

DOMÍNIO DOS ESCOAMENTOS: ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA ENGENHO MATO GROSSO/PE

Layane Carmem Arruda da Rocha (1); Paulo da Costa Medeiros Orientador (2);
George do Nascimento Ribeiro (3); Hugo morais de Alcântara (2)

(1) *Discente em Engenharia de Biosistemas, Universidade Federal de Campina Grande, E-mail:*
layanecarmem_256@hotmail.com

(2) *Professor Adjunto UATEC/CDSA/UFCG, Sumé-PB, E-mail: medeirospc@gmail.com; hugo.ma@ufcg.edu.br*

(3) *Professor Adjunto UAEB/CDSA/UFCG, Sumé-PB, E-mail: georgenribeiro@gmail.com*

INTRODUÇÃO

O aumento populacional nos centros urbanos origina sérios impactos ambientais, relacionados à redução da recarga de aquíferos subterrâneos e ao aumento do escoamento superficial direto devido à impermeabilização do solo (POFF et al., 2006; NASCIMENTO et al., 2007). Com isso, surgem também os problemas relacionados tanto à disponibilidade hídrica nos aquíferos quanto às enchentes, erosão do solo e arraste de poluentes para os cursos de água (CASTRO et al., 2009; CANNAVO et al., 2010).

Para enfrentar estes impactos os modelos de gestão de recursos hídricos vêm consolidando princípios que consideram a visão sistêmica e integrada dos elementos que compõe o meio ambiente; a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e o processo participativo e descentralizado, como a forma mais adequada de tomada de decisão na administração da água (PEIXINHO, 2010).

Na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997) a outorga dos direitos de uso da água, representa um dos instrumentos de regulação e controle da água em uma bacia hidrográfica. Em virtude dos múltiplos usos e usuários, a definição de critérios de outorga tem sido tarefa desafiadora. Dados hidrometeorológicos com boa qualidade e quantidade são fundamentais na proposição de medidas de gestão, apoiando com maior confiabilidade as tomadas de decisões de curto, médio e longo prazo em uma bacia hidrográfica. Concernente à vertente hidrológica, a análise de escoamentos através dos hidrogramas (curva vazão *versus* tempo), tem sido bastante útil nas tomadas de decisões.

O comportamento e a variação das vazões em um rio estão associados à variabilidade da precipitação, do escoamento subterrâneo e do escoamento superficial direto (HUANG; ZHANG,



2004). A separação dos aportes subterrâneo e superficial facilita na definição de critérios, pois se quantifica o domínio do escoamento na abundância ou recessão em uma dada seção fluviométrica.

Diversos métodos foram desenvolvidos com o objetivo de aprimorar o processo de separação dos escoamentos (CUSTÓDIO; LLAMAS, 1983; BRODIE; HOSTETLER, 2005). Segundo Brodie e Hostetler (2005) para a compreensão da magnitude e dinâmica da descarga de águas subterrâneas e dos processos de escoamento superficial em bacias hidrográficas, bem como a análise da influência da adoção de práticas para a conservação de água e de solo na redução dos picos de vazão e no aumento das vazões mínimas em períodos de estiagem (HUANG & ZHANG, 2004).

O presente trabalho focaliza-se na técnica da separação dos aportes subterrâneo e superficial direto de hidrogramas e, conseqüentemente, no cálculo do domínio de escoamento de base/superficial segundo abordagens em diferentes escalas temporais.

METODOLOGIA

Caracterização da área em estudo

A definição da área de estudo estava atrelada a escolha da estação fluviométrica, com foco em bacias hidrográficas do estado de Pernambuco, mais especificamente às situadas no litoral (bacias hidrogeológicas Paraíba-Pernambuco e Vulcano-Sedimentar do Cabo (COSTA FILHO e COSTA, 2000)) ou próximas dessa região, tendo vista a necessidade de fluxo perene (dados contínuos de vazão versus tempo).

A Bacia do rio Sirinhaém corresponde à Unidade de Planejamento Hídrico UP4, de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco (1998). Esta bacia está localizada nas mesorregiões do Litoral/Zona da Mata e Agreste, entre 08° 16' 05" e 08° 44' 50" de latitude sul e 35° 01' 00" e 35° 47' 58" de longitude oeste (PERNAMBUCO, 2006). Limita-se ao norte com a Bacia do rio Ipojuca (UP3) e grupo de bacias de pequenos rios litorâneos GL3 (UP16); ao sul com a Bacia do rio Una (UP5) e com o grupo de bacias de pequenos rios litorâneos GL4 (UP17); a leste com o Oceano Atlântico e os grupos de bacias GL3 e GL4 e, a oeste, com a Bacia do rio Una (APAC, 2017).

Essa bacia apresenta uma área de drenagem de 2.090,64 km², abrangendo 19 municípios. Dentre eles, Cortês e Ribeirão que estão integralmente inseridos na bacia e os demais estão parcialmente inseridos (PERNAMBUCO, 2006).

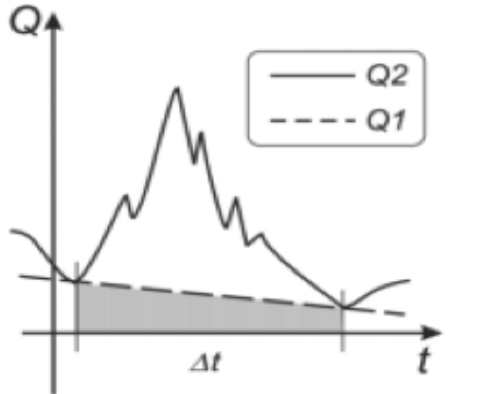


Dados e Metodologia

Foram utilizados dados fluviométricos da estação Engenho Mato Grosso (39480000), localizada no município de Rio Formoso, Pernambuco, obtidos através do site de Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Água (HIDROWEB, 2016). A partir da análise da vazão média mensal na série histórica (01 de janeiro de 1989 a 01 de janeiro de 2006) constatou-se ausência de dados e períodos incomuns às vazões de cheia ou de seca. Assim sendo, foi definido o período da série temporal deste trabalho: 01 de janeiro de 1997 a 31 de dezembro de 2006.

Para a separação do escoamento de base do aporte total nos hidrogramas, o método escolhido foi o proposto por Tucci (2013), que compreende o traçado linear que interliga a inflexão inicial de ascensão de escoamento fluvial até a inflexão. Para a subdivisão tem-se o escoamento superficial direto, como se observa na Figura 1. Para um intervalo Δt , temos: Q_1 , como a vazão de base e Q_2 como a vazão total. O aporte superficial direto se faz pela diferença entre Q_2 e Q_1 . As áreas de cada curva (Q_1 e Q_2) representam o volume subterrâneo e o volume superficial escoado (respectivamente).

Figura 1. Separação dos escoamentos para intervalo Δt : vazão de base (Q_1), a vazão total (Q_2)

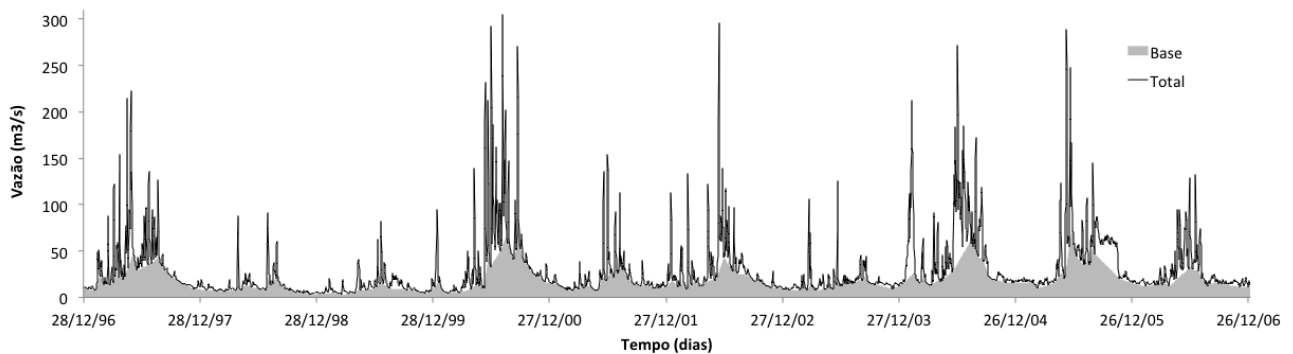


Fonte: Oliveira (2013)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o uso de planilha eletrônica MS Excel foram definidos os pontos de inflexão e traçada a delimitação por meio de funções lineares ao longo dos dados diários da série temporal de vazões. Na Figura 2, podemos observar a separação dos aportes de escoamento de base e respectivo escoamento superficial direto frente aos dados diários na estação fluviométrica Engenho Mato Grosso/PE para o período de 01/01/1997 a 31/12/2006.

Figura 2: Separação dos escoamentos de base e superficial direto - estação fluviométrica Engenho Mato Grosso/PE (Período: 01/01/1997 a 31/12/2006)

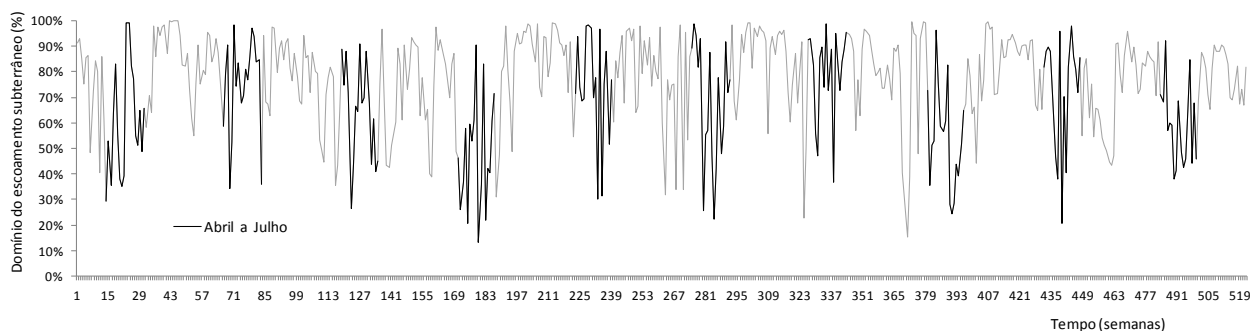


Fonte: autoria própria

Por meio de integração numérica foram calculadas as áreas abaixo da curva de vazão total e de vazão de base. Ao longo do período analisado, escoamento superficial direto representou em média 22,76% do fluxo total, ou seja, em 77,24% do fluxo águas subterrâneas foi dominante. Analisando-se na escala mensal, pode-se destacar os meses da quadra chuvosa (abril a julho) (MOLION e BERNARDO, 2000). O escoamento de base para os meses chuvosos representou, em média, 60,59% e para os meses de janeiro a março e agosto a dezembro, 76,08%. Destaca-se para o ano de 2000 o forte domínio superficial nos meses de chuva (59,62%), e para o ano de 2001 o domínio no aporte subterrâneo nos meses de estiagem (83,69%).

Na Figura 3 observa-se a porcentagem do domínio de escoamento subterrâneo na escala semanal para estação fluviométrica Engenho Mato Grosso/PE (Período: 01/01/1997 a 31/12/2006), com destaque para na quadra chuvosa da na região (traçado em negrito).

Figura 3: Domínio do escoamento subterrâneo Estação fluviométrica Engenho Mato Grosso/PE (Período: 01/01/1997 a 31/12/2006) (quadra chuvosa em negrito)



Fonte: autoria própria

Na Figura 3, verifica-se que mais de 80% do escoamento, apresenta fluxo de base superior a 50% da vazão fluvial. Para a quadra chuvosa, em mais de 70% dos dados semanais, o fluxo

subterrâneo foi dominante (acima de 50%) sendo que, em 59,77% desses dados, o domínio de base foi acima de 60,59%. Fora da quadra chuvosa, hidrologicamente o domínio subterrâneo é expressivo, conferindo para essa série temporal (Janeiro a Março e Agosto a Dezembro) mais de 91% dos dados acima de 50% de fluxo basal sendo que, em mais de 65% das semanas, tal domínio esteve acima da média mensal (76,08%).

CONCLUSÕES

O hidrograma configura-se importante ferramenta na tomada de decisões no tocante à gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas. No estudo de caso, metodologia aplicada à série temporal da estação fluviométrica Engenho Mato Grosso/PE (Período: 01/01/1997 a 31/12/2006), verificou-se que o fluxo subterrâneo é fortemente dominante ao longo do ano hidrológico. A separação dos escoamentos e a respectiva quantificação dos aportes superficial e de base em escalas temporais diferenciadas apoiam à gestão de recursos hídricos, como na proposição de valores a serem outorgados e cobrados, no controle de fluxo segundo o domínio de águas mais nobres, como no caso, o fluxo subterrâneo.

REFERENCIAS

ANA. Agência Nacional das Águas. **Hidroweb**. Séries históricas. Disponível em <www.hidrweb.ana.gov.br/>. Acesso: 18/08/2016.

APAC - **Agência Pernambucana de Águas e Clima**. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=37>. Acesso: 25/08/2017.

BRASIL. Lei N° 9433, de 08 de janeiro de 1997: **Instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**.

BRODIE, R. S.; HOSTETLER, S. **A review of techniques for analyzing baseflow from stream hydrographs**. Bureau of Rural Sciences; Australian Government; Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. International Association of Hydrogeologist Conference. Camberra, 2005, 13 p.

CANNAVO, P.; VIDAL-BEAUDET, L.; BÉCHET, B.; LASSABATÈRE, L.; CHARPENTIER, S. **Spatial distribution of sediments and transfer properties in soils in a stormwater infiltration basin**. Journal Soils Sediments. v. 10, p.1499-1509, 2010.

CASTRO, L. M. A.; BAPTISTA, M. B.; BARRAUD, S. Proposição de metodologia para a avaliação dos efeitos da urbanização nos corpos de água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 4, p. 113-123, 2009.

COSTA FILHO, W. D.; COSTA, W.D. . Caracterização hidrogeológica do estado de Pernambuco. In: **1st Joint World Congress on Groundwater**, 2000, Fortaleza. Anais do 1st Joint World Congress on Groundwater, 2000.

CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M. R. Relaciones entre las escorrentías superficial y subterránea. In: **Hidrología subterránea**. 2. ed. Editora Omega, Barcelona, 1983. Cap. 11.2, p.1121-1157.

HUANG, M.; ZHANG, L. **Hydrological responses to conservation practices in a catchment of the Loess Plateau, China**. Hydrol. Process. v. 18, p. 1885-1898, 2004.

NASCIMENTO, E. A.; QUELHAS, O. L. G.; FONSECA, P. L. Qualidade do meio ambiente urbano: medidas para o controle do escoamento superficial direto na cidade do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência & Engenharia**, v. 16, n. 1/2, p. 81-87, 2007.

MOLION, L.C.B; BERNARDO, S. O. . Dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. In: **XI congresso Brasileiro de Meteorologia**, 2000, Rio de Janeiro. Anais do XI CBMET. Rio de Janeiro, RJ: SBMET, 2000.

OLIVEIRA, P. B. M. Delimitação dos Domínios do Escoamento – Região do Baixo Curso do rio Paraíba. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Agosto, 2013.

PEIXINHO, Frederico Cláudio. **Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos**. XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. São Paulo, 2010. Disponível em < http://www.cprm.gov.br/publique/media/evento_PAP003029.pdf> Acesso: 25/08/2017.

PERNAMBUCO. Secretaria de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – Documento Síntese**. Recife, 1998.

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Bacias hidrográficas de Pernambuco**. Recife, Comunigraf, 2006. 104 p. ISBN 978-85-60323-03-6

POFF, N. L.; BLEDSO, B. P.; CUHACIYAN, C.O. Hydrologic variation with land use across the contiguous United States: Geomorphic and ecological consequences for stream ecosystems. **Geomorphology**, v. 79, p. 264-285, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2013.