

AQUÍFEROS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Nascimento, Flávia M. F.¹

RESUMO

A geologia do estado do Rio de Janeiro está compartimentada conforme dois eventos tectono-magmáticos principais: o Evento Colisional Brasileiro (ECB) e o Rifteamento Sul Atlântico (RSA). Os aquíferos fraturados podem ser divididos em relação aos eventos Pós a Pré Colisional Brasileiro em: Alcalinos, Teresópolis/Pedra Branca, Pão de Açúcar/Corcovado, Serra dos Órgãos/Rio Negro, Paraíba do Sul e Região dos Lagos. Em relação aos aquíferos sedimentares, associados ao RSA, destacam-se os aquíferos fluvio-deltaicos do nordeste fluminense, ou seja, o aquífero aluvionar de Campos, aquífero Emboré e Barreiras (Profundo e Raso). Dentre os aquíferos fluvio-marinhos, associados ao Graben da Guanabara (RSA), destacam-se o Macacu, Piranema, além dos aquíferos em cordões, restingas e terraços litorâneos, onde se destacam o Piratininga, Itaipuaçu, Itacoatiara e Camboinhas. Em relação aos aquíferos do Graben do Paraíba do Sul (RSA), existem os aquíferos Resende e Volta Redonda. O conhecimento sobre os aquíferos ainda é restrito e disperso e há a necessidade de esforços institucionais conjuntos para direcionar os recursos, os estudos e disponibilizar as informações.

ABSTRACT

The geology of the state of Rio de Janeiro is compartmentalized based on two principal tectono-magmatic events: the Collisional Brazilian Event (CBE) and South Atlantic Rifting (SAR). The fractured aquifers can be divided in relation to the events as pre- and post- Brazilian Collisional in: Alcalinos, Teresópolis/Pedra Branca, Pão de Açúcar/Corcovado, Serra dos Órgãos/Rio Negro, Paraíba do Sul and Região dos Lagos. In relation to the sedimentary aquifers associated with the RSA, the fluvial-deltaic aquifers of Northeast Fluminense are highlighted, which are the alluvial aquifer of Campos, and the Emboré e Barreiras aquifers (deep and shallow). Of the fluvial-marine aquifers associated with Graben da Guanabara (SAR), the Macacu and Piranema aquifers are highlighted, and the aquifers along of marshes and coastal terraces, where the Piratininga, Itaipuaçu, Itacoatiara and Camboinhas aquifers are highlighted. The Resende and Volta Redonda aquifers are in the Graben do Paraíba do Sul (SAR). The level of knowledge regarding these aquifers is limited and dispersed and joint institutional forces are required to direct resources and studies and to make information more available.

Palavras-Chave – Aquíferos, Hidrogeologia, Rio de Janeiro.

¹ Engenheira Geóloga, MSc - Pesquisadora em Geociência - flavia.nascimento@cprm.gov.br
CPRM – Serviço Geológico do Brasil - SUREG/BH - Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial - GEHITE
Av. Brasil 1731, Bairro Funcionários, CEP: 30.170-002 - Tel: (31)3870376

1. INTRODUÇÃO

Os eventos geológicos originaram domínios tectono-magmáticos e sedimentares no estado do Rio de Janeiro, os quais são responsáveis por 80% dos aquíferos serem fraturados e apenas 20% sedimentares. Assim, é indispensável conhecer a evolução geológica, tectônica, sedimentar e geomorfológica para caracterizar e avaliar a potencialidade dos aquíferos e conseqüentemente subsidiar o planejamento das obras de infra-estrutura hídrica e geotécnicas destinadas à melhoria da qualidade de vida da população.

2. METODOLOGIA

Baseou-se na compilação de dados e informações disponibilizadas pelos pesquisadores de universidades e instituições de pesquisa, além de dados de poços tubulares presentes no Sistema de Informação de Água Subterrânea – SIAGAS/CPRM (Nascimento et al., 2008).

3. RESULTADOS

As Tabela 01 e 02 indicam as principais características dos aquíferos fraturados e sedimentares apresentados na Figura 01. Estes resultados são parte do trabalho Geotectônica e Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro (2012).

Tabela 1 – Características dos aquíferos fraturados.

Tipo de Aquíf.	Evento / Terreno Tectono-magmático	¹ Produtos dos Eventos	Tempo Geológico	¹ Principais Rochas e Idades	Nome do Aquífero	Características dos Aquíferos (fraturado + manto intemperismo)	² Tipo de Solo	^{3,4} Tipos de Águas
Fraturado	Vulcanismo Básico associado ao RSA ou passagem de pluma mantélica	Intrusões alcalinas	Eoceno (Paleogeno-Cretáceo-Superior (Mesozóico))	Rochas Alcalinas: básicas ferro-magnesianas (50-90 ma)	Chaminés Alcalinas	Aquífero livre, fraturado, anisotrópico. Vazões geralmente inferiores a 3 m ³ /h e capacidade específica de 0,08 a 0,6.	Podzólico	Potável de mesa e Fluoretada.
	Brasiliano - Estágio Pós-tectônica Colisional II	Granitogênese posterior à colisão	Cambriano Inferior (Paleozóico)	Rochas Granitoides (Homblenda) - biotita granitoides (54-500 ma)	Teresópolis-Pedra Branca	Aquíferos fraturados e Aquicludos	Afloramentos de rochas e cambissolo	Potável de mesa e radioativa na fonte
	Brasiliano - Estágio Tardi-colisional I	Granitogênese no final da colisão	Proterozóico Superior/Cambriano (Paleozóico)	Gnaisses faciais, granito com granada, localmente com bolsões e manchas de granada-ortoproxênio chamockítico	Pão de Açúcar-Corcovado	Aquíferos fraturados e Aquicludos	Afloramentos de rochas e cambissolo	Potável de mesa Fluoretada
	Brasiliano - Estágio Colisional	Faixas de Cisalhamento obliquas NE-SW com granitoides tardi-colisionais.	Proterozóico Inferior, Proterozóico superior	Domínio Juiz de Fora (2,4-1,7 Ga); Megasequência Andrelândia (gnaisses pelíticos; gnaisses com quartzitos (Neoproterozóico)); leucocharnokitos com granada (580-570 Ma)	Juiz de Fora-Andrelândia	Aquífero livre, fraturado, heterogêneo, anisotrópico. Apresenta vazões de 3 a 10 m ³ /h e mediana de 5,43 m ³ /h, e capacidade específica variando de 0,04 a 0,5 m ³ /h/m e mediana de 0,2 m ³ /h/m e espessura de solo média de 2 m.	Podzólico e Latossolo	Potável de Mesa Radioativas Fluoretadas
	Brasiliano - Estágio Colisional I - Kipe Paraíba do Sul	Brasiliano - Estágio Colisional I - Kipe Paraíba do Sul - Faixas de Cisalhamento NE-SW dobradas com granitoides tardi-colisionais.	Proterozóico Inferior	Grupo Paraíba do Sul - Topo: metasedimentar; Base: gnáissica-migmatítica (?Ma) e Complexo Quirino (2,1 Ga) - Porção basal - Unidade Três Barras: biotita gnaisses bandados, ortognaisses do Complexo Quirino. A porção mediana - Unidade São João: consiste de granada-sillimanita muscovita-biotita gnaisses, intercalações lenticulares de rochas calcissilicáticas, mármores, anfíbolitos e gnditos e anfíbolitos sob a forma delentes, boudins ou diques ou sills metamorfizados. Topo: compreende intercalação de (granada)- biotita gnaisses com xistos e gnaisses pelíticos ricos em sillimanita, muscovita e biotita.	Complexo Paraíba do Sul	Aquífero livre, fraturado, heterogêneo, anisotrópico. Apresenta vazões de 0,3 a 65 m ³ /h e mediana de 10 m ³ /h, e capacidade específica variando de 0 a 0,3 m ³ /h/m e mediana de 0,3 m ³ /h/m e espessura de solo média de 11 m.	Podzólico, Latossolo e Cambissolo	Potável de mesa, Radioativas, Carbogasosas, Litoladas, Ferruginosas, Fluoretadas.
	Brasiliano - Estágio Pré a Colisional I /Terreno Oriental	Arco magmático Rio Negro e Sequência Costeiro (Domínio Cambuci, Domínio Costeiro e Kipe de Itaipva)	Proterozóico Superior Cambriano - Paleozóico	Kipe Itaipva (Grupo Itaipva (840-600 Ma)); Costeiro (Sute Bela Joana: charnokitos e granitoides (575-565 Ma), Unidade Angelim (?Ma), Complexo Rio Negro: ortognaisses e gabros (790-620 Ma); Unidade São Sebastião do alto: paragnaisses com quartzitos e Unidade São Fidelis: gnaisses (Neoproterozóico)); Domínio Cambuci (São João do Paraíso: charnokitos (580 Ma); Complexo Serra da Bolívia: Ortognaisses e Charnokitoides (605 Ma); Unidade Cambuci (biotita-gnaisses e granada gnaisses e mármores (Neoproterozóico).	Complexo Rio Negro-Costeiro	Aquífero livre, fraturado, heterogêneo, anisotrópico. Apresenta vazões de 0,4 a 25 m ³ /h e mediana de 6 m ³ /h, e capacidade específica variando de 0 a 0,3 m ³ /h/m e mediana de 0,3 m ³ /h/m e espessura de solo média de 12 m.	Afloramentos de rocha, Cambissolo, Podzólico	Potável de mesa, Fluoretada, eventualmente litinada e radioativa na fonte.
	Brasiliano - Estágio Pré-colisional II / Terreno Cabo Frio	Brasiliano - Estágio Colisional II - Bloco cratônico (Cráton de Cabo Frio), correlacionável à extremidade ocidental do Cráton do Congo, sobreposto ao Terreno Oriental	Proterozóico Inferior	Ortognaisses e Ortoanfíbolitos Homblenda-biotita metasiengranito, metadiorito, ortoanfíbolito e veios leucocráticos (2,0 Ga).	Terreno Cabo Frio	Aquíferos livre, fraturado, anisotrópico. Vazões inferiores a 3 m ³ /h e capacidade específica de 0,05 a 0,8 mediana de 0,3 m ³ /h	Planossolo e Podzólico	Fluoretada Potável de mesa Raras

Fonte: ¹Heilbron et al., 2007; ²Embrapa/CPRM, 2000; ³DRM, 2008; ⁴Pinto et al., 2000

Tabela 2 – Características dos aquíferos sedimentares.

Tipo Aquíf.	Processo/Domínio Tectônico	Período/Época	Grupo/Formação/Membro	Nome Aquífero	Localização	Características litológicas	Tipo de aquífero e Propriedades Hidráulicas	Qualidade da água
Sedimentar	Avulsões do canal do Rio Paraíba do Sul associadas aos fraturamentos (falhas e fraturas) do Rifteamento Sul Atlântico (RSA)	Coberturas Terciárias (Mioceno) sobrepostas ao embasamento fortemente afetadas por falhas normais, aumentando a espess. em direção à linha de costa.	Grupo Bacia de Campos, Formação Emboré, Membro São Tomé.	Aquífero Emboré (Caetano, 2000; CPRMDRM, 2001; Capucci, 2003)	Localiza-se entre as cidades de Alafona e Farol de São Tomé (Município de Campos e São João da Barra).	Sedimentos formados por intercalações de folhelhos e arenitos feldspáticos glauconíticos, com bastante lilita com espess. de 2m. Contato tectônico com as formações mais antigas (Capucci, 2003). Surgências de 15 a 20 m ³ /h.	Aquífero confinado, coberto por cerca de 90 a 120 m de sedimentos marinhos com água de má qualidade. Alcança espess. de 2000 m (Capucci, 2003, 2009). Permeabilidade média em 0,86m ³ /dia. cap. espec. de 4 a 7 m ³ /hm (Capucci, 2003).	Água de boa qualidade em torno de 150 ppm de STD e cloreto cerca de 30 ppm (Capucci, 2009).
				Aquífero Barreiras Raso (Capucci, 2009)	Localiza-se ao norte de Campos, no município de São Francisco de Itabapoana. Em faixa alongada no sentido NE-SW.	Sedimentos constituídos por arenitos avermelhados, lateríticos com argilas cálcicas sobre arenitos consolidados argilosos.	Aquífero livre, muito pouco produtivo, com vazões máximas da ordem de 2m ³ /h e cap. espec. média de 0,33m ³ /hm. (CPRMDRM, 2001). A permeabilidade média estimada é de 1,5m ³ /dia, cap. espec. média estimada é de 0,5 m ³ /hm a 2,35 m ³ /hm (Caetano, 2000) espess. alcança 216 metros em São Francisco de Itabapoana (Capucci, 2009).	Águas normalmente ferruginosas (Caetano, 2000).
				Aquífero Barreiras Profundo (Capucci, 2009)	Sedimentos não-afiorantes localizados ao norte e sul de Campos cobrindo os altos estruturais de Itabapoana e Quissamã.	Sedimentos com aspecto laterítico da F. Barreiras, porém com granulação mais grossa (Capucci, 2003).	Aquífero confinado com espess. de 1535 m (poço Petrobras) coberto por cerca de 70 metros de sedimentos argilosos com água de má qualidade (Capucci, 2003, 2009). O aquífero apresenta alta permeabilidade, principalmente a partir de 130 m de prof. (Capucci, 2009). Hidraulicamente conectado com a Lagoa Feia (Capucci, 2009).	Água de boa qualidade STD de 300 - 400 ppm (Capucci, 2003, 2009).
	RSA / Ritfe Paraíba do Sul	Coberturas do Terciário (Mioceno)	Bacia de Resende: Formação Floriano, Membro Acácias e Membro Italaia da Formação Resende e Formação Rib. dos Quatis	Aquífero Resende ou Aquífero Multicamadas Resende (CPRMDRM, 2001)	Localiza-se no extremo oeste do RJ, abrange os municípios de Barra Mansa (Distrito de Floriano), Quatis, Porto Real, Resende e Italaia. Possui superfície de cerca de 240km ² . A depressão possui largura média de 4,5km, tendo largura máxima de 7,3km a oeste de Resende/RJ, e mínima de 1,2 km a oeste de Italaia/RJ.	A Bacia apresenta intensa intercalação de sedimentos, heterogêneos, pelíticos e arenosos. Abrange a Formação Ribeirão dos Quatis, Membro Italaia; Formação Resende, Membro Acácias e Formação Floriano. A bacia é segmentada na porção central por um alto estrutural (soleira de Resende). Possui dois Depocentros: de Penedo (300 e 500m) e Porto Real (300m).	Aquífero livre a confinado, com espess. variando de 8 até 220m, fortemente afetados por falhamentos normais e fraturas. A permeabilidade média da Formação Acácias/Floriano é de 3,5m ³ /dia, da Formação Resende é de 1,0m ³ /dia e da Formação Italaia é de 0,27m ³ /dia, a cap. espec. média é de 0,559m ³ /hm.	A qualidade das águas é boa, mas dependendo do local e nível captado, podem ser ferruginosas, com até 4,2 mg/l. O valor de STD normalmente varia de 90 até 400mg/l (Castro 2000 in CPRMDRM, 2001).
	Rifiteamento Sul Atlântico / Ritfe Paraíba do Sul	Coberturas do Terciário (Eoceno Inferior ou Paleoceno.)	Formação Resende subdividida por (Sansón, 2006) nas Formações: Ribeirão dos Quatis; Formação Resende; Basanito Casa de Pedra e Formação Pinheiral	Aquífero Volta Redonda (CPRMDRM, 2001)	Localiza-se no sul do estado. Possui duas áreas separadas por uma região de embasamento aflorante. Uma entre Barra Mansa e Volta Redonda, com sedimentos sob formas de manchas descontínuas. A outra, situa-se entre Casa de Pedra e Pinheiral, com faixa sedimentar alongada com direção ENE-WSW e com aprox. 2,5 a 3 km de largura, denom. de "Graben da Casa de Pedra" (Melo et al. 1983).	Bacia é composta por areias e argilas fortemente intercaladas, com presença de lateritas. Formação Ribeirão dos Quatis (espess. de 5 a 8m), Formação Resende: (120 m). Basanito Casa de Pedra (11 m). Formação Pinheiral e Sedimentos Neogênicos e Sedimentos Quaternários (até 8 m de espess.).	Aquíferos livres a semi-confinados. A condutividade hidráulica para as Formações Resende e Pinheiral variam de moderadas a muito baixas, de 10 ⁻³ a 10 ⁻⁵ cm/s (Marques, 2006). São aquíferos em geral pobres, com pequeno potencial hídrico, mormente considerando-se sua reduzida espess. (Marques, 2006). Produtividade, menor que 1m ³ /h (CPRM, 2001).	Qualidade química das águas é regular, ocorrendo a presença de ferro nas águas (CPRM, 2001)
		Coberturas do Terciário (Paleoceno Inferior a Oligoceno)	Formações Macacu e Pré-Macacu (Meis & Amador, 1977)	Aquífero Macacu (CPRMDRM, 2001)	Localizado na porção oriental da região administrativa da Baía de Guanabara, nas bacias do Rio Macacu e Caceribu, e abrange os municípios de Cachoeiras de Macacu, Rio Bonito, Tanguá, Ilhorá, São Gonçalo, Guapimirim e Magé, região da Baixada Fluminense.	A Bacia de Macacu constituída de uma sucessão de lentes e camadas pouco espessas de sedimentos predominantemente arenosos depositados em ambiente de leques aluviais, intercalado com fácies de natureza provavelmente lacustre (Ferrari & Silva, 1997).	O aquífero é livre a semiconfinado. A espess. média pode chegar a 200m sendo pouco produtivo, vazões máximas na ordem de 1,5m ³ /h e a cap. espec. média de 0,06m ³ /hm (Ferrari & Silva, 1997 in CPRMDRM, 2001). Os poços normalmente ultrapassam os sedimentos, podendo ter captações do aquífero sedimentar/fissural ou fraturado.	Águas pouco mineralizadas. (resíduo seco de 53 mg/L). As águas são bicarb. sódica, bicarbonatada cálcica e cloretada sódica, classificadas como potável de mesa, fluoretada ou radioativa.
	Avulsões do Rio Paraíba do Sul associadas à reativações dos grabens da Guanabara e Barra de São João do Rifiteamento Sul Atlântico	Coberturas Quaternárias (holoceno)	Grupo Bacia de Campos Formação Emboré Membro São Tomé (Petrobras, 2007).	Aquífero Aluvionar de Campos (Capucci, 2003, 2009) Aquífero Quaternário de Campos (Capucci, 2009), Aquífero Fluvio-deltaico (CPRMDRM, 2001)	Na Bacia de Campos, NE fluminense. Aquífero ocorre a partir da cidade de Campos Goytacazes em direção ao litoral em antigas calhas do Rio Paraíba do Sul, ao longo dos desvios e desembocadura do rio (Capucci, 2009)	Constituído por areias quartzosas esbranquiçadas, finas a grossas, bem selecionadas, recobertas por areia na Mantiformes ou dunas transgressivas. Estratificações cruzadas de pequeno e grande porte nas fácies eólicas (Capucci, 2009).	Aquífero livre a confinado formado por espessos aluviões. Ocorre como aquífero livre a partir da cidade de Campos Goytacazes e torna-se confinado na região costeira por camadas impermeáveis de origem marinha com espess. de 120 a 150 m. Possui espess. de 50 m (poço com cap. espec. de 12 m ³ /hm, Usina de Queimados) a 100m em direção ao nível do mar (poço com 36 m ³ /hm no Distrito de Donana). Gradiente hidráulico de 4 a 6% em direção ao nível do mar. Os poços junto ao mar são artesianos (Capucci, 2009).	Os sólidos Totais Dissolvidos - STD variam de 150 em Grusai a 400 ppm no poço do Farol necessitando apenas de cloração preventiva (Capucci, 2009).
	Rifiteamento Sul Atlântico / Graben de Guanabara/ Sub-graben Guandu-Sepeliba	Coberturas Quaternárias (holoceno)	Formação Piranema (Goes, 1994)	Aquífero Piranema , compreende os Aquíferos: Piranema (Monsorens, Tubbs e Barbosa (2003), Aquífero Itaguaí (Soraya et Al., 2010) e Aquífero Guaratiba, Vicente et al., 2006)	Localiza-se na região costeira, nos municípios de Seropédica, Itaguaí e RJ, na Bacia do Rio Guandu. A região possui o maior pólo areeiro do RJ.	São sedimentos fluvio-marinhos arenosos, com lentes métricas de argila. A área de planície aluvionar corresponde a mais de 90% da área total da bacia do rio Guandu da Guarda e Guandu-Mirim.	Aquífero livre ou localmente confinado, constituído por matriz grossa arenosa e espess. variável (Tubbs, 1999). A área sul de Seropédica, espess. que oscilam de poucos metros a 20m (Monsorens, et Al. 2003). As prof. do nível estático (NE) varia de 2,5 m a 5,5 m (Tubbs, 2005) e em Itaguaí de 0,5m a 2m (Soraya et Al., 2010). Permeabilidade média 10 ⁻³ a 10 ⁻² cm/s (Eletrobol/DRM, 2003; Silva, 2008) e próximo ao litoral é da ordem de 10 ⁻¹ (Soraya et al., 2010), porosidade em torno 0,3 (área da UFRRJ). As vazões alcançam 30m ³ /h nos municípios de Guaratiba e Campo Grande (Vicente et al., 2003).	As água subterrânea é pouco mineralizada e localmente podem ocorrer concentrações elevadas de ferro, manganês, bário e sulfato (TUBBS, 1999). A temp. média é de 25°C; o pH médio é 5 e Eh entre 380 mV e 510 mV. A condutividade elétrica: 0,15 mS/cm e 0,25 mS/cm, EH=283 a 356 mV. A água subterrânea é cloretada-sódica em Seropédica e Itaguaí (Barbosa, 2005); Em Campo Grande: sulfatada sódica e outras, em Guaratiba: cloretada sódica; e bicarb. sódica (Vicente, et al., 2006). As águas das cavas de areia são sulfatadas-cloretadas sódicas com baixos valores de pH (3,11 – 5,2) (Marques, 2006).
	Rifiteamento Sul Atlântico / Graben de Guanabara/ Sub-Graben da Baía de Guanabara	Coberturas Quaternárias (holoceno)	Cordões, Restingas e Terraços Litorâneos	Aquíferos da Plataforma Costeira Compreende os aquíferos: Aquífero Piratininga (Cruz et al. 2006, Silva Jr., 2006) Aquíferos de Itaipuçu, Cambinhos e outros.	O Aquífero Piratininga localiza-se na restinga de Piratininga, no município de Niterói.	Formado por areias quartzosas, homogêneas de granulação média a grossa. Áreas com solos colunais e residuais pouco produtivos e fácies eólicas sobrejacentes são compostas de areias quartzosas de granulometria fina (Cruz et al., 2006)	Os aquíferos livres que ocorrem no cordão litorâneo de Piratininga e nos aluviões do Caubá são considerados bons, pois são pred. constituídos por material arenoso com poucos finos e areno-argiloso respectivamente, ambos fornecendo água em relativa abundância. A recuperação do aquífero é rápida (Cruz et al., 2006).	Há três regiões hidrogeológicas principais: (1) a faixa costeira, com maior concentração de cloreto devido a proximidade com o mar e ao afinamento da cunha de água doce do cordão arenoso; (2) a central, que apresenta as águas de melhor qualidade, com pouca salinidade e maior espess. do corpo de água doce; e (3) a lagunar, com águas com qualidade relat. boa (Cruz et al., 2003; Silva Jr., 2003).
				Aquífero de Itaipuçu : localiza-se na área litorânea entre a Lagoa de Maricá e Lagoa da Barra	Formado por Areias quartzosas, de coloração esbranquiçada, homogênea de granulação média a grossa.	Aquífero livre com Valores médios de prof. dos poços, do nível estático, são respectivamente Prof=8,14; Nível Estático=3,88 (Silva Jr., 2003).	Áquífero livre com Valores médios de prof. dos poços, do nível estático, são respectivamente Prof=8,14; Nível Estático=3,88 (Silva Jr., 2003).	Valores médios de Cond. Elétrica: 3517mS/cm; Cloretos: 1030 ppm. (Silva Jr., 2003).

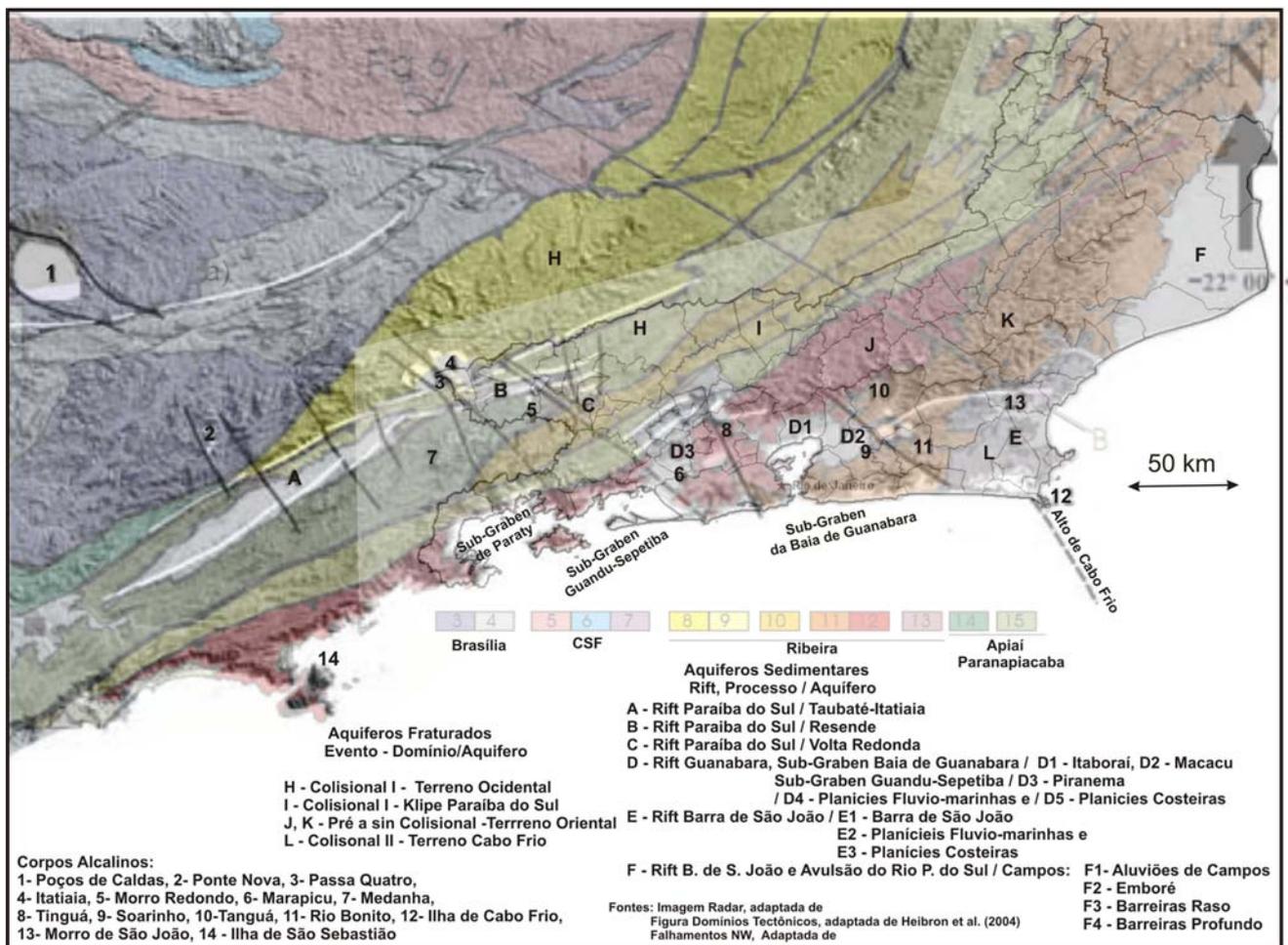


Figura 1 - Mapa dos aquíferos do estado do Rio de Janeiro.

4. CONCLUSÕES

O aquífero sedimentar com melhor oferta de água do estado do Rio de Janeiro é o aquífero aluvionar de Campos e o principal aquífero fraturado é o Paraíba do Sul. Comum a todos, existe a necessidade de estudos mais detalhados para definir os limites, as estruturas tectônicas, as camadas hidroestratigráficas e determinar os parâmetros hidráulicos. Embora o estado tenha sido subdividido em sub-bacias (regiões hidrográficas) para obter uma melhor eficiência administrativa e econômica, recomenda-se também considerar nos projetos executivos a compartimentação tectono-magmática e sedimentar para estabelecer as interconexões entre os aquíferos em cada sub-bacia.

O conhecimento sobre os aquíferos ainda é restrito e disperso e há a necessidade de esforços institucionais conjuntos para direcionar os recursos, os estudos e para disponibilizar as informações.

As referências bibliográficas completas poderão ser encontradas em Nascimento (2012).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NASCIMENTO, F.M.F Geotectônica e Hidrogeologia do Rio de Janeiro. 2012 (no prelo).

NASCIMENTO, F.M.F.; Carvalho, J.E.; Peixinho, F. Sistema de Informações de Água Subterrânea – SIAGAS: histórico, desafios e perspectivas. In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 11 a 14 de novembro de 2008. Natal. Anais...Natal:ABAS, 2008. Disponível em www.cprm.gov.br