

# **AVALIAÇÃO DA RECARGA DO AQÜÍFERO URUCUIA NA REGIÃO DE JABORANDI – OESTE DA BAHIA**

José Cláudio Viégas Campos<sup>1</sup>, Leanize Teixeira Oliveira<sup>2</sup>, Lafayette Dantas da Luz<sup>3</sup>, Luiz Rogério Bastos Leal<sup>4</sup>, Joana Angélica Guimarães da Luz<sup>5</sup>, Olivar Antônio Lima de Lima<sup>6</sup>

## **RESUMO**

A CPRM – Serviço Geológico do Brasil, juntamente com a Universidade Federal da Bahia (UFBA), vêm desenvolvendo estudos sobre o aquífero Urucuia na bacia do rio Arrojado e Formoso, porção oeste do estado da Bahia. Com base na decomposição do hidrograma do rio Formoso na estação fluviométrica de Gatos foi possível determinar uma taxa de recarga para o aquífero Urucuia de 177 mm, o que corresponde a 16% da pluviosidade do período analisado (1999-2000).

## **ABSTRACT**

CPRM – Geological Survey of Brazil, with Federal University of Bahia, have been developing studies about Urucuia aquifer in Arrojado and Formoso basins, west side of Bahia state. Using stream flow hydrograph of Gatos station was possible to determine a recharge rate to Urucuia aquifer of 177 mm, that comprises 16% of rain in period analyzed (1999-2000).

Palavras-chave – fluxo de base, urucuia, recarga.

---

<sup>1</sup> CPRM – Serviço Geológico do Brasil email: jcviegas@sa.cprm.gov.br

<sup>2</sup> CPRM – Serviço Geológico do Brasil email: leanize@sa.cprm.gov.br

<sup>3</sup> Universidade Federal da Bahia email: lluz@ufba.br

<sup>4</sup> Universidade Federal da Bahia email: lrogerio@ufba.br

<sup>5</sup> Universidade Federal da Bahia email: jgluz@ufba.br

<sup>6</sup> Universidade Federal da Bahia email: olivar@cpgg.ufba.br

## 1 - INTRODUÇÃO

Com recursos do Ministério da Ciência e Tecnologia, por intermédio da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, juntamente com a Universidade Federal da Bahia (UFBA), vêm desenvolvendo desde o final de 2004, na região oeste da Bahia, estudos hidrogeológicos no aquífero Urucuia.

A região se reveste de grande importância, pois é considerada a nova fronteira agrícola do Estado da Bahia, com taxas crescentes de produtividade nos últimos anos e os recursos hídricos subterrâneos têm importante papel na produtividade e sustentabilidade do agronegócio local. Além disso, o aquífero Urucuia é um dos maiores reservatórios de água subterrânea da Bahia, com importante papel na manutenção da vazão do rio São Francisco. O aquífero se distribui por seis estados da federação (Bahia, Tocantins, Minas Gerais, Piauí, Maranhão e Goiás), ocupando uma área estimada em 120.000 km<sup>2</sup>, sendo aproximadamente 90.000 km<sup>2</sup> na região oeste do Estado da Bahia.

De modo geral, as drenagens que correm sobre o Urucuia são perenes, havendo uma forte contribuição da água subterrânea na composição do fluxo total anual dos rios locais. Estudos desenvolvidos na bacia do rio das Fêmeas [1], sobre a recarga do Urucuia, indicaram que o fluxo total anual médio desta drenagem tem contribuição da água subterrânea em mais de 90%. Foi calculada ainda uma recarga média de 258,5 mm/ano, que corresponde a 20% da precipitação média para o período de 1984 a 1995.

Aqui são apresentados os resultados obtidos da análise do hidrograma da estação fluviométrica de Gatos (45840000) para o período de (1999-2000) utilizando-se o método de Meyboom [2]. A área de drenagem da estação é de 6.867 km<sup>2</sup> que corresponde a, aproximadamente, 45% da área do projeto.

## 2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área de estudo tem aproximadamente 15.000 km<sup>2</sup> e é constituída pelas bacias dos rios Arrojado e Formoso, afluentes do rio Corrente que deságua na margem esquerda do rio São Francisco (figura 1). Para se ter acesso à área, a partir de Salvador, percorre-se, aproximadamente, 1.200 km de asfalto até chegar à cidade de Posse (GO), localizada próxima ao limite oeste da área, que tem sido base para as atividades de campo.

O aquífero Urucuia é constituído pelas rochas predominantemente arenosas do Grupo Urucuia de idade neocretácea. Segundo Campos e Dardenne [3] esta unidade é composta por duas formações: uma superior, denominada de Formação Serra das Araras, constituída por arenitos, argilitos e conglomerados depositados em ambiente fluvial e outra inferior denominada de Formação Posse formada, predominantemente, por arenitos depositados em ambiente eólico.

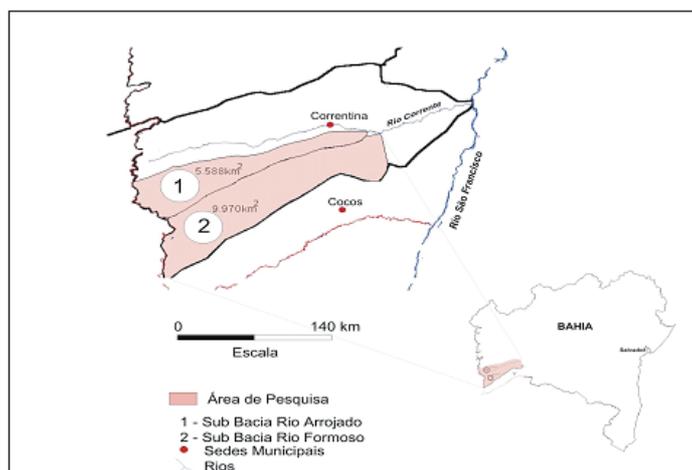
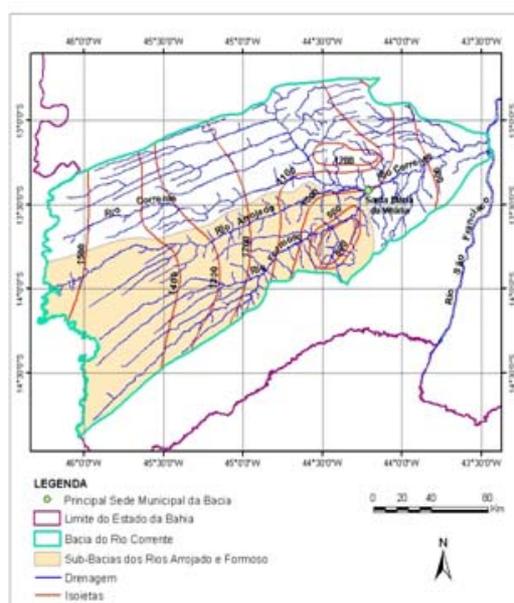


Figura 1. Mapa de localização da área estudada.

Os poços cadastrados na área possuem profundidades de mais de 280 m, com vazões de produção podendo chegar a mais de 500 m<sup>3</sup>/h. Quimicamente as águas subterrâneas apresentam baixos teores de sais com condutividade elétrica na faixa de 5 µS/cm, podendo chegar a mais de 100 µS/cm em algumas localidades. Há uma grande similaridade química entre as águas superficiais e subterrâneas, sendo difícil a sua distinção.

A precipitação média anual na bacia do rio Corrente varia de 700 mm a 1.400 mm, verificando-se o gradiente aumentando da foz em direção a região da nascente (Figura 2). As chuvas ocorrem principalmente de outubro a abril, sendo os meses de novembro, dezembro e janeiro os de maior precipitação, onde ocorrem as esperadas trovoadas, e estão associadas às correntes atmosféricas de natureza continental vindas do oeste para sudeste [4].



Fonte: [4] (modificado)

Figura 2. Distribuição das precipitações médias anuais (1943-1983) na bacia do rio Corrente e sub-bacias dos rios Formoso e Arrojado.

Na figura 3 e tabela 1 é apresentado o balanço hídrico pelo método de Thornthwaite e Mather para a estação de Gatos (lat. 13° 42' / long. 44° 38') para o período de 1945 a 1974, utilizando-se uma capacidade de campo de 100 mm [5]. Percebe-se que os meses de novembro a março correspondem ao período de excedente hídrico que perfaz um total médio anual de 264,4 mm, sendo que parte infiltrará recarregando os aquíferos e outra parte comporá o runoff (escoamento superficial).

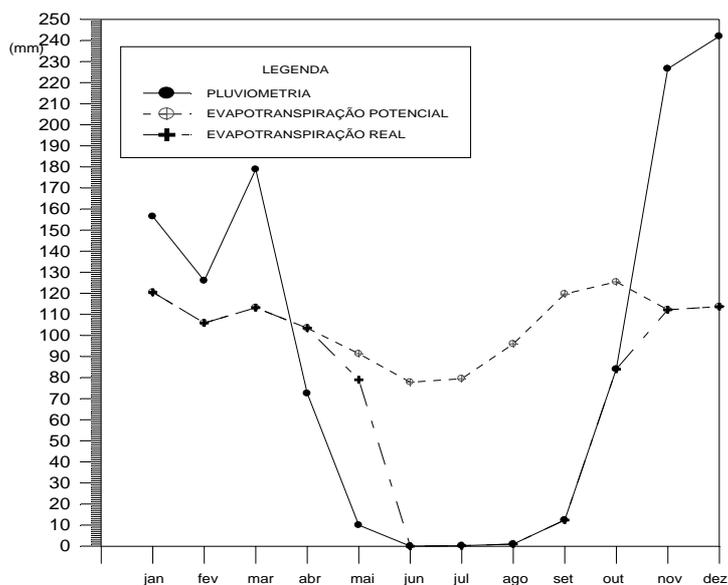


Figura 3 - Balanço hídrico para a estação pluviométrica de Gatos (1945-1974)

Tabela 1 – Balanço hídrico para a estação pluviométrica de Gatos (1945-1974)

meses	<i>Estação GATOS</i>					<i>cc 100 mm</i>		
	<i>T</i> (°C)	<i>EP</i> (mm)	<i>P</i> (mm)	<i>P-EP</i> (mm)	<i>ARM</i> (mm)	<i>ER</i> (mm)	<i>DEF</i> (mm)	<i>EXC</i> (mm)
janeiro	24,5	120,5	156,5	36	100	120,5	0	36
fevereiro	24,6	105,9	126	20,1	100	105,9	0	20,1
março	24,5	113,2	178,8	65,6	100	113,2	0	65,6
abril	24,4	103,5	72,5	-31	69	103,5	0	0
maio	23,4	91,3	10	-81,3	0	79	12,3	0
junho	22,5	77,8	0	-77,8	0	0	77,8	0
julho	22,4	79,5	0,2	-79,3	0	0,2	79,3	0
agosto	23,6	96	1	-95	0	1	95	0
setembro	25,4	119,7	12,4	-107,3	0	12,4	107,3	0
outubro	25,2	125,4	84	-41,4	0	84	41,4	0
novembro	24,3	112,2	226,6	114,4	100	112,2	0	14,4
dezembro	24	113,7	242	128,3	100	113,7	0	128,3
<b>Total</b>		1258,7	1110			845,6		264,4

Fonte: [5] modificado

Considerando que o sistema hidrológico numa bacia encontra-se em equilíbrio dinâmico para períodos prolongados (acima de 20 anos), pode-se calcular a evapotranspiração na bacia considerando-se que a precipitação que cai é igual ao total de água que é evapotranspirado e descarregado através do rio para fora da bacia [6]. Dessa forma, tem-se:

$$\text{Precipitação} = \text{Escoamento da drenagem} + \text{evapotranspiração}$$

ou

$$\text{Evapotranspiração} = \text{Precipitação} - \frac{\text{Volume de descarga do rio}}{\text{Área da bacia}} \quad (1)$$

A evapotranspiração média anual é a evapotranspiração calculada dividida pelo número de anos estudados.

Considerando os dados pluviométricos e fluviométricos da estação Gatos para o período de 1978 a 2001, para uma área drenada de 6.867 km<sup>2</sup> (figura 4), através da equação (1) pôde-se calcular a evapotranspiração anual média de 717 mm, bem próxima ao valor de 845,6 mm calculado pelo método de Thornthwaite para a estação. Entretanto, o valor da evapotranspiração real calculado pelo método de Thornthwaite tenderá a ser menor se for considerada uma capacidade de campo menor, o que seria mais adequado frente à litologia predominantemente arenosa da área.

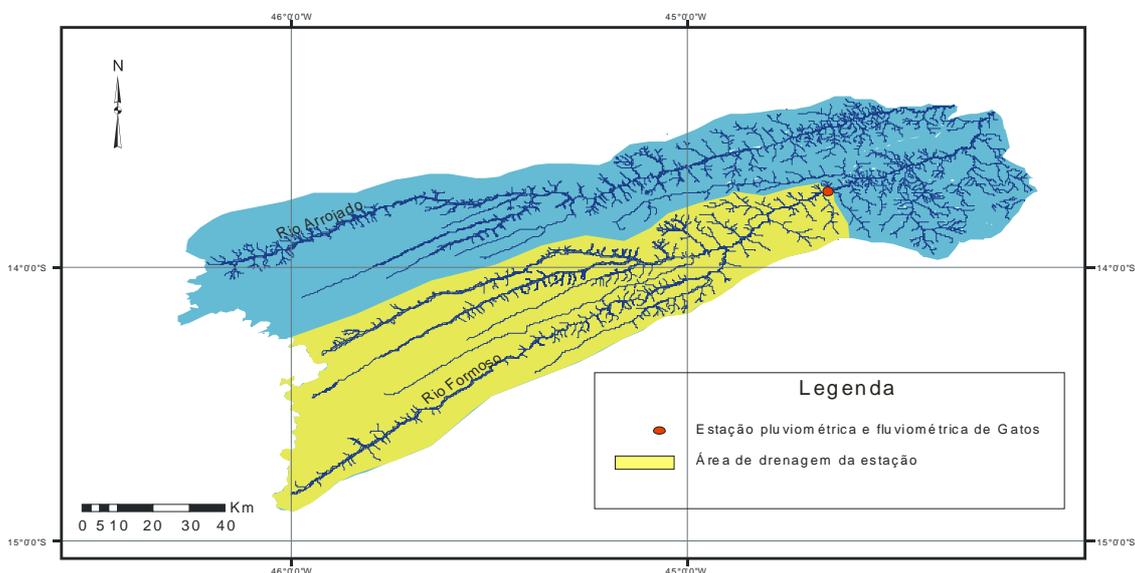


Figura 4 – Localização da área utilizada para realização do estudo

#### 4 - METODOLOGIA DE TRABALHO

Para uma avaliação preliminar da recarga do aquífero Urucuia na região de Jaborandi (BA), utilizou-se a decomposição do hidrograma na estação fluviométrica de Gatos (45840000),

localizado no rio Formoso, latitude 13°42'55" e longitude 44°38'01", e calculou-se a recarga média anual para a área a montante da estação, utilizando-se o método de Meyboom [2].

## 5 - DESENVOLVIMENTO

O princípio para o cálculo da recarga de um aquífero utilizando-se o método de Meyboom [2], também conhecido como método de recessão sazonal (Seasonal Recession Method – SRM), consiste na plotagem das vazões médias diárias em gráfico semi-log de um período representativo de 2 anos ou mais (figura 5). No caso em questão utilizou-se o período 1999 – 2000 para análise da recarga.



Figura 5 – Hidrograma do rio Formoso na estação Gatos 1999– 2001 (vazão x tempo)

Considera-se que a descarga de um rio durante um grande período de recessão será inteiramente devido à contribuição da água subterrânea. Dessa forma, a recarga total de água subterrânea é calculada utilizando o volume total potencial de água subterrânea no início da recessão ( $V_{tp}$ ) menos o volume de descarga potencial de água subterrânea ( $V_t$ ) deixada no fim da recessão [2]. Sendo que  $Q_0$  corresponde ao fluxo de base no início da recessão e  $t_1$  é o tempo que leva o fluxo de base ir de  $Q_0$  a  $0,1Q_0$ .

O valor de  $Q_0$  para a primeira recessão (1999) é de 66 m<sup>3</sup>/s e  $t_1$  é igual a 2115 dias ( $0,1Q_0$ ):

$$V_{tp}^{1999} = \frac{Q_0 t_1}{2,3} \quad (2) \quad V_{tp}^{1999} = 5,2 \times 10^9 \text{ m}^3$$

O valor de  $V_t$  no fim da recessão que dura 180 dias é:

$$V_t^{1999} = \frac{V_{tp}^{1999}}{10^{(t/t_1)}} \quad (3) \quad V_t^{1999} = 4,3 \times 10^9 \text{ m}^3$$

Para a recessão do próximo ano (2000), o valor de  $Q_0$  é igual a  $68 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $t_1$  é de 2165 dias:

$$V_{tp}^{2000} = \frac{Q_0 t_1}{2,3} \quad (4) \quad V_{tp}^{2000} = 5,5 \times 10^9 \text{ m}^3$$

O valor da recarga é:

$$\text{Recarga} = V_{tp}^{2000} - V_t^{1999} \quad \text{Recarga} = 1,2 \times 10^9 \text{ m}^3$$

A recarga calculada corresponde a 177 mm para a área da bacia ( $6.867 \text{ km}^2$ ), ou ainda, 16% da pluviosidade no período infiltrou e recarregou o aquífero Urucuia.

## 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da decomposição de hidrogramas tem sido amplamente aplicada em diversos estudos para o cálculo da parcela de fluxo de base nas drenagens. Embora diversos autores recomendem sua utilização em bacias com área inferior a  $1.300 \text{ km}^2$  [7], a sua aplicação também é válida em bacias maiores, devendo-se, entretanto, empregar com cuidado os seus resultados.

A utilização do método de Meyboom [2] indicou uma recarga de 177 mm para o ano estudado o que corresponde a 16% da pluviosidade. Estudos desenvolvidos por Pimentel [1] no aquífero Urucuia indicaram uma taxa de recarga na faixa de 20% da pluviosidade média anual, valor bem próximo ao encontrado neste estudo. Espera-se ao longo do desenvolvimento do projeto a aplicação de outros métodos para avaliação da recarga no Urucuia.

## 6 - BIBLIOGRAFIA

- [1] PIMENTEL, A. L.; AQUINO, R. F.; SILVA, R. C. A. et al. Estimativa da recarga do aquífero urucuia na sub-bacia do rio das fêmeas - oeste da Bahia, utilizando separação de hidrogramas. In: I CONGRESSO SOBRE APROVEITAMENTOS E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM PAÍSES DE IDIOMA PORTUGUÊS, 1., 2000, Rio de Janeiro; CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 2000, Rio de Janeiro.
- [2] FETTER, C. W. Applied Hydrogeology. New York: Macmillan. 1988.
- [3] CAMPOS, J. E. G.; DARDENNE, M. A.: Estratigrafia e Sedimentação da Bacia Sanfranciscana: Uma Revisão. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 269-282, 1997.
- [4] BAHIA. SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Análise dos atributos climáticos do Estado da Bahia. Salvador: SEI, 1998. 85p. (serie estudos e pesquisas, 38).

- [5] BAHIA. CEI. Centro de Estatística e Informações. Análise climática do Além São Francisco – Balanço Hídrico. Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia. Salvador/BA: 1984.
- [6] SON, H. Estimating the fate of precipitation from stream discharge: A case study in New Jersey. Bulletin New Jersey Academy of Science (49) 2 pag. 9-15. 2004.
- [7] SINCLAIR, K. A. and Pitz, C. F. Estimated baseflow characteristics of selected Washington rivers and streams. Washington State Department of Ecology . Water Supply Bulletin n° 60. 1999.