

ÍNDICE DO ESCOAMENTO DE BASE EM DIFERENTES ESCALAS TEMPORAIS

POLYANNA BÁRBARA DE MEDEIROS OLIVEIRA¹, PAULO DA COSTA MEDEIROS²,
GEORGE DO NASCIMENTO RIBEIRO³, PAULO ROBERTO MEGNA FRANCISCO⁴,
FRANCISCO DE ASSIS SALVIANO DE SOUSA⁵

¹ Graduada em Eng. de Biosistemas, UFCG, Sumé-PB. Fone: (83) 3353-1850, polyannabarbara@gmail.com

² Dr. Professor UATEC/UFCG, Sumé-PB. Fone: (83) 3353-1850, medeirospc@gmail.com

³ Dr. Professor UATEC/UFCG, Sumé-PB. Fone: (83) 3352-1850, george@ufcg.edu.br

⁴ Dr. em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 2101-1055, paulomegna@ig.com.br

⁵ Dr. Professor UACA/UFCG, Campina Grande-PB. Fone: (83) 2101-1202, fassis@dca.ufcg.edu.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: O escoamento em rios perenes fornece contribuição hídrica ao longo de todo o ano hidrológico em dada seção fluviométrica, salvo circunstâncias naturais ou antrópicas que possam alterar o regime natural de modo a não ocorrer fluxo, como secas extremas ou excesso de demandas em regiões à montante dessa seção. Em períodos chuvosos normalmente a proporção basal é menor que o aporte superficial, este com variabilidade dos níveis de água caracterizada por pulsos de vazões. Já a componente subterrânea é dominante em estações de estiagem, com períodos de fluxo mais tranquilo. Este artigo refere-se a quantificação de índice de base, parâmetro que expressa proporcionalmente a contribuição de água advinda do aquífero frente ao escoamento fluvial (área de estudo Bacia Hidrográfica do rio Paraíba) através da delimitação do aporte subterrâneo em hidrogramas de dados diários. Foi utilizada planilha EXCEL para o traçado das curvas e o uso de funções lineares na delimitação dos escoamentos. Para a quantificação dos volumes em diferentes escalas foi utilizado o princípio de integração numérica. A partir da referida delimitação, possibilita-se quantificar a proporção do fluxo basal em diferentes escalas temporais, como semanas, meses, anos e até mesmo períodos em uma abordagem específica como sazões ou trechos de ascensão e recessão fluvial. O referido índice auxilia estudos relacionados ao planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrologia, hidrograma, fluxo de base.

BASEFLOW INDEX AT DIFFERENT TIME SCALES

ABSTRACT: The streamflow rivers provide water contribution throughout the hydrological year given fluviometric section, except natural or anthropogenic circumstances that may alter the natural regime so as not to occur flow as extreme drought or excessive demands on the amount of such regions section. In rainy periods usually basal ratio is less than the surface contribution, with this variability in water levels characterized by pulse flow. Already the underground component is dominant in the dry seasons, with periods of calmer flow. This article refers to the quantification of base index, parameter that expresses proportionally water contribution arising from the aquifer against the river flow (study area Catchment Basin of the Paraíba River/Brazil) through the delineation of underground inflow hydrograph in daily data. EXCEL spreadsheet was used to trace the curves and the use of linear functions in the designation of flows. For the quantification of the volume at different scales, we used the principle of numerical integration. From that definition, if possible, quantify the proportion of baseflow at different time scales, such as weeks, months, years and even periods for a specific approach as season or rise and recession river stretches. That helps index studies related to the planning and management of water resources.

KEYWORDS: Hydrology, hydrograph, baseflow.

INTRODUÇÃO

De conformidade a Política de Recursos Hídricos brasileira que considera, dentre outros princípios, a valoração e finitude da água, o controle de oferta e demanda segundo os instrumentos de gestão, como outorga, cobrança e enquadramento dos corpos d'água, tem sido tarefa complexa.

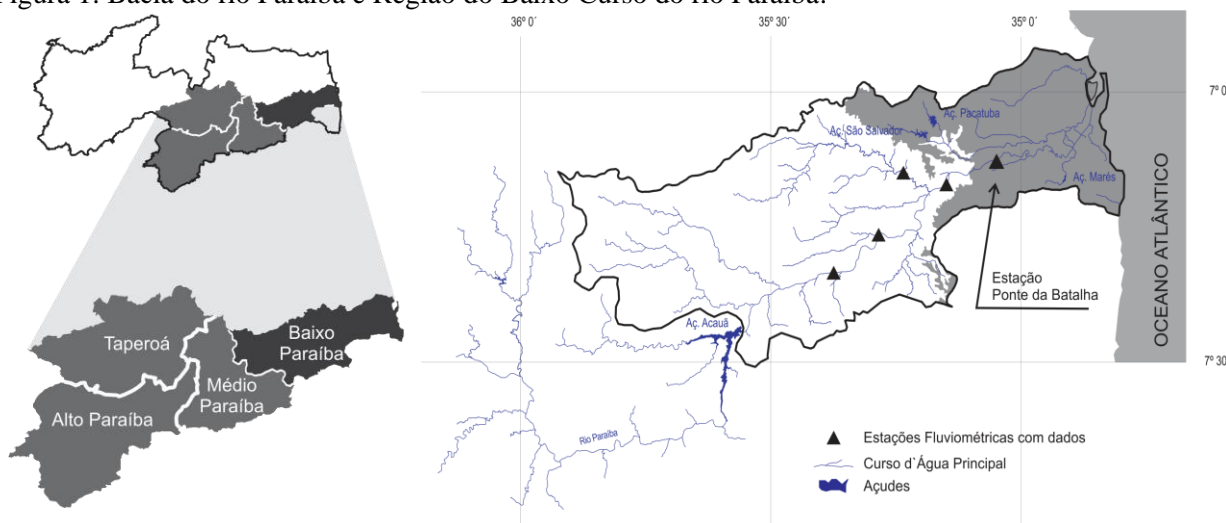
Um dos capítulos da ciência hidrológica é a análise de hidrogramas, que são curvas de dados de vazão total escoada coletada em um ponto do rio (seção fluvial) numa determinada escala de tempo. A técnica proposta por Tucci (2012) mostra que é possível estimar as contribuições de águas subterrâneas e superficiais, possibilitando discretizar tais aportes. Assim sendo, facilita-se análise das primazias do escoamento no balanço hídrico no sistema ripário, tendo em vista a possibilidade de se destacar períodos de ascensão/recessão do escoamento, bem como estações do ano, haja vista que o comportamento de efluência e influência dos rios em relação ao aquífero estão associados à sazonalidade. Fortalece-se assim, também, o aspecto ecológico do regime natural de vazões (COLLISCHONN et al., 2005; CRUZ, 2005).

Este artigo aborda a interpretação e separação dos escoamentos de rios (subterrâneo e superficial direto) e a determinação de índice de escoamento de base a partir da análise de hidrogramas.

MATERIAL E MÉTODOS

A Área de estudo é a Bacia Hidrográfica do rio Paraíba. A bacia é de grande importância para o Estado da Paraíba, pois nela estão contidas grandes cidades como João Pessoa, a capital do estado e Campina Grande, o segundo maior centro urbano, que dependem direta ou indiretamente, das reservas hídricas do estado. Destaca-se o açude Epitácio Pessoa, um dos maiores do Estado, que está localizado no município de Boqueirão. É composta pelas Regiões do Alto, Médio e Baixo Curso do rio Paraíba e da Sub-bacia do rio Taperoá (Figura 1). Os dados fluviométricos em estudo foram extraídos da Região do Baixo Curso do rio Paraíba, apresentando assim, forte potencial de águas subterrâneas.

Figura 1. Bacia do rio Paraíba e Região do Baixo Curso do rio Paraíba.



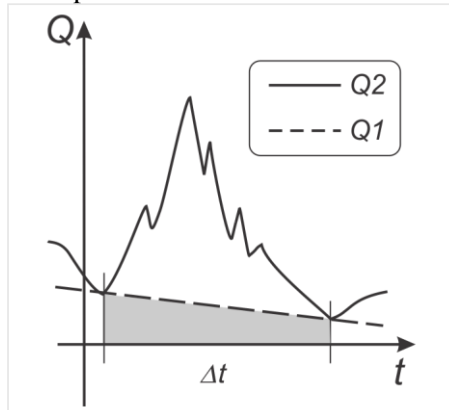
Fonte: Adaptado de AESA (2006).

Para a escolha da estação fluviométrica dentre as existentes, foram analisadas séries históricas de dados diários disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas (HIDROWEB) da Agência Nacional de Águas (ANA, 2012). Foi definida a estação Ponte da Batalha (código 38895000), localizada no município de Cruz do Espírito Santo-PB, em área sedimentar na parte leste do baixo curso do rio Paraíba, apresentando dados de armazenamento de base, compreendendo o período de Dezembro de 1969 a Dezembro de 1997. Considerando alguns fatores como a ausência de dados diários e valores não comuns em períodos de cheias e de estiagem na vazão média mensal, para este trabalho foram escolhidos os anos de 1974 e 1997, climatologicamente típicos de La Niña e El Niño, respectivamente (Gerólamo & Kayano, 2010).

Na separação do escoamento de base do fluxo total, o método escolhido foi o proposto por Tucci (2012), que compreende o traçado linear desde a inflexão inicial de ascensão de escoamento

fluvial até a inflexão ao fim do decaimento de vazão. Com a subdivisão tem-se consequentemente o escoamento superficial direto, como mostra na Figura 2. Na Figura observa-se o trecho de hidrograma de acordo com a metodologia proposta neste artigo. Para um intervalo Δt , temos: Q1, a vazão de base e Q2 a vazão total vazão. O aporte superficial direto se faz pela diferença entre Q2 e Q1.

Figura 2. Separação dos escoamentos para intervalo Δt : vazão de base (Q1), a vazão total (Q2).



Fonte: adaptado de Oliveira (2013).

Dentre muitos parâmetros que relacionam o escoamento das águas subterrâneas e as superficiais está o índice de escoamento de base (BFI) (AKSOY et al., 2009). Esse índice é definido pela razão entre o volume de base escoado e o volume total em um intervalo de tempo (Equação 1), em que Q é a vazão e t o tempo. O BFI auxilia na análise proporcional do domínio das águas subterrâneas frente às superficiais. A área abaixo de cada curva representa o volume total escoado para uma dada escala temporal considerada. O uso de planilha eletrônica EXCEL facilita a aplicação da metodológica da integração numérica, através das matrizes vazão versus tempo.

$$BFI = \frac{\int_{t_1}^{t_2} Q_{base}(t)dt}{\int_{t_1}^{t_2} Q_{total\ escoada}(t)dt} \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 3a e 3b apresentam os hidrogramas com as separações dos escoamentos para estação fluviométrica Ponte da Batalha em dados diários, para os anos de 1974 (análise em período de La Niña) e 1997 (análise em período de El Niño), respectivamente. A Tabela 1 apresenta os valores do índice de escoamento de base (BFI) anual/mensal para esses anos. Verifica-se que, na análise anual, o volume de base representa 13,00% do volume total escoado para o ano de 1974. Para o ano de 1997, o BFI mostrou que a vazão de base representa praticamente 28% da vazão total escoada. Tal diferença ocorreu em função das elevadas vazões em 1974, especialmente no período de fevereiro a abril, comparadas com as de 1997.

Por outro lado, analisando-se índices de escoamento de base em escala mensal, normalmente observa-se que o domínio do escoamento subterrâneo será expressivo nos meses de estiagem, como foi observado para o ano de 1997, com exceção apenas para o mês de dezembro (BFI = 0,4324).

Para o ano de 1974 apenas os meses de outubro e novembro apresentaram valores de BFI acima de 0,5. Referente aos meses em que ocorreu maior volume de escoamento total de março a julho, com 95% de do total escoado para todo o ano, os índices de base foram: 0,2230 para o ano de 1974 e 0,2605 para o ano de 1997.

Figura 3. Separação dos escoamentos períodos (a) 01/01 a 31/12 de 1974; e (b) 01/01 a 31/12 de 1997.

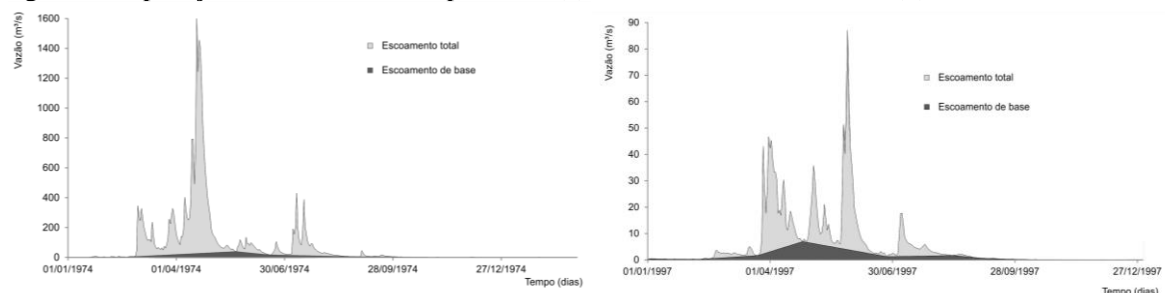


Tabela 1. Valores do índice de escoamento de base (BFI) anual e mensal para os anos de 1974 e 1997

Período	1974	1997	Período	1974	1997
Anual	0,1300	0,2797			
Janeiro	0,2421	0,8547	Julho	0,1191	0,2370
Fevereiro	0,2859	0,3739	Agosto	0,5376	0,7497
Março	0,0835	0,2244	Setembro	0,4081	0,9256
Abril	0,0467	0,2299	Outubro	0,8815	0,7896
Maio	0,4260	0,2239	Novembro	0,7307	0,7167
Junho	0,4398	0,3374	Dezembro	0,3259	0,4324

CONCLUSÕES

A separação dos escoamentos proposta nesta pesquisa oferece suporte a estudos não só de gestão de recursos hídricos, mas também no contexto interdisciplinar incorporando aspectos ambientais como em zonas ribeirinhas de bacias sedimentares.

A análise de hidrogramas e a determinação dos índices de escoamento além de apoiar a outorga dos direitos de uso da água, na regulação do potencial hídrico e ambiental, condicionará significativas informações aos demais instrumentos de gestão, como na valoração econômica e o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, fundamentais para a tomada de decisões na integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

REFERÊNCIAS

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. Relatório Final, 2006.
- Aksoy, H.; Kurt, I.; Eris, E. Filtered smoothed minima baseflow separation method. *Journal of Hydrology*, v.372, p.94–101, 2009.
- ANA. Agência Nacional das Águas. Hidroweb. Séries históricas, 2012. Disponível em: www.hidroweb.ana.gov.br/
- Collischonn, W.; Agra, S. G.; Freitas, G. K.; Priante, G.; Tassi, R.; Souza, C. F. Em busca do Hidrograma Ecológico. In: *Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, João Pessoa, 2005.
- Cruz, R. C. Prescrição de Vazão Ecológica: Aspectos Conceituais e Técnicos para Bacias com Carência de Dados. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- Gerólamo, R. O. P.; Kayamo, M. T. Variações do ciclo anual da Temperatura da Superfície do Mar do Pacífico Tropical. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 25, n.2. p. 237-245, 2010.
- IBGE. Dados do Censo 2010. 2010. Disponível em: http://www.censo2010.ibge.gov.br/resultados_do_censo2010.php > Acesso em: 16/09/14.
- Oliveira, P. B. M. Delimitação dos Domínios do Escoamento – Região do Baixo Curso do rio Paraíba. Trabalho de Conclusão de Curso. Agosto, 2014.
- Tucci, C. E. M. Escoamento Superficial. *Hidrologia Ciência e Aplicação*. Tucci, C. E. M. (org.). Ed. da Universidade. ABRH. EDUSP. Porto Alegre, 2012.