

APLICAÇÃO DO MODELO DE BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL DIÁRIO (BALSEQ) PARA ESTIMATIVA DA TAXA DE RECARGA NA BACIA SEDIMENTAR DO RIO DO PEIXE – PB

*Gracieli Louise Monteiro Brito¹; Hans Dieter Max Schuster²; José Rosenilton de Araújo
Maracajá³ & Vajapeyam Srirangachar Srinivasan⁴*

RESUMO — Para o gerenciamento integrado das bacias hidrográficas é fundamental o uso racional dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Geralmente, nas regiões em que ocorre a escassez da água, as águas subterrâneas tendem a ser super exploradas. Entretanto, no longo prazo esta prática é insustentável e apenas a política em que a exploração esteja vinculada com a recarga seria apropriada. A reposição ocorre através da infiltração durante as chuvas (recarga). Este trabalho tem como objetivo aplicar o modelo de Balanço Hídrico Sequencial Diário (BALSEQ) – uma combinação do modelo de balanço hídrico do tipo tanque linear incorporado ao método de número de curvas (CN) do U.S. Soil Conservation Service (SCS). Dados de precipitação e evapotranspiração no período de 2004 à 2006 foram utilizados para estimar a taxa de recarga anual na bacia sedimentar do Rio do Peixe. O estudo foi financiado por um programa especial do Ministério da Ciência e da Tecnologia do Brasil que foi iniciado em 2004. O modelo parece capaz de fornecer estimativas realísticas da recarga.

ABSTRACT – Integrated management of hydrologic basins with respect to the water resources necessitates a rational usage of its surface and ground water resources. Generally, in regions of scarcity of water, the ground water tends to be over exploited and such practices are unsustainable in the long term. The ground water exploration will be sustainable only if it is closely linked to the recharge of the aquifer. This paper deals with the estimation of annual ground water recharge, utilizing a daily sequential water balance model, for the Rio Peixe river basin located in the semiarid region of the northeast of Brazil. The model is a combination of a linear reservoir with the infiltration rates obtained from the SCS-CN (curve number) method. The study funded by a special program of the Ministry of Science and Technology of Brazil was initiated in 2004. Precipitation and evaporation data for the period of 2004-2006 were used and the estimated recharge rates are presented. The model seems capable of providing realistic estimates of recharge.

Palavras – chaves: BALSEQ, recarga, águas subterrâneas.

1 Engenheira Civil, Mestranda em Recursos Hídricos, UFCG, Av. Aprígio, 882 – Bodocongó. CEP 58109-970 Campina Grande -PB, Email gracielimonteiro@yahoo.com.br

2 Professor da Unidade Acadêmica de Engenharia de Minas, UFCG, Email: didischuster@yahoo.de

3 Engenheiro Civil, Mestre em Recursos Hídricos, UFCG, Email maracaja_civil@yahoo.com.br

4 Professor da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, UFCG: Email: vajapeva@dec.ufcg.edu.br

1 - INTRODUÇÃO

A primeira fase de avaliação da recarga aquífera consiste na disponibilidade de informações relativas a diversos parâmetros do sistema, seja como dados climáticos, hidrológicos, geomorfológicos, geológicos e ocupação do solo, uma vez que a cobertura vegetal influencia na evapotranspiração e no escoamento direto, que são parâmetros fundamentais do balanço hídrico.

A recarga do aquífero é o elemento mais requerido para o gerenciamento sustentável de recursos hídricos subterrâneos (abrangendo avaliações de quantidade e qualidade). Entretanto, a recarga é a variável do ciclo hidrológico mais complexa a ser determinada, atualmente é difícil estabelecer um único método de recarga seguro devido à complexidade dos fenômenos e grande variedade de situações encontradas nos processos pelos quais se dá a recarga.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi aplicado na Bacia Sedimentar do Rio do Peixe, onde possui uma área de aproximadamente de 1.300 km². Está localizada na porção semi-árida do estado da Paraíba, limitada aproximadamente pelos meridianos 38° 45' e 37° 40' de Longitude W de Greenwich e entre os paralelos 06° 25' e 06° 55' de Latitude Sul. Caracterizada por chuvas irregulares, alto índice de evaporação e salinidade. A pluviometria média anual histórica é de 850 mm/ano, duas estações climáticas são observadas por ano: a chuvosa, janeiro à maio (4 meses), e a seca, junho à dezembro (8 meses). Considerando a média da estação de São Gonçalo, a temperatura média anual fica em torno de 26,5° C e a evapotranspiração potencial média do local é de cerca de 1600 mm/ano. Com relação ao conhecimento geológico, os principais aquíferos que ocorrem na bacia sedimentar do Rio do Peixe, possuem a seguinte seqüência estratigráfica: Formação Antenor Navarro, Formação Sousa, Formação Rio Piranhas e Aluviões.

Para a caracterização da recarga das águas subterrâneas utilizou-se o modelo numérico de balanço hídrico seqüencial diário, conhecido como BALSEQ (Paralta *et. al*, 2003).

Segundo Oliveira *et al.* (2004), o modelo consiste em dividir a água em cinco componentes: o escoamento direto, a infiltração superficial, a evapotranspiração real, a água retida no solo e a infiltração profunda, assim para calcular a recarga são necessários: dados diários de precipitação e de evapotranspiração, valores do coeficiente *CN* (*Curve Number*) - Método do *U.S. Soil Conservation Service (SCS)* - para determinar o escoamento superficial, valores do parâmetro *AGUT*, que significa a quantidade de água disponível para a evapotranspiração, obtido através da capacidade de campo do solo (*Cc*), do seu ponto de murcha (*PM*) e da profundidade das raízes das plantas (*Rp*) definido pela expressão $AGUT = (C_c - PM) \times R_p$, e o valor da quantidade de água retida no solo no primeiro dia do balanço hídrico a ser efetuado (*Ai*).

A metodologia utilizada para a determinação da recarga na bacia sedimentar do Rio do Peixe foi dividida em duas partes: i) em função das formações geológicas, considerando os aluviões e, ii) em função das sub-bacias (Brejo das Freiras, Sousa e Pombal), não considerando os aluviões.

Com base nas informações do mapa do uso atual, cobertura vegetal e tipo de solo, segundo o método de classificação *SCS*, temos: Aluvião, Tipo A; Antenor Navarro e Rio Piranhas, Tipo C; Sousa, Tipo D, com isso, foi possível a sobreposição dos mapas obtendo as informações espaciais necessárias para atribuição do parâmetro *NC*. Cada formação tem seu valor *NC* específico variando de acordo com os últimos cinco dias de chuva (*NC I*, *NC II* ou *NC III*). O mapa resultante foi base para o cálculo da recarga.

Os valores de capacidade de campo e ponto de murcha foram coletados no Laboratório de Engenharia Agrícola da UFCG a partir das análises de campo efetuadas na região. Em virtude do intervalo de valores encontrados optou-se por executar o modelo para valores de *AGUT* de 60, 80, 100 e 120. Em função das características da região, adotou-se $R_p = 800 \text{ mm}$. Para o valor inicial da água armazenada no final do dia, A_i , é atribuído o valor de *AGUT*, esse valor varia para os demais dias em função da capacidade de armazenamento do dia anterior.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A precipitação média anual foi calculada pelo método de Thiessen. As estações pluviométricas consideradas foram: Açude de Pilões, Açude Lagoa do Arroz, Antenor Navarro, Aparecida, Barra do Juá/Triunfo, Pombal, Santa Helena, São Gonçalo, Sousa, Uiraúna e Umari. Para cada estação foi encontrada sua respectiva área de influência.

Para os anos de 2004 e 2006 constatou que a média pluviométrica estava acima da média histórica de 850mm/ano, ou seja 33,08% ($P_{2004} = 1131,17\text{mm}$) e 19,72% ($P_{2006} = 1017,58\text{mm}$) respectivamente, enquanto que em 2005 ocorreu um decréscimo de 26,52% em relação à média histórica ($P_{2005} = 624,57\text{mm}$).

De forma geral, observa-se na tabela 1 que nos anos em que a precipitação esteve acima da média, o parâmetro de *AGUT* teve pouca sensibilidade na recarga. Diferentemente, no ano em que a precipitação esteve abaixo da média histórica. Com a variação de *AGUT* de 60, 80, 100 e 120, obteve-se para o cenário da formação geológica, a variação da taxa de recarga de 312,43mm à 298,45mm e de 315,90mm à 256,35mm para os anos de 2004 e 2006, respectivamente. Enquanto que, para o ano de 2005 a taxa de recarga teve uma expressiva variação de 114,83mm à 54,25mm. Na análise por sub-bacia (substituindo os aluviões pelas demais formações) a variação da taxa de recarga foi de 166,26mm à 163,22mm e de 164,46mm à 104,53mm para os anos de 2004 e 2006, respectivamente. Entretanto, para o ano de 2005 a taxa de recarga teve variação considerável de 45,54mm à 5,05mm.

Tabela 1 – Comparativo da taxa de recarga

Ano	2004		2005		2006	
	Precipitação = 1131,17 mm		Precipitação = 624,57 mm		Precipitação = 1017,58 mm	
AGUT	Por formação (mm)	Por sub-bacia (mm)	Por formação (mm)	Por sub-bacia (mm)	Por formação (mm)	Por sub-bacia (mm)
60	312,43	166,26	114,83	45,54	315,9	164,46
80	299,86	163,84	94,02	25,54	295,75	144,31
100	298,45	163,22	74,02	10,69	275,75	124,31
120	298,45	163,22	54,25	5,05	256,35	104,53

O parâmetro *AGUT* funciona como um tanque de armazenamento que quando saturado no solo o excedente de água percola para o lençol freático praticamente de forma constante. Já no ano abaixo da média onde as chuvas são extremamente intensas e irregulares, o *AGUT* acompanha esses eventos, quando ocorre uma estiagem prolongada ele retorna ao seu potencial inicial de armazenamento.

Analisando o cenário da formação geológica observa-se que apesar de 2004 ter uma precipitação maior que 2006 a taxa de recarga foi maior em determinados valores de *AGUT*, este fato ocorre em virtude da distribuição espacial da precipitação, dependendo da intensidade da chuva, variando em função do tipo de solo que a área de influência do posto pluviométrico abrange, podendo assim, ocorrer a combinação de intensidades de chuvas maiores em áreas de recarga mais propícias.

Podemos citar como um dos principais motivos para essa diferença considerável de recarga entre os dois cenários o fato de que os aluviões apresentam baixo potencial de escoamento direto e elevada taxa de infiltração.

4 - CONCLUSÕES

Na determinação da recarga na bacia de estudo, o cenário com a formação geológica contribui, substancialmente, para o aumento dessa variável, por considerar a expressiva cobertura aluvionar, sendo assim, o que mais se aproxima das condições reais, com uma taxa média de recarga para os períodos de chuva acima da média histórica (2004 e 2006) de 294,12 mm e para o ano de 2005, em que a precipitação foi abaixo da média histórica, uma taxa média de 84,28mm.

AGRADECIMENTOS

Ao programa CNPQ/ FINEP pela financiamento da pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

OLIVIRA, M.J.P.M. (2004). *RECARGA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: Métodos de Avaliação*. Tese(Doutorado) – FCUL- Universidade de Lisboa.

PARALTA, E. A.; OLIVEIRA, M.M.; LUBCZYNSKI, M.W.;RIBEIRO, L.F.(2003). “*Avaliação da Recarga do Sistema Aquífero dos Gabros de Beja Segundo Critérios Múltiplos – Disponibilidades Hídricas e Implicações Agro-Ambientais.*” In Anais do 6º SILUSBA – Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, Lisboa, pp. 501-516