

Aspectos Hidrogeológicos do Alto Cristalino de Salvador, Bahia

SÉRGIO AUGUSTO DE MORAIS NASCIMENTO

Geólogo (UFBA). Mestre em Geociências na área de Geoquímica de Exploração Mineral.
Doutor em Geologia. Professor Associado I do Departamento de Geologia e Geofísica
Aplicada (Instituto de Geociências/UFBA). Pesquisador Associado do Núcleo de Estudos
Hidrogeológicos e do Meio Ambiente - NEHMA (IGEO/UFBA).
sergiomn@ufba.br

JOHILDO SALOMÃO FIGUEIREDO BARBOSA

Geólogo (UFBA). Mestre, Doutor e Pós-Doutor em Geociências na área de Petrologia e
Geotectônica. Professor Titular lotado no Departamento de Geoquímica do Instituto de
Geociências (UFBA). Pesquisador do CNPq. Coordenador do Núcleo de Geologia Básica -
NGB (Instituto de Geociências/UFBA).
johildo@cpgg.ufba.br



Resumo

O estudo sobre a morfologia do embasamento cristalino da parte alta da cidade de Salvador mostrou que o mesmo não é homogêneo, visto que apresenta altitudes diferenciadas em relação ao nível do mar, com quatro blocos bem distintos, limitados por falhas como a do Iguatemi e fraturamento transversal que passa pelo vale do Terminal Rodoviário de Salvador. O bloco situado à noroeste apresenta a maior altitude, sendo responsável pelas nascentes dos maiores rios que drenam Salvador, destacando-se o Camarujipe, o Pituaçu e o Jaguaripe. Nesse bloco encontram-se os mais altos valores potenciométricos do lençol freático cujo fluxo subterrâneo segue para leste e sul em direção ao Oceano Atlântico e para norte, em direção à bacia do rio Ipitanga. Devido à sua constituição textural predominantemente areno-argilosa, a presença das coberturas regolíticas e sedimentar sobre o embasamento cristalino fissural contribui muito com as taxas de recargas que são relativamente altas nessa região de clima úmido e chuvoso. Essas coberturas constituídas pelo regolito, sedimentos da Formação Barreiras e pelos cordões arenosos litorâneos têm a capacidade de armazenar e transmitir água para o embasamento fissural devido a sua permeabilidade e porosidade efetiva. Assim, essas coberturas funcionam como reservatórios temporários do embasamento cristalino principalmente em zonas com maior densidade de fraturamento. De um modo geral, a vazão média dos poços tubulares na região é da ordem de 4,0 m³/h, podendo oscilar estatisticamente entre 3,2 e 4,8 m³/h, considerando um de intervalo de confiança de 95%, variando muito pouco entre os sistemas aquíferos constituídos pelas coberturas e o embasamento cristalino fissural.

Palavras-chave

Potenciometria. Hidrogeologia. Sistema aquífero de Salvador.

Introdução

O Sistema Aquífero da parte alta da cidade de Salvador não é homogêneo, visto que apresentam características hidrogeológicas diferentes entre as coberturas intergranulares e o embasamento cristalino embora esteja intrinsecamente interligado do ponto de vista hidráulico. Geomorfologicamente é constituído por quatro blocos topográficos bem distintos que formam o planalto costeiro dissecado e a região de mares de morros, limitados pelas falhas geológicas de Salvador, do Iguatemi e do Jardim de Allah, respectivamente, com direções variando de N15° a N30° e pelo fraturamento transversal leste-oeste que passa pelo vale do Terminal Rodoviário de Salvador. O bloco situado à NW apresenta a maior altitude, sendo responsável pelas nascentes dos maiores rios que drenam Salvador, destacando-se o Camarujipe, o Pituaçu e o Jaguaripe. Nesse bloco encontram-se os mais altos valores potenciométricos da água subterrânea cujo fluxo segue para leste e sul em direção ao Oceano Atlântico e para norte, em direção à bacia do rio Ipitanga.

Devido à sua constituição textural predominantemente areno-siltosa, a presença das coberturas regolíticas e sedimentares contribui muito com o armazenamento temporário da água

de chuva nessa região de clima úmido e chuvoso, sendo posteriormente transferidas para zonas fraturadas do embasamento cristalino. Elas têm, portanto, a capacidade de armazenar e transmitir água para o embasamento fissural devido a sua boa porosidade efetiva e permeabilidade. Como o Sistema Aquífero é misto, constituído pelas coberturas e pelo embasamento cristalino, as vazões médias dos poços tubulares variam muito, sendo da ordem de 4,0 m³/h dependendo das contribuições de cada um dos compartimentos do Sistema, o que não difere muito dos valores encontrados por Guerra e Negrão (1996) em regiões úmidas e com características hidrogeológicas semelhantes as existentes no Estado da Bahia.

1 Objetivo

Esse trabalho teve o objetivo de reunir informações hidrogeológicas obtidas através de quase uma centena de poços tubulares perfurados no Sistema Aquífero no Alto Cristalino de Salvador-Bahia. Esse Sistema é constituído pelas coberturas do regolito, da Formação Barreiras dos sedimentos Quaternários costeiros e do embasamento cristalino fissural.

As informações foram reunidas com a finalidade de servir de orientação técnica para os profissionais e empresas que atuam na pesquisa e exploração de água subterrânea na cidade alta de Salvador e em regiões que apresentam características hidrogeológicas semelhantes.

2 Caracterização da área

O Alto Cristalino de Salvador é formado por rochas metamórficas ortoderivadas compostas de granulitos charnoenderbíticos e tonalíticos que contêm enclaves ultramáficos (metapiroxenitos) e máficos (metagabros), sendo cortadas por monzo-sienogranitos e diques máficos (Figura 1). Ocorre também, um grupo de rochas metamórficas paraderivadas alumino-magnesianas, granulitos básicos e quartzitos que ocorrem associadas. A leste da Falha do Iguatemi (Figura 1), onde as elevações são menores, ocorrem rochas monzoníticas-monzodioríticas e um conjunto de rochas gnáissicas, graníticas, anfibolíticas e migmatíticas com predominância da fácies anfibolítica sobre a fácies granulítica (BARBOSA et al., 2005). Essas rochas cristalinas formam um aquífero com capacidade de armazenamento limitado e, sobretudo restrito às zonas mais fraturadas com direções preferenciais: N30°-40° e N130°-140°. As direções N40°-70°; N60°-90° e N120°-160° estão normalmente preenchidas pelos sienitos, diques máficos metamorfisados, meta-sienitos e diques máficos não metamorfisados, respectivamente (BARBOSA et al., 2005). Os dois primeiros sistemas se apresentam abertos e, juntamente com as fraturas sub-horizontais de alívio e carga, são as responsáveis pela recarga, fluxo e armazenamento das águas subterrâneas no Alto Cristalino de Salvador. Sobre o Alto Cristalino de Salvador encontram-se as coberturas regolíticas que apresentam geralmente cor avermelhada, são predominantemente argilosas, contendo teores de

argila superiores a 35%. As argilas são produtos de alteração química dos plagioclásios, microclina e outros minerais aluminosos presentes nas rochas que compõem o embasamento cristalino. Os minerais ferromagnesianos (biotita, hornblenda, granadas, ortopiroxênios) também dão origem aos minerais argilosos em maior ou menor quantidade e proporcionam a formação dos diversos óxidos e hidróxidos de ferro responsáveis pela coloração vermelha dos solos. Alguns minerais acessórios de ferro, tais como pirita, magnetita e ilmenita, quando alterados, ajudam igualmente a imprimir essa coloração no solo, devido a formação da hematita e goetita, naturalmente depois que os seus produtos amorfos sofrem desidratação. Quando predomina a hematita, os solos são mais avermelhados, enquanto a goetita dão aos mesmos uma cor vermelho-amarelada. Além dos regolitos, as coberturas sobre o Alto Cristalino de Salvador podem ser constituídas também por sedimentos terciários da Formação Barreiras e depósitos fluviomarinhas e eólicos de idade quaternária. Os sedimentos da Formação Barreiras são constituídos de materiais areno-argilosos não consolidados de coloração vermelha, violeta, branca e amarela, com estratificações plano-paralelas e cruzadas. Os depósitos fluviomarinhas são arenosos e argilo-arenosos encontrados no litoral atlântico, em zonas baixas que margeiam os rios próximos à foz. Os depósitos eólicos caracterizado pelas dunas constituem as feições mais conspícuas da faixa litorânea que se estendem desde o bairro da Pituba até Stella Mares.

As águas subterrâneas no Alto Cristalino de Salvador são armazenadas em dois sistemas aquíferos distintos, intercomunicáveis entre si, geralmente de natureza livre formando um sistema heterogêneo e anisotrópico. O primeiro é representado pelas coberturas (regolito, sedimentos da Formação Barreiras fluvio-marinhas e eólicos), as quais podem atingir em algumas áreas espessuras de até 48 metros. Em decorrência de seu caráter predominantemente areno-siltoso e, sobretudo, devido a sua pouca espessura, formam aquíferos limitados do ponto de vista do armazenamento e da capacidade de produção de seus poços (GUERRA; NASCIMENTO, 1999). O segundo domínio é formado pelo embasamento cristalino de natureza francamente fissural com duas direções preferenciais de fraturamento cuja frequência e densidade variam em todo alto cristalino.

A cidade de Salvador apresenta altos índices de pluviosidade e por ter elevada contribuição dos despejos domésticos e vazamentos eventuais na rede de distribuição de água, recebe uma taxa de recarga contínua o ano todo, possibilitando seu uso constante sem grandes rebaixamentos.

A forma de captação principal de água subterrânea no Alto Cristalino de Salvador é feita através dos poços tubulares rasos ou profundos, utilizados em pequenos abastecimentos. Entretanto, existem outras formas de captação através de fontes naturais e cisternas, de uso comum em toda a cidade. No centro da cidade se encontram dezenas de fontes históricas, algumas das quais ainda do período colonial, enquanto que na periferia, onde reside grande parte da população de baixa renda, as cisternas são mais frequentes. Os poços tubulares convencionais, de maior profundidade, são por vezes de natureza mista, visto que produzem água de ambos os sistemas, tanto do embasamento fissural, quando este se apresenta bem desenvolvido, quanto

das coberturas. Essas últimas apresentam diferentes níveis de acoplamento hidráulico com o embasamento cristalino: onde o cristalino está coberto pelos sedimentos da Formação Barreiras e/ou pelas dunas e areias litorâneas, o acoplamento hidráulico aumenta substancialmente a produtividade dos poços de natureza mista (LIMA, 1999). Poços criteriosamente locados na orla de Salvador, no sistema misto areia de dunas-cristalino, produzem normalmente vazões maiores do que aqueles situados na parte interna do município, no sistema regolito-cristalino (LIMA, 1999).

3 Material e método

As informações hidrogeológicas foram obtidas através de um amplo levantamento e análise do material bibliográfico no banco de dados da Companhia de Engenharia Rural da Bahia (CERB) e no SIAGAS da Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM), além da Hidrocon, Aquageo, Embasa, Água Viva, Também foram consultados diversos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Baiana de Água e Saneamento (Embasa), Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia (SRH) e em consultas às bases cartográficas de Salvador 1/100.000 do IBGE e cartas em meio digital do Modelo do Terreno na escala 1/2.000 e com intervalo de contorno de 1,0 metro. Com as informações fornecidas pelo conjunto de 98 poços tubulares, foram selecionados nas suas fichas os dados hidrogeológicos, tais como, profundidade dos poços tubulares, nível estático, nível dinâmico, rebaixamento, recuperação, vazão e vazão específica. Além disso, outras informações contidas nas fichas dos poços foram, também, de grande valia para estabelecer a superfície piezométrica do lençol subterrâneo e a altitude do topo do embasamento cristalino em relação ao nível do mar. Com os dados da cota topográfica de cada poço e a profundidade do nível estático foi possível executar o modelamento cartográfico da superfície potenciométrica do aquífero. Com os dados da profundidade do embasamento cristalino, obtidos a partir dos perfis dos poços tubulares e com o valor da sua cota topográfica obtida através do Modelo Digital do Terreno na escala de 1/2000, foi possível estabelecer a altitude do topo do embasamento cristalino em relação ao nível do mar.

Com essas informações foi elaborado um arquivo de dados em planilha Excel e posteriormente processado estatisticamente utilizando-se os programas Excel da Microsoft e Statistica 7.0 da Statsoft, visando fornecer os valores da média aritmética, mediana, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, amplitude, assimetria, curtose e correlação linear (Pearson) das variáveis utilizadas. Nos cálculos probabilísticos utilizou-se o valor do intervalo de confiança ao nível de 95% para inferir a faixa de variação da média da população-alvo.

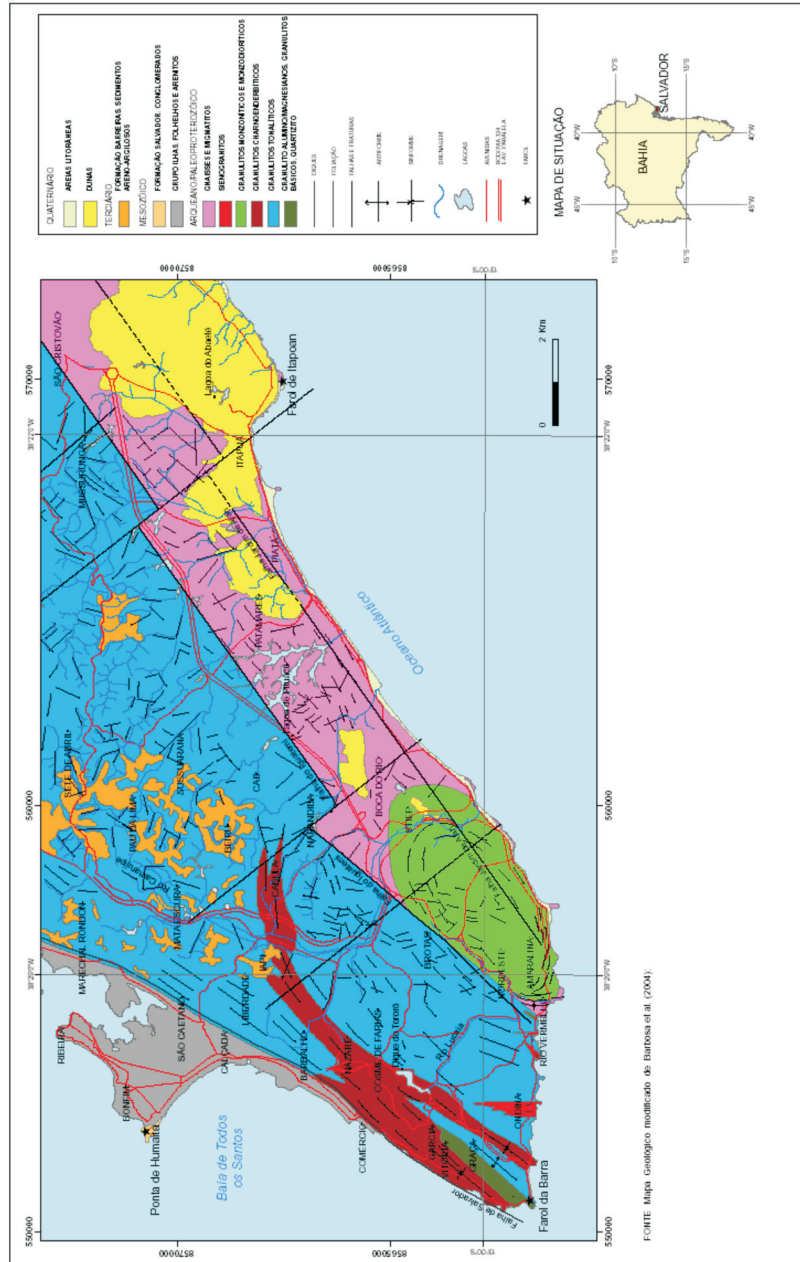


Figura 1 – Geologia da cidade do Salvador - Bahia

4 Resultados obtidos e discussão

O modelamento do embasamento cristalino de Salvador com os dados dos 98 poços tubulares pesquisados mostrou que o mesmo não é uniforme e, portanto, apresenta altitudes diferenciadas em relação ao nível do mar. Para efeito de descrição, o mesmo foi dividido em quatro setores denominados de noroeste (NW), sudoeste (SW), sudeste (SE) e nordeste (NE) (NASCIMENTO, 2008).

No setor noroeste (NW), o embasamento cristalino apresenta-se mais alto topograficamente, com cotas que podem ultrapassar os 80 metros de altitude, onde estão situados total ou parcialmente os bairros de Águas Claras, Cajazeiras, Castelo Branco, Pau da Lima, Pirajá, Marechal Rondon, Mata Escura, Cabula, Tancredo Neves e Sussuarana. Constitui a zona de nascente de todos os grandes rios que drenam a cidade de Salvador, destacando-se o Jaguaripe, o Camarujipe, o Pituáçu e alguns afluentes da margem direita do rio Ipitanga (Figura 2).

No setor sudoeste (SW), o embasamento cristalino apresenta-se mais rebaixado quando comparado com o anterior, estando separado morfologicamente por um extenso vale que passa nas proximidades do Terminal Rodoviário de Salvador, formando um provável sistema transversal de fraturamento extensional. Neste setor estão localizados os bairros de Brotas, Cosme de Farias, Federação, Vitória, Graça, Barra, Nazaré e Barbalho cujo embasamento apresenta cotas que podem atingir altitudes de 30 a 40 metros acima do nível do mar. Nesse alto, nascem alguns rios de pequeno porte, destacando-se o Lucaia, cuja nascente está localizada na região do vale dos Barris próximo à Estação da Lapa. Alguns afluentes da margem direita do rio Camarujipe, como é o caso dos riachos Campinas e das Tripas também nascem a partir desse alto do embasamento cristalino.

No setor sudeste (SE) o alto cristalino do Itagira e da Santa Cruz no Nordeste de Amaralina apresenta cotas que podem atingir altitudes de 20 a 25 metros acima do nível do mar.

No setor nordeste (NE) na região do Aeroclube e do Parque de Pituáçu o embasamento cristalino apresenta-se rebaixado e afundado em alguns locais, apresentando inclusive, cotas negativas em relação ao nível do mar.

Através dos dados dos poços tubulares observou-se entre os setores NW e NE um desnível no topo do embasamento cristalino que pode atingir 20 a 40 metros, indicando provável deslocamento no plano da Falha do Iguatemi ou, simplesmente, um processo de erosão diferencial entre os dois setores NW e NE.

O modelamento das linhas equipotenciais que representam a superfície piezométrica da região foi obtida pela diferença entre as cotas topográficas dos 98 poços tubulares e os valores dos

seus respectivos nível hidrostático (Figura 3). Este modelamento mostrou um alto potenciométrico onde se localizam os bairros do Pau da Lima, Mata Escura e Marechal Rondon e está associado ao alto do embasamento cristalino do setor NW e funciona como um grande divisor de águas superficiais e subterrâneas. A partir desse alto, a drenagem superficial e subterrânea regional flui em direção ao Oceano Atlântico para sul e leste, e para norte e nordeste em direção ao vale do rio Ipitanga, formando alguns dos seus afluentes da margem direita. Para oeste não se verificam grandes fluxos subterrâneos em direção à Baía de Todos os Santos, apenas a existência de pequenas fontes ou minadouros naturais existentes ao longo da escarpa da Falha de Salvador. Somente os rios e riachos que formam a bacia do rio do Cobre fluem em direção à Baía de Todos os Santos.

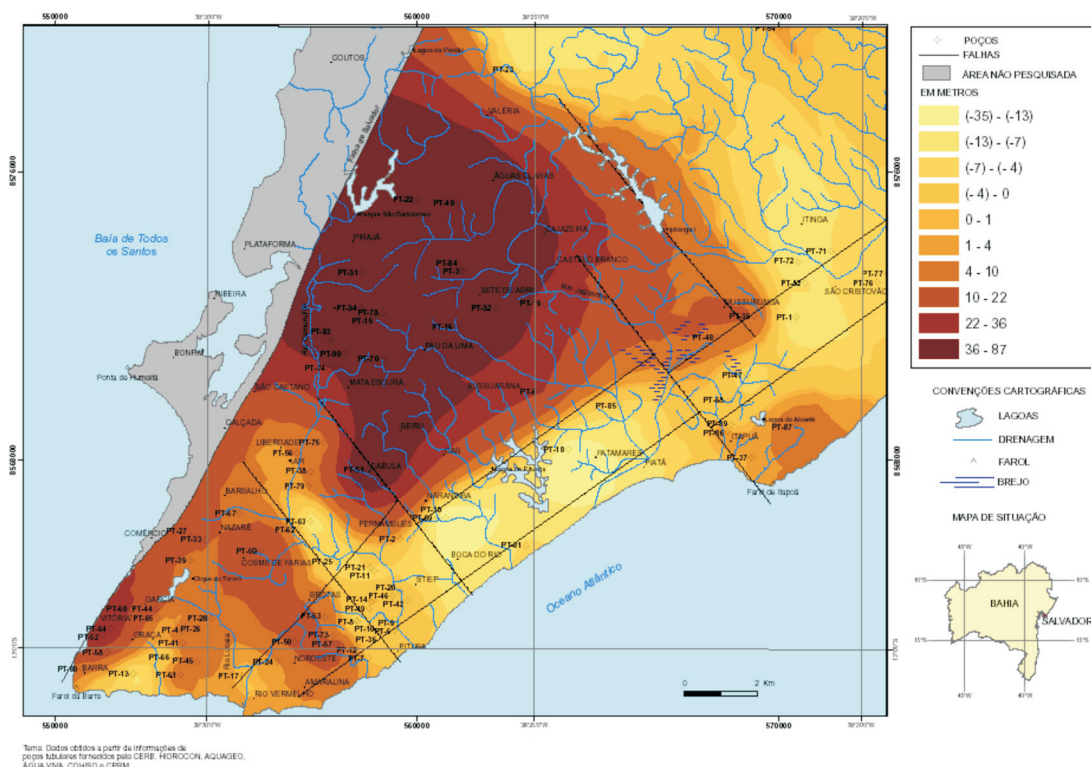


Figura 2 – Situação estrutural do topo do embasamento cristalino em relação ao nível do mar, Salvador - BA

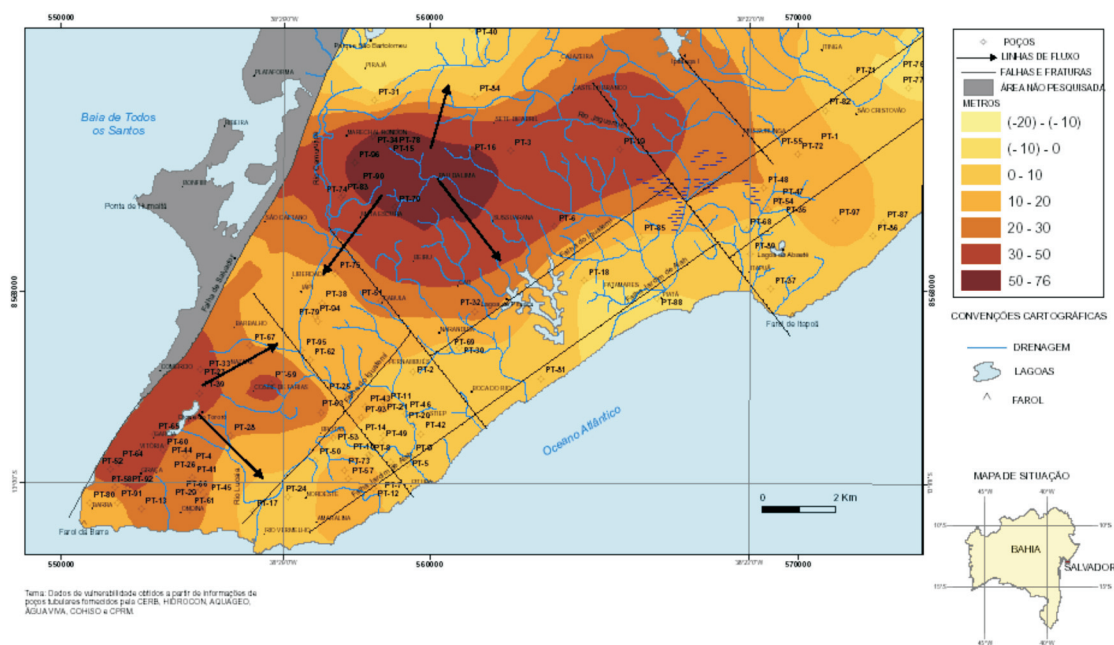


Figura 3 – Potenciometria e fluxo da água subterrânea no alto cristalino de Salvador - BA

As coberturas sobre o embasamento cristalino apresentam uma espessura média de $19,5 \pm 2,5$ metros, com um valor mediano de 17,0 metros. O nível estático (NE) é pouco profundo na região, apresentando um valor mediano de 4,0 metros (Tabela 1). Dados de correlação linear (Pearson) mostraram que o nível estático está associado com a espessura das coberturas, isto porque o coeficiente de correlação (r) apresentado entre ambos foi igual a 0,61 para um número de poços tubulares igual a 98.

Tabela 1 – Sumário estatístico - parâmetros hidrogeológicos básicos

Parâmetros	NE (m)	ND (m)	Q (m ³ /h)	ND-NE (m)	Qesp. (m ³ / h/m)
Média aritmética	5,40	29,70	4,00	24,30	1,41
Mediana	4,00	28,00	2,51	21,08	0,11
Média geométrica	3,88	23,00	2,54	15,17	0,17
Valor mínimo	0,30	3,40	0,20	0,03	0,01
Valor máximo	41,57	80,00	22,00	77,00	80,00
Amplitude de variação	41,27	76,60	21,80	76,97	79,99
Primeiro quartil (25%)	2,54	12,00	1,50	7,50	0,05
Terceiro quartil (75%)	6,12	42,57	5,06	35,15	0,41
Desvio padrão	5,54	19,21	3,98	18,34	8,11
Variância	30,66	368,99	15,87	336,49	65,80
Assimetria	3,59	0,65	2,05	0,77	9,57
Curtose	18,64	-0,18	4,92	0,19	93,55
Intervalo de confiança (95%)	4,0-7,0	26,0-34,0	3,2-4,8	20,6-28,0	0,1-3,0

Nota: P = profundidade; Q = vazão; NE = nível estático; Q esp. = vazão específica; ND = nível dinâmico; N = número de poços tubulares = 98.

Além da espessura das coberturas e da magnitude da recarga, a oscilação do nível estático (NE) depende também, da natureza textural das coberturas e do tempo de permanência do excedente hídrico. Esse tempo, por sua vez, depende da declividade da encosta, da cobertura vegetal e, também, no caso de Salvador, da taxa de pavimentação urbana.

A vazão média dos poços tubulares na região é da ordem de $4,0 \pm 0,8$ m³/h, com um valor da mediana de 2,51 m³/h (Tabela 1). A vazão mínima encontrada foi de 0,2 m³/h, em aquífero de cobertura regolítica e a máxima de 22,0 m³/h no Vale de Nazaré em um aquífero misto (cobertura e cristalino).

Algumas características hidrogeológicas tais como, a pequena espessura das coberturas e a baixa densidade de fraturamento do cristalino, contribuíram para que apenas 4,13% dos poços tubulares pesquisados apresentassem vazões consideradas altas (8,0-12,0 m³/h) e 6,2% muito altas (>12,0 m³/h), entretanto predominam na região poços tubulares com vazões situadas entre 1,5 e 4,0 m³/h (Figura 4). Esses poços com maiores vazões são normalmente mistos e produzem água das coberturas e do cristalino. Esse fato é mais comum quando o regolito contém material granulometricamente arenoso com pouca matriz argilosa apresentando boa transmissibilidade

e permeabilidade e que estão em contato com o embasamento cristalino. No Alto Cristalino de Salvador a transmissividade média é da ordem de $1,29 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{min}$ (valor da mediana) enquanto a permeabilidade média está por volta de $3,82 \times 10^{-5} \text{ m}/\text{min}$ (valor da mediana) (Nascimento, 2008). Em cerca de 63% dos poços pesquisados e que apresentam as maiores vazões têm-se a cobertura regolítica como um dos níveis mais importantes produtores de água. Assim, no Alto Cristalino de Salvador o cenário ideal para se obter boas vazões de água se resume aos locais onde as coberturas são produtoras e estão sobrepostas ao embasamento cristalino densamente fraturado além de situar-se em áreas topograficamente mais baixas.

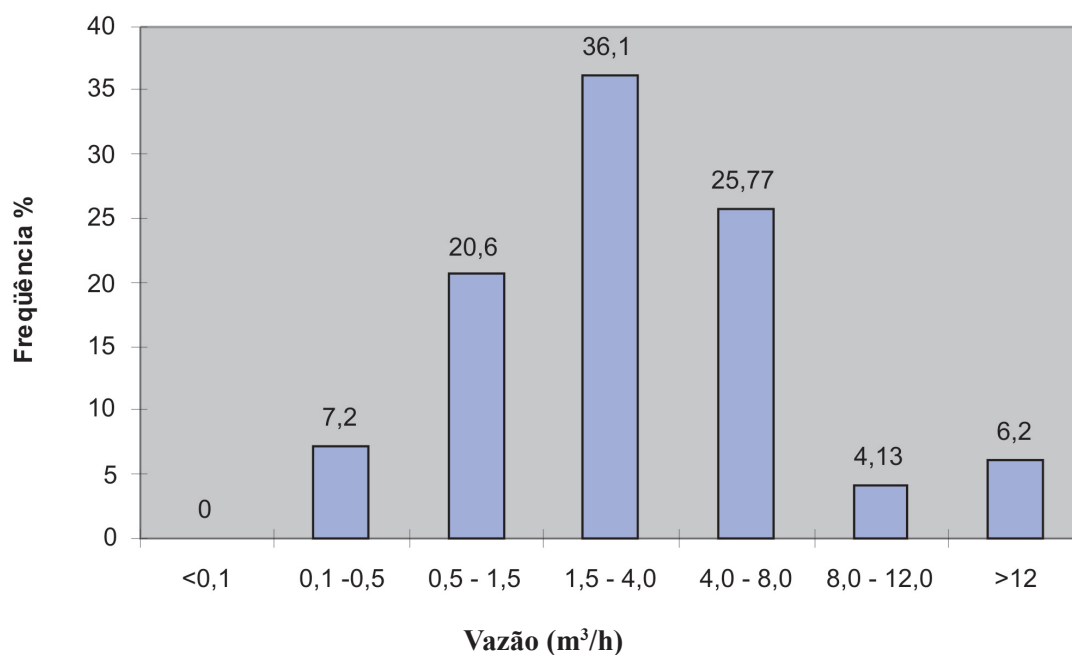


Figura 4 – Vazão dos poços tubulares no Alto Cristalino de Salvador

Feitosa e Manoel Filho (1997) mostraram que a vazão média dos poços tubulares perfurados em terrenos cristalinos situados no semi-árido nordestino é de $3,0 \text{ m}^3/\text{h}$, com um valor mediano de $2,0 \text{ m}^3/\text{h}$. O mesmo valor de $3,0 \text{ m}^3/\text{h}$ foi encontrado por Guerra e Negrão (1996) para a região Semi-árida do Estado da Bahia. Entretanto, para o domínio do cristalino em áreas com pluviometria acima de $800 \text{ mm}/\text{ano}$, como é o caso de Salvador, Guerra e Negrão (1996) encontraram vazões médias de $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Esses autores consideraram nos seus estudos uma amostra estatística com 272 poços tubulares.

De um modo geral, o nível dinâmico (ND) médio foi de 29,7 metros no Alto Cristalino de Salvador, podendo variar de 26,0 a 34,0 metros, considerando o Intervalo de Confiança de 95% e $n = 98$ (Tabela 1). O nível dinâmico mínimo encontrado na região foi de 3,4 e o máximo de 80,0 metros situado na fábrica de refrigerante Frevo no bairro do Retiro. Convém ressaltar que os valores do nível estático (NE) e do nível dinâmico (ND) foram medidos em épocas diferentes durante os testes de bombeamento executados pelas empresas de perfuração quando da conclusão desses poços.

A vazão específica média do aquífero é da ordem de $1,41 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$, podendo variar de 0,01 a $8,4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ com o valor da mediana de $0,110 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$. Com relação a Salvador, a localização dos poços tubulares com melhores desempenhos em termos de vazão específica, começa em Patamares se estendendo em direção às dunas do Parque do Abaeté, Stella Mares e Praias do Flamengo. Uma segunda faixa pode ser identificada no lado oeste da cidade se estendendo do bairro da Graça até Pirajá atingindo também os bairros de Mata Escura, Tancredo Neves e Cabula, em áreas de influência da Formação Barreiras e do sistema de fraturamento associado à falha de Salvador.

Considerando-se individualmente as informações hidrogeológicas por compartimento do Sistema Aquífero, observa-se que os poços tubulares mais profundos situam-se nos sistemas misto cobertura/cristalino, principalmente quando a cobertura sobre o embasamento cristalino é formada pelos sedimentos fluviomarinheiros, eólicos e regolítico. O nível estático (NE) apresenta profundidades (4,0 metros) semelhantes nos sistemas coberturas, misto e fissural, enquanto o nível dinâmico (ND) é mais profundo nos poços tubulares que atingem o sistema fissural (Tabela 2).

Tabela 2 – Variação média das características hidrodinâmicas por sistema aquífero

		Sistemas Coberturas		Sistema Misto		Sistema Fissural	
Parâmetros	Unidade	Mediana	Variação	Mediana	Variação	Mediana	Variação
NE	metros	4,0	0,7-41,6	4,0	0,3-20,1	4,0	1,1-16,3
ND	metros	15,0	3,4-66,9	30,5	4,6-80,0	36,0	8,4-80,0
Q	m^3/h	2,2	0,2-22,0	3,6	0,26-14,0	2,0	0,4-14,4
Q esp	$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$	0,2	0-8,0	0,12	0,01-8,4	0,1	0-2,6
ND-NE	metros	10,0	0-53,4	26,2	0,9-76,0	29,8	5,5-77,0
Número de Poços		43		34		19	

Nota: NE = Nível Estático; ND = Nível Dinâmico; Q = Vazão; Qesp = Vazão específica.

As vazões médias são mais pronunciadas nos poços perfurados no sistema misto ($3,6 \text{ m}^3/\text{h}$) podendo variar entre $0,26$ e $14,0 \text{ m}^3/\text{h}$ considerando um intervalo de confiança de 95% e $n = 43$ observações (Tabela 2). Entretanto, a vazão específica que apresenta uma média de $0,2 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ nas coberturas, diminui substancialmente nos poços com contribuição do fissural ($0,1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$).

Nos três compartimentos aquíferos, o rebaixamento e o nível dinâmico (ND) estão associados com a profundidade do poço tubular, apresentando coeficiente de correlação linear (Pearson) sempre superior a 0,70. A vazão e a vazão específica estão mais associadas no domínio do sistema fissural, apresentando um coeficiente de correlação linear (Pearson) de 0,90.

5 Conclusões

As superfícies altas do embasamento cristalino conhecidas com os altos piezométricos na parte alta da cidade de Salvador, com destaque para o setor NW onde nascem os principais rios que drenam a cidade.

O nível estático oscila entre $0,30$ e $42,0$ metros de profundidade a depender do compartimento geomorfológico, podendo chegar próximo da superfície na região da planície costeira o que caracteriza um aquífero confinado.

A vazão mediana é da ordem de $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$, sendo menor quando se trata do aquífero fissural e maior no sistema misto, sendo que neste último pode atingir vazões 1,8 vez maior do que no fissural.

A mediana dos valores da vazão específica é muito baixa em toda região, sendo maior nos poços perfurados nas coberturas e menor quando os poços tubulares atingem também o cristalino fissural.

O valor mediano do rebaixamento do nível hidrostático é da ordem de $21,0$ metros, sendo maior quando os poços tubulares atingem o fissural e menor quando os poços tubulares são perfurados nas coberturas, estando, portanto, associado à profundidade dos poços.

Apenas 36% dos poços tubulares acusaram vazões superiores à média aritmética da região e apenas 10% apresentam vazões altas (acima de $8 \text{ m}^3/\text{h}$) para as condições hidrogeológicas da região. Em 7,2% dos poços tubulares as vazões foram inferiores à $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ sendo, portanto, considerados secos.

O cenário ideal para se obter boas vazões de água subterrânea na parte alta de Salvador se resume aos locais onde as coberturas são produtoras e estão sobrepostas ao embasamento cristalino densamente fraturado em áreas topograficamente mais baixas.

Hydrogeologic Aspects of the Upper Crystalline of Salvador, Bahia

Abstract

The study on the morphology of the crystalline basement in the upper part of Salvador city has shown that it is not homogeneous, since it presents different elevation on the sea level, with four very different blocks, limited by fissures such as Iguatemi, and fracturing cross through the valley of the Bus Station. The northwest block shows the highest elevation being responsible for the sources of biggest rivers that drain Salvador, specially rivers Camarujipe, Pituaçu, and Jaguaripe. The highest values of potentiometric flow are in this block. It is part of groundwater table which follows to the east and south toward the Atlantic Ocean and north, toward the river basin Ipitanga. Due to its textural constitution which is predominantly sandy-clay, the presence of regolitic roofs and sediment on the crystalline basement fissural contributes greatly to the rates of refills that are relatively high in this humid and rainy region. These hedges formed by regolith, Barreiras sediment and the formation of sandy coastal strips are capable of storing and conveying water to the fissure basement due to its permeability and effective porosity. So, those temporary roofs function as reservoirs of crystalline basement, mainly in areas with high density of fracturing. In general, the average flow of tube wells in the region is around 4.0 m³/h and can fluctuate between 3,2 and 4,8 statistically m³/hour, considering a confidence interval of 95%, with very little variation between the aquifers systems consisting of the roof and of the fissure crystalline basement.

Keywords

Potentiometry. Hydrogeology. Aquifer system of Salvador.

Referências

BARBOSA, J. S. F. *et al.* Petrografia e litogeoquímica das rochas da parte oeste do Alto de Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 9-22, dez. 2005.

FEITOSA, A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. Fortaleza: CPRM; LABHID-UFPE, 1997. 412 p.

GUERRA, A. M.; NASCIMENTO, S. A. de M. **Diagnóstico do grau de comprometimento das águas do aquífero freático de Salvador causado por vazamentos em postos de gasolina**: área piloto da bacia do rio Camarujipe: relatório final. Salvador: UFBA; EMBASA, 1999.

_____; _____. Diagnóstico sobre a qualidade da água subterrânea na bacia hidrográfica do rio Camarujipe, Salvador - Bahia. **TECBAHIA R. Baiana Tecnol.**, Camaçari, v. 15, n. 2, p. 128-141, maio/ago. 2000.

_____; NEGRÃO, F. I. **Domínios hidrogeológicos do Estado da Bahia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 9., 1996, Salvador. **Anais...** São Paulo: ABAS, 1996. p. 208-212.

LIMA, O. A. L. de. **Caracterização hidráulica e padrões de poluição no aquífero do recôncavo na região de Camaçari - Dias D'Avila, Bahia.** 1999. 123 f. Tese (Professor Titular) – Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1999.

NASCIMENTO, S. A. de M. **Diagnóstico hidrogeológico, hidroquímico e da qualidade da água do aquífero freático do alto cristalino de Salvador - Bahia.** 2008. 195 f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

_____; BARBOSA, J. S. F. Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de Salvador, Bacia do Rio Lucaia, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 543-550, dez. 2005.

Correspondência

SÉRGIO AUGUSTO DE MORAIS NASCIMENTO

Rua Barão de Geremoabo, s/n

Instituto de Geociências/UFBA

Campus Universitário de Ondina

40.170-290 - Salvador - BA

Fone (71) 3283-8587

sergiomn@ufba.br

Recebido em 22.01.2009

Aprovado em 16.11.2009

