estimada pelo método de Penman. A distribuição do índice topográfico, principal dado geomorfológico de entrada, foi elaborada de maneira distribuída considerando a fração entre a área de contribuição a montante de cada *pixel* e a tangente da declividade local.

A calibração do modelo e a avaliação dos resultados da simulação hidrológica para a bacia do rio Apucarantina, são apresentadas em Lopes e Santos (2008). Os autores apontaram que a fração da área total da bacia que atingiu o estado de saturação do solo foi de 10,6%, sendo este valor considerado para a análise do efeito de escala nas AVAs.

Como forma de avaliação do efeito de escala na dinâmica das AVAs e estabelecimento da relação com a área de drenagem optou-se pela utilização das ottobacias como unidade espacial de análise.

As ottobacias da bacia do rio Apucarantina foram classificadas e hierarquizadas conforme o sistema proposto por Strahler. Assim, os dados resultantes da simulação com o TOPMODEL foram manipulados em ambiente SIG visando a quantificação das AVAs nas ottobacias. Desta forma, pode-se estabelecer a relação área de drenagem e a ocorrência das AVAs em diversas escalas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos a partir do cruzamento das informações das áreas máximas saturadas, analisadas de acordo com a ordem de cada bacia hidrográfica.

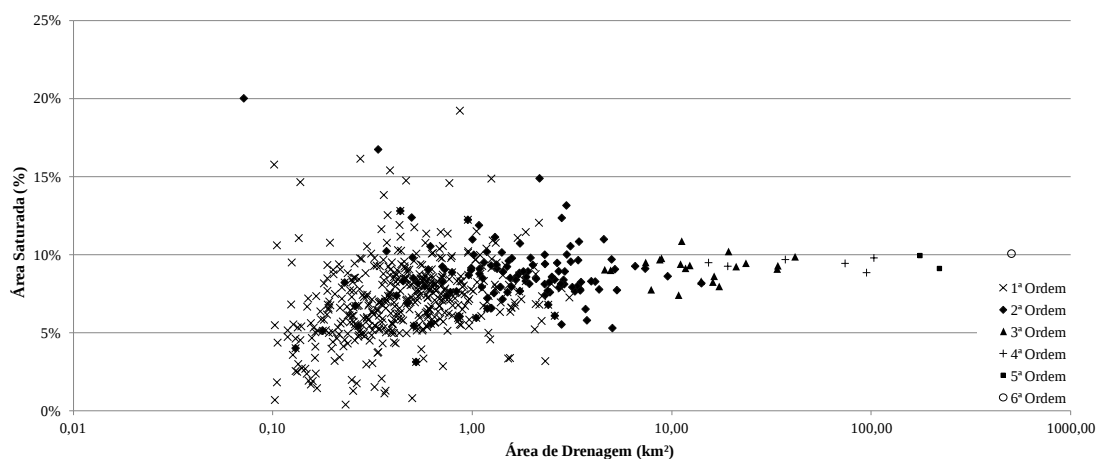


Figura 2 – Relação entre área de drenagem e porcentagem de áreas saturadas.

De acordo com a Figura 2, observa-se grande dispersão entre a porcentagem de áreas saturadas nas bacias de primeira ordem. Tal fato pode ser explicado devido às diferentes condições topográficas das bacias de 1ª ordem e as características fluviais. Pode-se estimar que em bacias que possuem baixas porcentagens de áreas saturadas apresentarão canais com maior grau de entalhamento e relevo mais dissecado, sem a ocorrência de planícies de inundação definidas.

Já nas bacias de 1ª ordem onde a porcentagem de área saturada é notadamente superior, o surgimento de nascentes pode estar associado às características pedológicas que permitem a ocorrência de áreas úmidas em porções do terreno que permitem a acumulação de fluxo. Este fato também irá influenciar a

relação entre área de drenagem e áreas saturadas nas bacias de 2ª ordem, sobretudo naquelas em que apresentam pequenas áreas de drenagem.

Nota-se também que a partir de bacias com área de drenagem próximas a 5km² a porcentagem de área saturada apresenta menor variação, com valores entre 7,4% a 10,8%, apresentando leve aumento em bacias com ordem superior a 3.

A Figura 3 apresenta valores médios calculados por ordem da bacia. Considerando apenas este comportamento médio, nota-se uma tendência de aumento na porcentagem de áreas saturadas em relação a ordem das bacias, variando desde 7,11% (1ª ordem) a 9,52% (5ª ordem), com áreas médias variando entre 0,59km² a 197,36km², respectivamente.

Estas relações podem ser utilizadas com o objetivo de delimitação das áreas de preservação nas margens dos canais, uma vez que pode-se observar de maneira geral que, quanto maior a ordem do canal, maior a saturação de áreas contíguas que podem ser enquadradas como zona ripária.

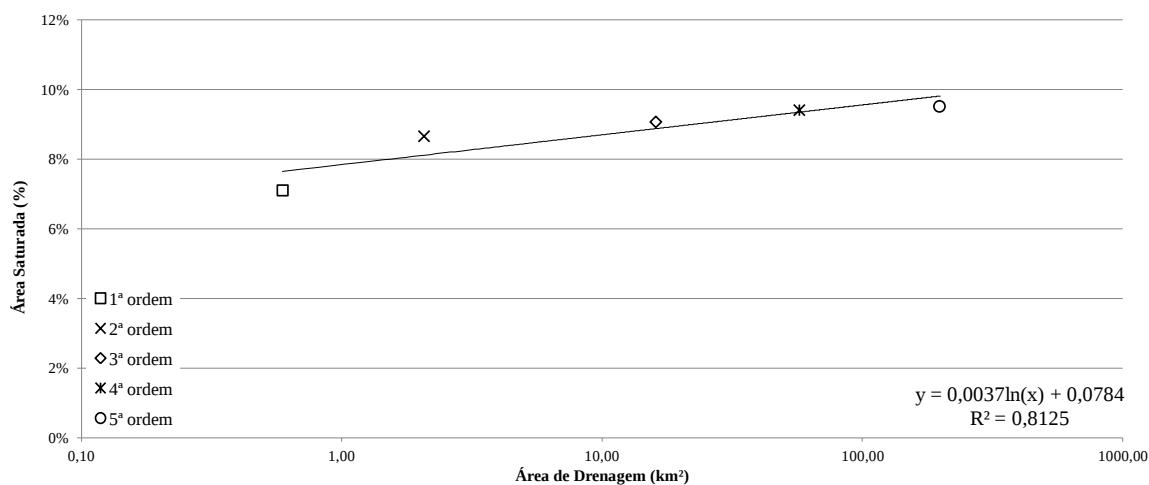


Figura 3 – Média das áreas saturadas em relação as áreas de drenagens.

4. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de escala na relação entre área de drenagem e a ocorrência do processo de AVA. Pode-se afirmar para a bacia do rio Apucararinha, que na medida em que ocorre um acréscimo na área de drenagem, a porcentagem de áreas saturadas tende a aumentar. Entretanto, ao considerar as bacias de drenagem com ordem superior a 3ª, independente de suas áreas, nota-se uma menor dispersão dos dados e uma leve estabilização da porcentagem de áreas saturadas.

Observou-se ainda grande dispersão entre a porcentagem de áreas saturadas nas bacias de primeira ordem, mostrando que estes ambientes podem apresentar diferentes condições topográficas a características fluviais. Pode-se estimar que bacias que possuem baixas porcentagens de áreas saturadas apresentarão canais com maior grau de entalhamento e relevo mais dissecado, sem a ocorrência de planícies de inundação definidas.

REFERÊNCIAS

- BEVEN, K.J.; KIRKBY, M.J. (1979) A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrological Sciences Bulletin*, 24, p. 43-69.
- GOERL, R. F.; KOBIYAMA, M.; SANTOS, I (2012). . Hidrogeomorfologia: princípios, conceitos, processos e aplicações. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 13, p. 103-111.

- HEWLETT, J. D.; HIBBERT, A.R. (1967) Factors affecting the response of small watersheds to precipitation in humid areas. *International Symposium of Forest Hydrology*. Pergamon Press, Oxford. p. 275-290.
- LOPES, F. C. A. ; SANTOS, I. (2008) Avaliação da discretização do índice topográfico no desempenho do TOPMODEL. *Geografia. Ensino & Pesquisa (UFES)*, v. 12, p. 4895-4905.
- OKUNISHI, K. (1991) Hydrogeomorphological interactions: a review of approach and strategy. *Transactions, Japanese Geomorphological Union*, 12, p.99-116.
- PFAFSTETTER, O. (1989) *Classificação de bacias hidrográficas: metodologia de codificação*. Rio de Janeiro, RJ: Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), 19 p.
- WOOD, E.F.; SIVAPALAN, M.; BEVEN, K.; BAND, L. (1988) Effects of spatial variability and scale with implications to hydrologic modeling. *Journal of Hydrology*, 102, p. 29-47.