

Avaliação Qualitativa da Porosidade/Permeabilidade de Aquíferos em Função da Dinâmica Sazonal das Precipitações e das Vazões na Bacia Hidrográfica do Rio Verde-BA.

MSc Mário Jorge de Souza Gonçalves¹; Edna Cristina de Lucena Marques²; Marcos de Oliveira Dias³

RESUMO: A bacia hidrográfica do rio Verde está situada na região centro-norte do Estado da Bahia, região semiárida do estado da Bahia. Seu curso segue de para norte até sua foz na margem direita do rio São Francisco. A bacia está ocupando áreas da Depressão Sanfranciscana, Platô de Irecê e da Chapada Diamantina, totalizando uma superfície de 14.110 Km². O curso do rio Verde segue margeando os povoados de Nanique, Macaco, Mirorós, Rio Verde e Lagoa da Palha, correndo no sentido Sul-Norte e apresentando um regime intermitente, principalmente em sua porção central. Desta maneira a bacia foi escolhida por sua localização em região com clima semiárido quente, para se avaliar a porosidade/permeabilidade de aquíferos através da dinâmica sazonal das precipitações e dos caudais existentes. Este trabalho procura demonstrar a importância do estudo do tempo de retardo para avaliar qualitativamente a porosidade/permeabilidade auxiliando na gestão de bacias em regiões semiáridas quentes, sua ocupação e previsão de enchentes visando a prevenção de desastres naturais e disponibilidade hídrica, tendo em vista que nestas regiões as precipitações acontecem de maneira concentrada num curto espaço de tempo.

ABSTRACT - The Green River basin is located in the north central region of the state of Bahia, semiarid region of Bahia state. Its course follows the north to its mouth on the right bank of the São Francisco River. The basin is occupying areas of Depression Sanfranciscana, Plateau Irecê and Chapada Diamantina, totaling an area of 14,110 km². The course follows the Green River bordering the villages of Nanique, Macaco, Mirorós, Rio Verde e Lagoa da Palha, running in a south - north and presenting an intermittent regime, especially in its central portion. Thus the basin was chosen for its location in a region with hot semi-arid climate, to assess the porosity / permeability of aquifers by rainfall and seasonal dynamics of the existing flows. This paper seeks to demonstrate the importance of studying the delay time to qualitatively assess the porosity / permeability assisting in watershed management in warm semi-arid regions, their occupation and flood forecasting for the prevention of natural disasters and water availability, given that these precipitation regions occur in a concentrated manner in a short time.

Palavras -chave: 1. Rio verde; 2. Tempo de retardo; 3. Hidrologia.

1. Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia_INEMA / Universidade Estadual de Feira de Santana – GEOTRÓPICOS. End. Rua Pacífico Pereira, nº 101, Ed. Vivenda do Garcia, Aptº 203, Bairro Garcia. Salvador Bahia. CEP: 40.100-170. Tel. 71-9119-3300. Email: mariojsg.taboca@hotmail.com

2. Consultoria Geológica e Ambiental_GEOATIVA. End. Rua Pacífico Pereira, nº 101, Ed. Vivenda do Garcia, Aptº 203, Bairro Garcia. Salvador Bahia. CEP: 40.100-170. Tel. 71-9112-2768. Email: geoativa2@ig.com.br

3. Autônomo. End. Rua Padre Feijó, nº 513, Ed. Tabajara, Aptº 202, Bairro Canela. Salvador Bahia. Tel. 71-9144-4352. Email: marcotalendo@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO - As vazões dos rios em regiões semiáridas estão diretamente relacionadas às precipitações pluviométricas nestas regiões, a maneira como estas águas chegam até as drenagens, seus volumes, tempo de retardo e suas consequências devem ser estudadas e avaliadas para que se evitem catástrofes naturais ou para que se possa tirar um maior proveito das águas superficiais e subterrâneas existentes nestas regiões tão carentes de recursos hídricos. Desta maneira foi escolhida a bacia hidrográfica do rio Verde, localizada em região com clima semiárido quente, para se avaliar a porosidade/permeabilidade de aquíferos através da dinâmica sazonal das precipitações e dos caudais existentes nesta bacia.

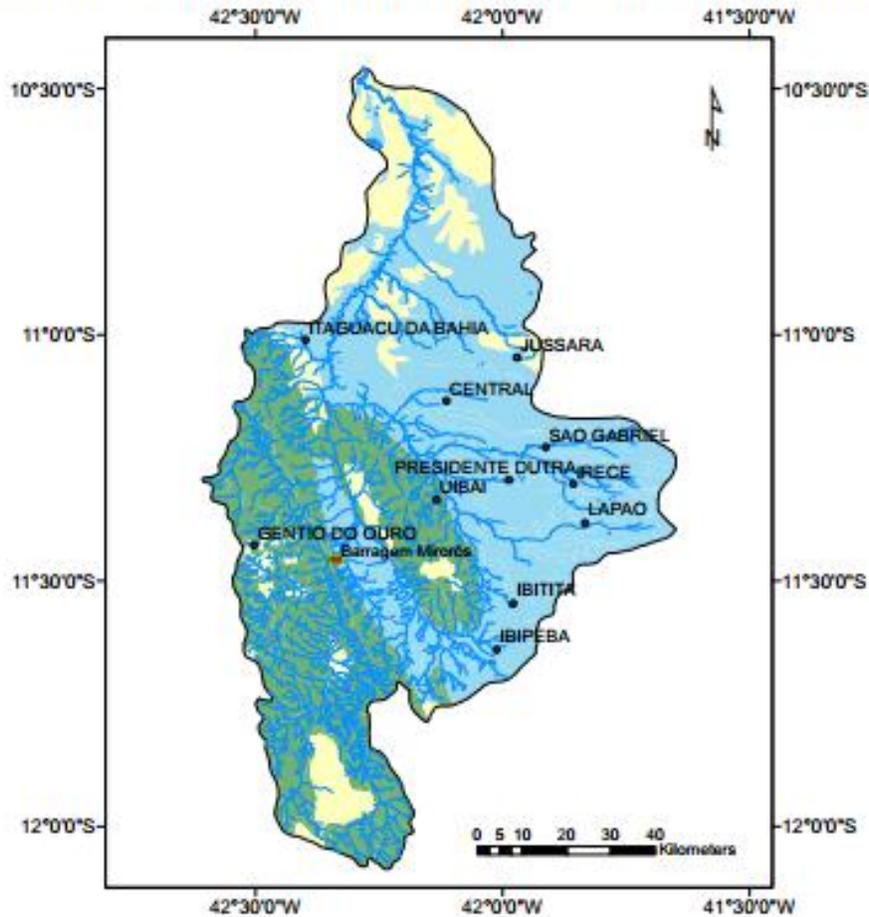
A bacia hidrográfica do rio Verde está inserida entre às coordenadas $-10^{\circ}27'39,6''$ e $-12^{\circ}04'58,8''$ de latitude sul e $-41^{\circ}28'01,2''$ e $-42^{\circ}36'39,6''$ de longitude oeste (MAPA 1), estando situada na região centro-norte do Estado da Bahia. A bacia está ocupa uma superfície de 14.110 Km^2 . O curso do rio Verde segue no sentido Sul-Norte até sua foz, na margem direita do rio São Francisco, e apresenta um regime intermitente, principalmente em sua porção central.

A geologia é marcada por três grandes domínios sedimentares; a) rochas sedimentares e metamórficas de origem clástica; b) rochas sedimentares de origem química e seus retrabalhamentos; c) coberturas sedimentares inconsolidadas detríticas.

Atualmente a bacia hidrográfica do rio verde possui apenas uma grande barragem (barragem de Manoel Novaes, também denominada de Mirorós), cujo início de operação se deu em 1984.

O primeiro poço tubular perfurado na região, que se tem registro, foi no ano de 1962. Atualmente existem mais de 3000 poços tubulares perfurados na região de Irecê, que captam águas para consumo humano e irrigação entre outros usos.

MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE _ BAHIA.



Fonte dos dados: BRASIL; BAHIA, 2003.

LEGENDA	Litologias
• Sede Municipal	Amarelo Coberturas sedimentares detríticas.
■ Barragem Mironês	Verde Arenitos, conglomerados, ardóseas, diamictitos, silites, folhelhos.
— Hidrografia	Ciano Calcários, calcilutitos, calcissiltitos, margas, calcarenitos.
	Vermelho Diorito, gabro, diabásio.

MAPA 1: Localização com geologia simplificada da bacia hidrográfica do rio Verde.

Fonte dos dados: BRASIL, BAHIA, 2003. Produção própria do autor

2. OBJETIVOS - Este trabalho procura demonstrar a importância do estudo do tempo de retardo para avaliar a porosidade/permeabilidade na gestão de bacias hidrográficas em regiões semiáridas, sua ocupação e previsão de enchentes visando a prevenção de desastres naturais e disponibilidade hídrica, tendo em vista que nestas regiões as precipitações acontecem de maneira

XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste

concentrada num curto espaço de tempo. Desta maneira este trabalho visa também demonstrar a importância dos estudos integrados da hidrologia e hidrogeologia na avaliação de bacias hidrográficas propondo modelos que proporcionem uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS - A bacia hidrográfica do rio Verde encontra-se totalmente inserida em território baiano com nascentes na Chapada Diamantina. Na determinação das precipitações e das vazões foram utilizadas as médias históricas mensais representando pontos de amostragem na bacia. Os maiores valores de precipitação foram correlacionados com as maiores vazões por se entender que os primeiros parâmetros são diretamente responsáveis pelos segundos. Neste estudo foram utilizados dados de trabalhos existentes sobre precipitações e vazões na bacia hidrográfica do rio Verde, a qual se encontra localizada em região semiárida quente.

Os dados utilizados se referem ao período de 1943 a 1990, para a precipitação, média das estações 107, 109, 110, 111, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 176 e 252 do INMET, e para vazão os dados se referem ao período de 1977 a 1995, médias das estações 47236000 e 47249000 da ANA.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES - A caracterização geológica foi fundamental para se observar que a maioria das nascentes se encontram nas coberturas sedimentares clásticas, as quais ganham mais importância quando associadas às coberturas sedimentares detríticas inconsolidadas. O número de nascentes diminui na região cárstica em função das fraturas, cavernas e sumidouros existentes nas rochas e sua topografia plana, que facilitam a infiltração das águas precipitadas.

Utilizando os dados da bacia do rio Verde, para exemplificar o método utilizado, temos os seguintes resultados para as correlações nos QUADROS 1, 2 e 3 para a bacia do rio Verde. Sendo que no QUADRO 1 podemos ver a precipitação e sua respectiva resposta de vazão na calha do rio Verde para o período analisado, sem o tempo de retardo e no QUADRO 3 os tempos de retardo foram adicionados. Os valores em Verde representam as maiores precipitações e/ou vazões e em vermelho os menores valores de precipitações e/ou vazões. Período de coleta de dados de precipitação foi de 1943 a 1990, média das estações 107, 109, 110, 111, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 176 e 252 do INMET, e de vazão foi de 1977 a 1995, médias das estações 47236000 e 47249000 da ANA.

QUADRO 1 - Precipitações e vazões médias mensais na bacia hidrográfica do rio Verde – BA.

Mês	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (mm)	Mês	VAZÃO MÉDIA MENSAL (m ³ /s)
JAN	120,765	JAN	3,033
FEV	90,09	FEV	9,713
MAR	97,1	MAR	4,125
ABR	62,72	ABR	3,5495
MAI	10,865	MAI	1,6795
JUN	3,7	JUN	1,07
JUL	3,26	JUL	0,867
AGO	1,51	AGO	0,8065
SET	10,335	SET	0,9145
OUT	47,845	OUT	0,8235
NOV	133,235	NOV	0,72
DEZ	113,405	DEZ	2,728

Fonte: Adaptado de GONÇALVES, 2004.

No QUADRO 2 deslocando as menores vazões (mês de novembro) para coincidir com as menores precipitações (mês de agosto), observamos que existe uma coerência nos resultados obtidos para os outros meses do ano, ou seja, as maiores vazões coincidem com as maiores precipitações e as menores vazões coincidem as menores precipitações.

QUADRO 2 - Deslocamento da coluna de vazão para realização de correlação entre as Precipitações e vazões média mensais na bacia hidrográfica do rio Verde – BA.

		Mês	VAZÃO MÉDIA MENSAL (m ³ /s)
		JAN	3,03
Mês	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (mm)	FEV	9,71
		MAR	4,12
JAN	120,76	ABR	3,55
FEV	90,09	MAI	1,68
MAR	97,10	JUN	1,07
ABR	62,72	JUL	0,87
MAI	10,86	AGO	0,81
JUN	3,70	SET	0,91
JUL	3,26	OUT	0,82
AGO	1,51	NOV	0,72
SET	10,33	DEZ	2,73
OUT	47,84		
NOV	133,23		
DEZ	113,40		

Fonte: Adaptado de GONÇALVES, 2004.

No QUADRO 3 deslocando os meses restantes para debaixo do mês de dezembro a coerência nos resultados obtidos continuam, ou seja, ainda observamos que as maiores vazões coincidem com as maiores precipitações e as menores vazões coincidem com as menores precipitações.

QUADRO 3: Correlação corrigida entre as Precipitações e vazões médias mensais na bacia hidrográfica do rio Verde – BA.

Mês	PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (mm)	Mês	VAZÃO MÉDIA MENSAL (m ³ /s)
JAN	120,76	ABR	3,55
FEV	90,09	MAI	1,68
MAR	97,10	JUN	1,07
ABR	62,72	JUL	0,87
MAI	10,86	AGO	0,81
JUN	3,70	SET	0,91
JUL	3,26	OUT	0,82
AGO	1,51	NOV	0,72
SET	10,33	DEZ	2,73
OUT	47,84	JAN	3,03
NOV	133,23	FEV	9,71
DEZ	113,40	MAR	4,12

Fonte: Adaptado de GONÇALVES, 2004.

A FIGURA 1 mostra a distribuição da precipitação e da vazão sem correção do tempo de retardo existente. Onde fica claro que existe uma discrepância entre as precipitações e sua resposta na calha do rio Verde. Enquanto que a FIGURA 2 mostra a distribuição da precipitação e da vazão com correção do tempo de retardo. Evidenciando que a discrepância existente praticamente deixa de existir. O período de coleta de dados de precipitação e vazão foi o mesmo utilizado na confecção dos QUADROS 1, 2 e 3.

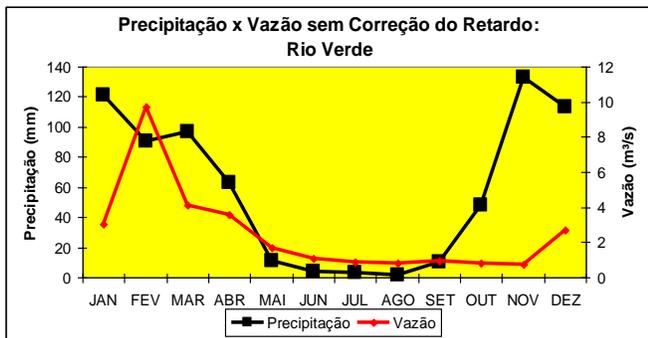


FIGURA 1: Correlação entre Precipitações e vazões médias mensais na bacia hidrográfica do rio Verde – BA. Fonte: GONÇALVES, 2011.

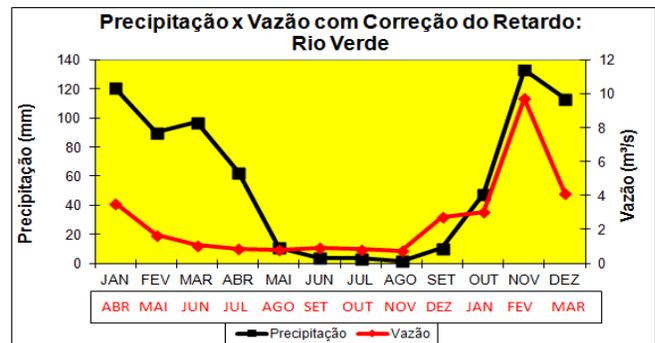


FIGURA 2: Correlação entre as Precipitações e vazões médias mensais na bacia hidrográfica do rio Verde – BA. Fonte: GONÇALVES, 2011.

Num modelo genérico a evolução dos volumes infiltrados em função da precipitação e sua posterior disponibilização do aquífero para a calha de uma drenagem efluente pode ser observado na FIGURA 3 onde pode ser observada uma simulação da curva de tempo de retardo para um período superior a 30 (tinta) dias do momento da precipitação e consequente infiltração até a saída da água numa drenagem efluente existente.

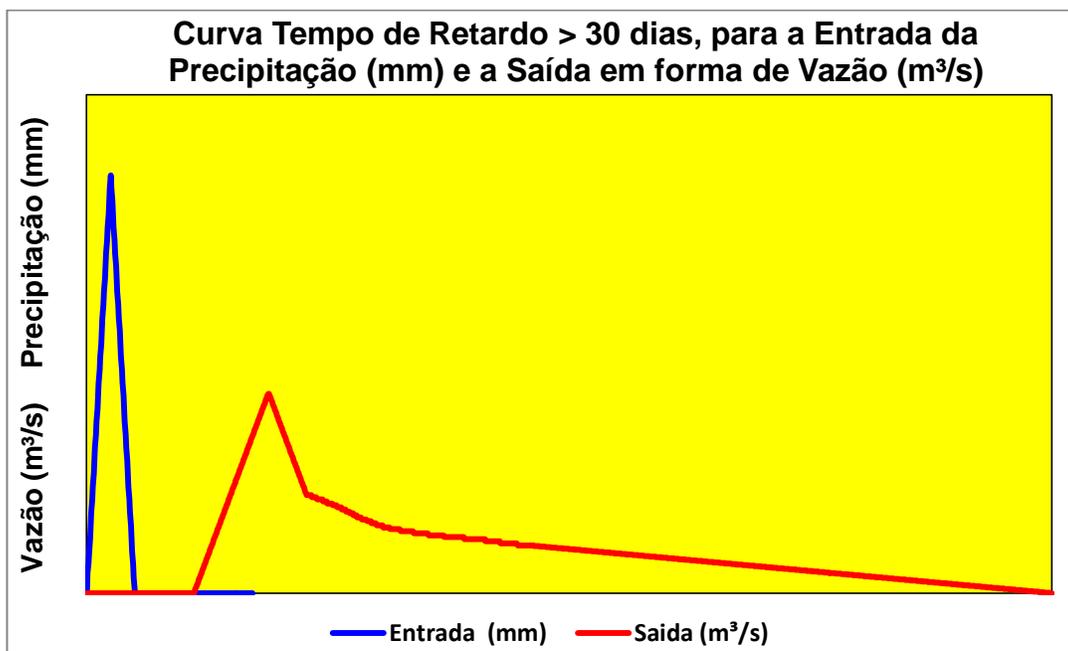


FIGURA 3: Simulação da curva de tempo de retardo para um período superior a 30 (tinta) dias do momento da precipitação até a saída da água numa drenagem efluente. Fonte: Produção própria dos autores.

A simulação das vazões em função de uma precipitação de 100 mm com diferentes durações de tempo (12 horas a 30 dias), numa área de drenagem de 14.110 km² na bacia hidrográfica do rio verde, deixam claro que a taxa de infiltração na bacia do rio verde é muito alta, e desta maneira os caudais são pequenos quando do momento da precipitação. Esta constatação indica também a presença de aquíferos capazes de proporcionar grandes vazões e de mantê-las por muito tempo. Nesta simulação foram utilizados os mesmos dados utilizados na confecção dos QUADROS 1, 2 e 3 (FIGURA 4).

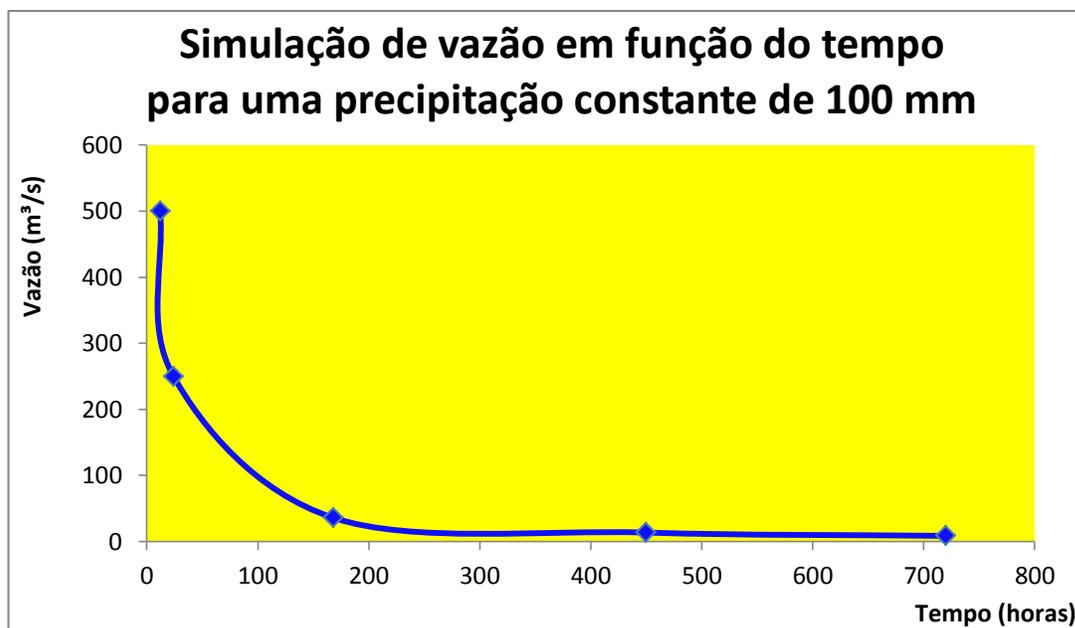


FIGURA 4: Simulação de vazão em diferentes tempos para uma precipitação constante de 100 mm, numa superfície de drenagem de 14.110 km² na bacia hidrográfica do rio Verde. Fonte: Produção própria dos autores.

5. CONCLUSÕES - Atualmente o rio Verde possui um tempo de retardo de suas águas entre a precipitação e a vazão de aproximadamente três meses, tendo em vista que os dados utilizados são muito próximos ou posteriores a construção da barragem de Mirorós. Esta observação é feita na região de jusante ao barramento onde existe na região uma grande quantidade de rochas sedimentares de origem química e seus retrabalhamentos. Nesta região, de jusante, é notória a presença de grande quantidade de vazios interconectados nas rochas da bacia os quais precisam ser preenchidos antes que

o excedente das águas possa chegar à calha principal do rio. Fato este que pode ser facilmente verificado pela presença na bacia de grande quantidade de rochas calcárias, que embora não possuam uma permeabilidade primária alta possui cavidades, sumidouros e cavernas, transformando estas rochas num grande reservatório de porosidade/permeabilidade secundária alta. A vantagem deste sistema de recarga é que mesmo após as grandes chuvas a bacia pode operacionalizar um programa para captação da água armazenada, por meio de poços tubulares.

Comparando a resposta da vazão em função da precipitação na bacia, observa-se que é necessária uma precipitação média mensal, aproximada, de 100 mm na bacia, para produzir uma vazão, aproximada, de 8,33 m³/s, na calha do rio Verde. Esta comparação corrobora com os resultados do estudo, onde fica claro que a taxa de infiltração na bacia do rio Verde é muito alta com média a baixa transmissividade, e desta maneira os caudais são pequenos quando do momento da precipitação. A barragem de Mirrorós também influencia nesse tempo de resposta, uma vez que retém as águas precipitadas no domínio das rochas sedimentares clásticas, impedindo que as mesmas cheguem rapidamente à calha do rio Verde na região de jusante onde se localizam as estações estudadas.

6. RECOMENDAÇÕES - A bacia hidrográfica do rio Verde possui uma vocação natural para o uso de poços tubulares em detrimento a outras formas de captação, entretanto deve-se reavaliar o sistema de poços tubulares existente na bacia hidrográfica tendo em vista que há uma super-exploração do aquífero na região de Irecê e Lapão a qual tem trazido prejuízos aos usuários locais e deve aumentar o tempo de retardo, relativo do momento da precipitação até a formação do caudal na calha do rio Verde.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL, Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais_CPRM; BAHIA, Companhia Baiana de Pesquisa Mineral_CBPM. (2003). Sistema de Informações Geográficas – SIG: Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia. Edição atualizada e ampliada. 1 CD.

GONÇALVES, M. J. de S. (2004). Avaliação de Risco de Contaminação do Aquífero Fissural Cárstico da Região de Irecê – Bahia. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente). Universidade Federal da Bahia. 109 p.

GONÇALVES, M. J. de S.; Marques, E. C. de L.; Santos, J. M. dos.; Estevam, A. L. D. (2011), Proposta para Gestão das Bacias Hidrográficas dos Rios Verde e Paraguaçu, Através da Avaliação da Porosidade/Permeabilidade de Aquíferos em Função da Dinâmica Sazonal das Precipitações e dos Caudais. Segunda convencion científica internacional: Geografía, medio ambiente y ordenamiento territorial. Habana. Anais: 1 CD.