

ASPECTOS DA OTIMIZAÇÃO DO CÁLCULO DE RESERVAS PERMANENTES - UM EXEMPLO NO AQUÍFERO BARREIRAS-RN

Leandson Roberto Fernandes de Lucena¹; Ernani Francisco da Rosa Filho²

Resumo

A estruturação regional, caracterizada em trabalhos prévios nas direções preferenciais NW, NE e E-W, aproximadamente, mostrou-se exercer forte influência nos mais diversos aspectos do contexto do Aquífero Barreiras no litoral do nordeste brasileiro. Estas influências foram evidenciadas sob diversos aspectos, com base nas análises de dados geológicos, hidrogeológicos e geo-elétricos, sobretudo no que diz respeito à geometria do aquífero, na forma de variações bruscas de espessuras saturadas provocadas por falhamentos. Nesse contexto, o cálculo de reservas permanentes na área da bacia do Rio Pirangi foi efetuado considerando estas variações da geometria do aquífero, buscando-se a obtenção de valores mais representativos que venham a otimizar o gerenciamento desses recursos hídricos.

Abstract

The regional structuring, characterized on the previous research, outlined by the overall preferential directions NW, NE and W-W, revealed as exerting strong influence on a diverse array of aspects of the Barreiras Aquifer context. These influences were attested by several aspects, based on the analysis of geological, hydrogeological and geo-electrical data, notably on the aquifer geometry, as witnessed by sudden variations of saturated thicknesses caused by faulting. The quantification of permanent reserves was carried out in the area of the Pirangi River basin, southern coastal region of Rio Grande do Norte State (Brazil), taking into consideration variations in the aquifer geometry resulting from local structuring.

Palavras-chave: Aquífero Barreiras, controle estrutural, reservas permanentes

¹ Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte-EMPARN, Rua Jaguarari, 2192 – Lagoa Nova, CEP: 59.062-500. Natal-RN/Brasil. Tel.: (0xx84)3232-5854. E-mail: leandson_lucena@yahoo.com.br

² Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas-LPH/UFPR, Centro Politécnico – Jardim das Américas, CEP: 81.531-990. Curitiba-PR/Brasil. Tel/Fax: (0xx41)3267-7910. E-mail: ernani@ufpr.br

1 – Introdução e objetivos

Estudos recentes desenvolvidos no nordeste do Brasil vem demonstrando indícios que a estruturação regional, a exemplo do que ocorre em aquíferos fissurais, exerce igualmente forte influência no contexto hidrogeológico de terrenos sedimentares de idade cenozóica (Lucena e Queiroz, 1996; Lucena et al., 1999). Estes estudos mostraram a delimitação de áreas com elevada transmissividade, decorrente do aumento de espessuras saturadas ocasionadas pela compartimentação estrutural local do Aquífero Barreiras. Os referidos estudos indicam ainda o condicionamento do fluxo subterrâneo e sugerem feições do mapa potenciométrico, particularmente a disposição das equipotenciais, associadas com falhamentos.

O presente trabalho, por sua vez, possui o objetivo de realizar uma análise do impacto dessa estruturação no cálculo de reservas permanentes do Aquífero Barreiras, bem como a obtenção de um valor otimizado, tomando-se como alvo o setor oriental da bacia do Rio Pirangi no litoral leste potiguar (figura 1).

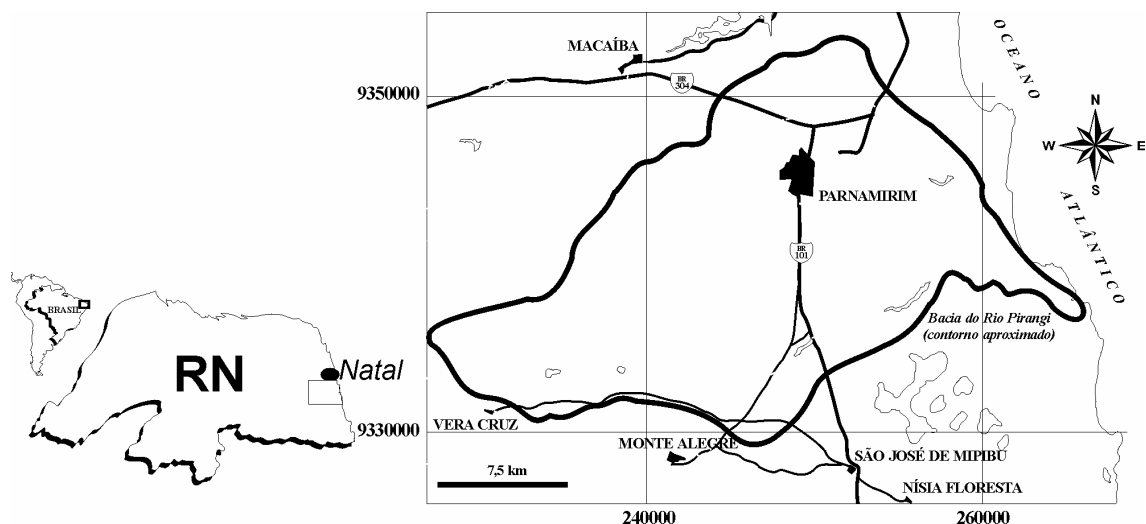


Figura 1 – Localização da área de pesquisa.

2 – Geologia regional

A coluna estratigráfica é constituída por duas seqüências básicas: uma não aflorante, envolvendo o embasamento cristalino Pré-Cambriano e sedimentos da bacia sedimentar mesozóica, ambos detectados em perfis de poços da região, e outra aflorante, representada por sedimentos cenozóicos. Estes últimos compreendem sedimentos argilo-arenosos a conglomeráticos do Grupo Barreiras e arenosos da Formação Potengi, sotopostos aos sedimentos quaternários, onde se incluem os *beachrocks*, arenitos praias, depósitos aluvionares, eólicos e de mangues e as coberturas arenosas. A caracterização estrutural regional, abordada em trabalhos prévios tais como Bezerra et al. (1993), Lucena e Queiroz (1996), Coriolano et al. (1998), dentre outros, somado com

levantamentos restritos ao contorno da bacia do Rio Pirangi, evidenciaram uma complexa estruturação na área, caracterizada nas direções gerais NW-SE, NE-SW e E-W.

A figura 2 apresenta o esboço geológico simplificado da região litorânea sul de Natal-RN, incluindo o setor oriental da bacia do Rio Pirangi.

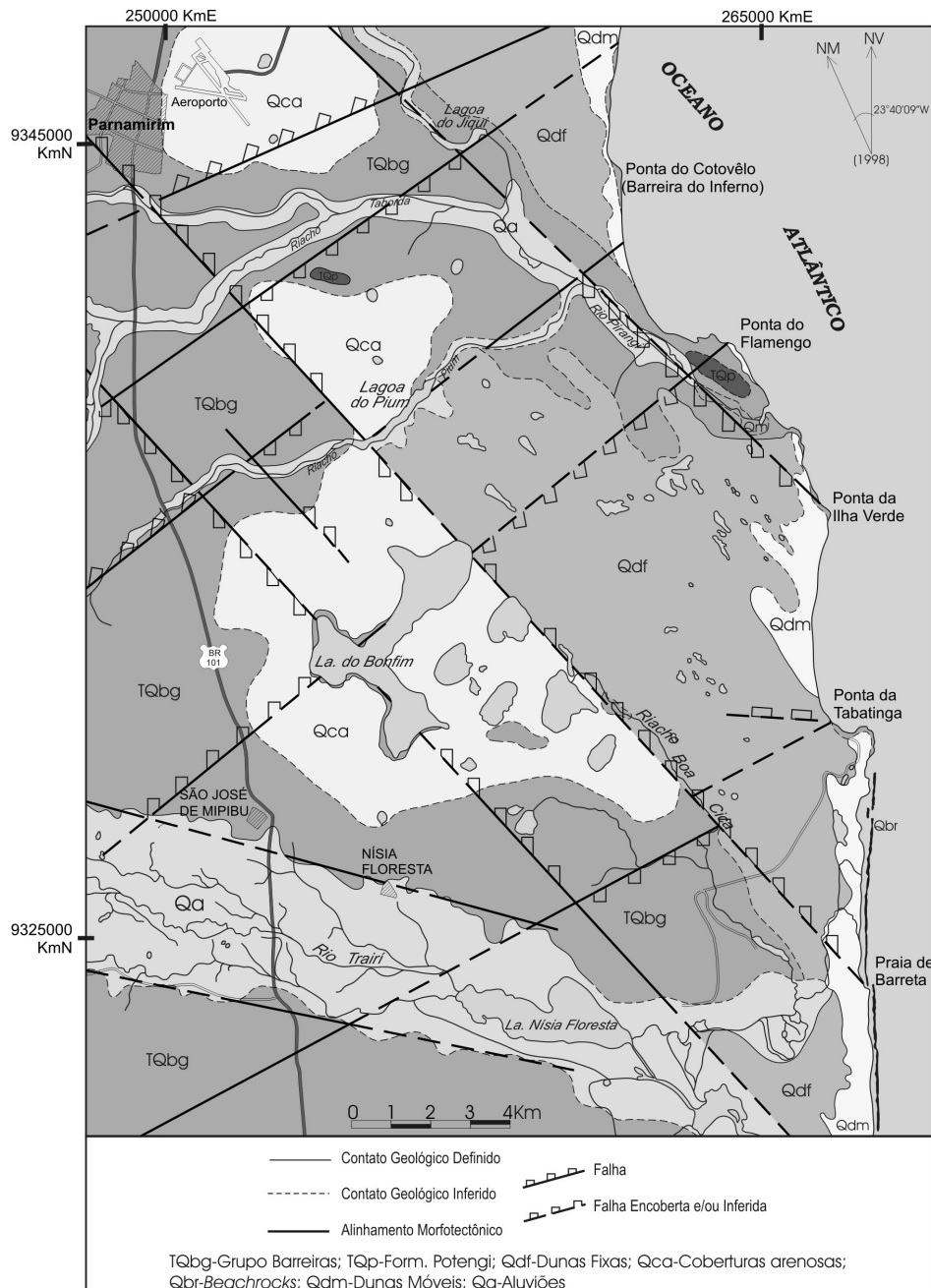


Figura 2 – Esboço geológico simplificado da região litorânea sul de Natal-RN.

3 – Contexto hidrogeológico

O Aquífero Barreiras é responsável pelo abastecimento da maioria das cidades da faixa litorânea oriental do Rio Grande do Norte, incluindo a capital Natal. O limite inferior deste aquífero é o topo da seqüência carbonática mesozóica não aflorante da região, a qual foi

individualizada nas perfurações como sendo constituído por sedimentos areno-argilosos a argilosos de composição calcífera e baixa potencialidade hidrogeológica, ou mesmo o embasamento cristalino, nas áreas próximas do contato deste último com a bacia sedimentar costeira (Costa, 1971; Lucena e Queiroz, 1996). O aquífero apresenta vazões de exploração elevadas em determinadas localidades, sobretudo naquelas de maior espessura dos sedimentos do Grupo Barreiras, conforme observado em algumas captações na região sul de Natal e Parnamirim-RN (vazões da ordem de 100 m³/h). Por outro lado, valores reduzidos de vazões exploradas são atribuídos à causas diversas, dentre as quais espessuras reduzidas do Barreiras e a forma de construção e desenvolvimento de poços mais antigos, face às atuais técnicas de perfuração. Um estudo realizado pelo IPT (1982) para o Governo do Estado, revelou transmissividades da ordem de 2,8 x 10⁻³ a 9,2 x 10⁻³ m²/s para a região compreendida entre Natal e São José de Mipibú-RN.

No tocante à condição hidrodinâmica, o Aquífero Barreiras comporta-se de maneira bastante variável, sobretudo na região sul de Natal até a fronteira com a Paraíba. Este comportamento pode apresentar-se de livre a semiconfinado, onde a camada semiconfinante no topo, quando presente, é representada por lentes argilosas do Grupo Barreiras, (IPT, 1982).

4 – Metodologia

Dentre as diversas maneiras de visualização das variações de espessuras saturadas, adotou-se no presente estudo aquela na forma de isolinhas, através da elaboração de um mapa de espessura do Aquífero Barreiras no setor oriental da bacia do Rio Pirangi. Este mapa foi obtido a partir da interpretação e modelamento matemático de sondagens geo-elétricas executadas na área, somado a dados de poços que seccionam todo o Grupo Barreiras (aquífero homônimo) e pontos de espessura saturada zero, tomados ao longo da linha de costa (tabela 1). Estas informações pontuais, envolvendo coordenadas XY (UTM) e respectivos valores de espessura, foram gridadas e interpoladas no *software Surfer for Windows*.

DADOS /ORIGEM	NÚMERO DE PONTOS
Linha de costa (espessura saturada zero)	47
Poços tubulares	31
Sondagens elétricas	14
Total	92

Tabela 1 – Origem dos dados utilizados na confecção do mapa de espessura saturada do Aquífero Barreiras no setor oriental da bacia do Rio Pirangi.

A figura 3, resultante do tratamento dos dados, revela valores de espessuras bastante variáveis, da ordem de 30 m em alguns locais do centro norte do mapa, alcançando cerca de 100 m nos extremos SE (já além do limite da bacia do Rio Pirangi) e SW do mesmo. O arcabouço estrutural sobreposto (proveniente do mapa da figura 2) reflete a ampla influência desta estruturação na geometria do aquífero. Nesse contexto, as maiores espessuras do aquífero, conforme mencionado, estão associadas com o abatimento, por falhas, do substrato carbonático do Grupo Barreiras, enquanto que as menores espessuras relacionam-se normalmente com o soerguimento (mesmo que relativo) desse mesmo substrato carbonático, igualmente decorrente da evolução tectono-estrutural da região.

As subáreas foram definidas a partir da divisão da área em blocos estruturais delimitados por alinhamentos morfotectônicos ou falhamentos, além dos próprios limites da referida bacia hidrográfica, perfazendo um total de 231,02 km². Somado a isso, para cada bloco estrutural foi adotado um valor representativo de espessura saturada de acordo com o mapa da figura 3. O cálculo efetivo de cada subárea foi realizado em ambiente SIG.

5 – Apresentação dos resultados

A avaliação de reservas hidrogeológicas em áreas extensas (no caso uma bacia hidrográfica) e, sobretudo, sob proeminente controle estrutural, pode revelar valores que devem ser aceitos com ressalvas, já que, tradicionalmente, adota-se um valor médio que se imagina ser representativo da espessura do aquífero em toda a área explorada. Nesse contexto, o cálculo mais consistente de reservas permanentes foi efetuado, considerando as variações de espessuras saturadas ao longo da área pesquisada, decorrente da evolução tectono-estrutural regional. As reservas permanentes foram então calculadas individualmente para cada bloco estrutural da seguinte forma (Todd, 1959; Castany, 1975):

$$V_{s\text{ TOTAL}} = \sum A_n \cdot b_n \cdot \eta_e \quad (I)$$

Onde:

V_s = volume de saturação/reservas permanentes (m³);

A_n = subárea de ocorrência do aquífero (m²);

B_n = espessura média saturada do aquífero na subárea considerada (m);

η_e = porosidade efetiva média do aquífero.

De acordo com os procedimentos já reportados, foram individualizadas 22 subáreas no setor oriental da bacia do Rio Pirangi. Os respectivos parâmetros relativos ao cálculo das reservas permanentes de cada bloco são apresentados na tabela 2, considerando uma porosidade efetiva média do aquífero de 10%.

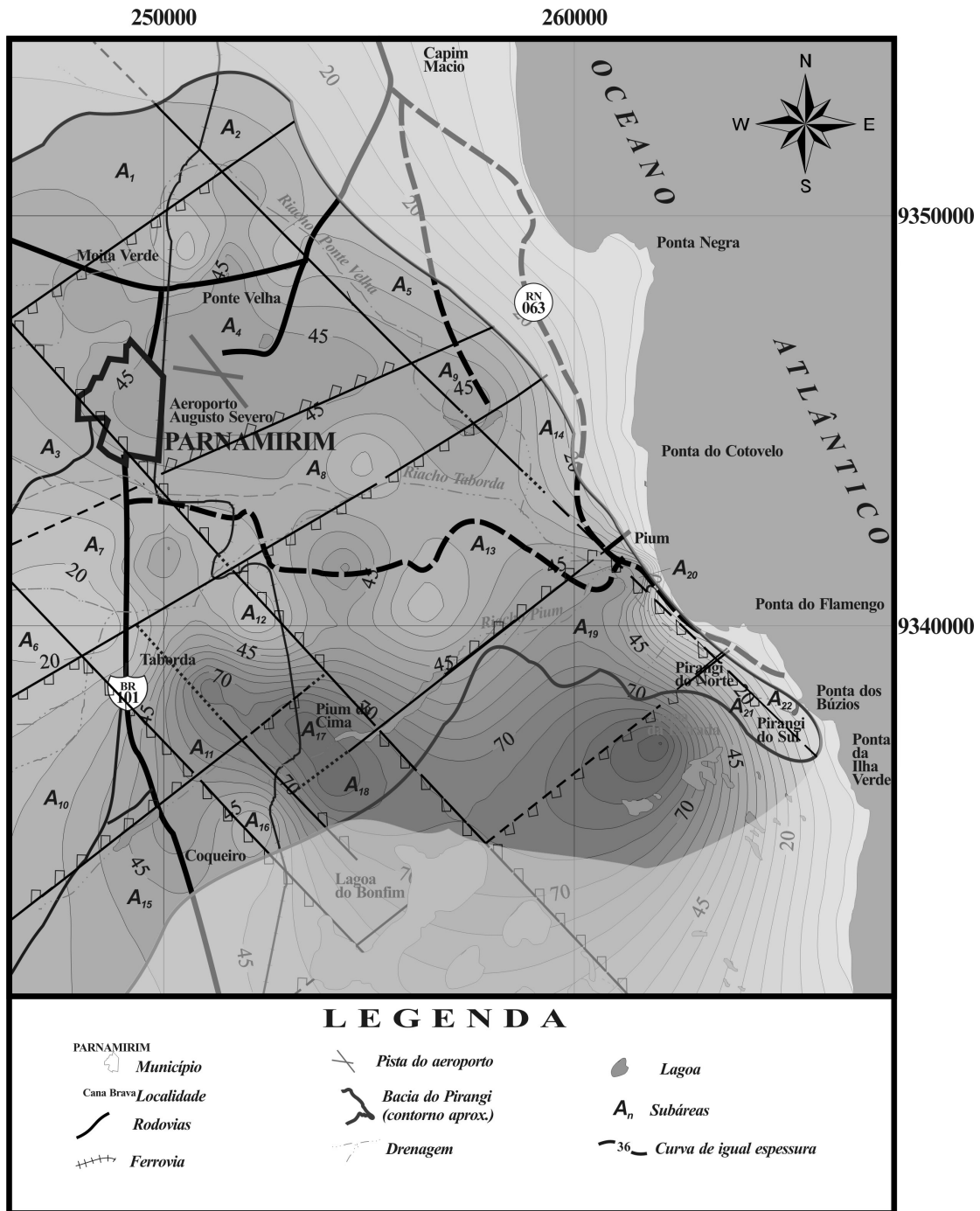


Figura 3 – Mapa de espessura do Aquífero Barreiras no setor oriental da bacia do Rio Pirangi, com o esboço da estruturação regional e as subáreas individualizadas.

SUB-ÁREAS	PARÂMETROS OBTIDOS		
	A_n (x 10 ⁶ m ²)	B_n (m)	$V_{s,n}$ (x 10 ⁶ m ³)
1	14,74	35	51,59
2	4,83	35	16,90
3	9,59	35	33,56
4	37,65	45	169,42
5	11,87	35	41,54
6	2,53	20	5,06
7	12,81	30	38,43
8	16,76	40	67,04
9	3,85	40	15,4
10	16,11	35	56,38
11	5,60	50	28,0
12	9,65	50	48,25
13	33,04	40	132,16
14	5,19	30	15,57
15	16,60	40	66,4
16	4,18	50	20,9
17	4,80	75	36,0
18	3,46	75	25,95
19	12,68	45	57,06
20	1,19	25	2,97
21	2,36	30	7,08
22	1,53	15	2,29
TOTAL	231,02	-	937,95

Tabela 2 – Parâmetros obtidos relativos ao cálculo das reservas permanentes de cada subárea no setor oriental da bacia do Rio Pirangi.

6 – Considerações finais

O desenvolvimento e incremento desta metodologia poderia ainda considerar variações do parâmetro porosidade efetiva ao longo da área explorada, por intermédio de múltiplos testes de aquífero. Este procedimento possibilitaria a elaboração de um zoneamento em termos da capacidade de armazenamento, acrescentando uma coluna na tabela 2, respeitando a heterogeneidade do aquífero.

A metodologia do cálculo de reservas, particularmente, efetuada à sombra da compartimentação estrutural do aquífero, apesar de ainda carecer de aperfeiçoamento, eleva-se em importância na medida que possibilita aos órgãos governamentais gestores otimizar o planejamento e utilização sustentável de aquíferos sedimentares porosos.

7 – Referências bibliográficas

- BEZERRA, F. H. R.; SAAD, A.; MOREIRA, J. A. M.; LINS, F. A. P. L.; NOGUEIRA, A. M. B.; MACEDO, J. W. P.; LUCENA, L. R. F. de; NAZARÉ JR. D. Estruturação neotectônica do litoral de Natal-RN, com base na correlação entre dados geológicos, geomorfológicos e gravimétricos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, IV, 1993, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte-MG: SBG, Núcleo MG, 1984. Bol. 12: p. 317-321.
- CASTANY, G. **Prospección y explotación de las aguas subterráneas.** Barcelona: Ed. Omega, 1975. 738 p.
- CORIOLOANO, A.C.F.; LUCENA, L.R.F.; JARDIM de SÁ, E.F.; SAADI, A. A deformação quaternária no litoral oriental do Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, VIII, 1997, Lençóis. **Anais...** Lençóis-BA: SBG, 1998. p. 67-70.
- COSTA, W.D. **Estudos hidrogeológicos de Natal-RN.** Natal: CAERN-Gov/RN, 1971. P. 20-54. Relatório técnico.
- IPT. **Estudo hidrogeológico regional detalhado do Estado do Rio Grande do Norte.** Natal: SIC-Gov/RN, 1982. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 389 p. Relatório técnico IPT nº 15.795.
- LUCENA, L.R.F.; OLIVEIRA, S.K.; MEDEIROS, W.E. Condicionamento estrutural sobre o Aquífero Barreiras e Sistema Lacustre do Bonfim, Nísia Floresta-RN. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRASILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY, VI., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBGf, 1999. 1 CD-ROM.
- LUCENA, L.R.F. E QUEIROZ, M.A. Considerações sobre as influências de uma tectônica cenozóica na pesquisa e prospecção de recursos hídricos - o exemplo do litoral sul de Natal-RN, Brasil. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 1, nº 15, p. 81-88, 1996.
- TODD, D. K. **Ground water hydrology.** New York: John Wiley & Sons, 1959. 319 p.