

AVALIAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS DE CAMPO GRANDE E GUARATIBA / RJ

Jenesca Florencio Vicente¹; Maria Geralda de Carvalho²; Giselle Ramalho Barbosa³

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial dos recursos hídricos subterrâneos nas Regiões Administrativas de Campo Grande e Guaratiba, prevendo a necessidade de sua utilização com o uso racional dos mesmos. Para tanto foram desenvolvidas análises de fraturamento nos maciços rochosos, bem como levantamentos hidrogeológicos e hidroquímicos para melhor compreensão da área de estudo. A partir dos dados levantados foi possível estabelecer a ocorrência de um aquífero intergranular na Região Administrativa de Guaratiba com área de abrangência significativa. A estes sedimentos quaternários denominou-se como “Aquífero Guaratiba” devido à dimensão do aquífero e sua importância para abastecimento humano.

This work had as objective evaluates the potential of the resources underground in the Administrative Areas of Campo Grande and Guaratiba, foreseeing the need of use with the rational use of the same ones. The fracture analyses were developed in the rocks as well as risings hydrogeological and hydrochemical for better understanding of the study area. Starting from the lifted up data it was possible to establish the occurrence of an aquifer intergranular in the Administrative Area of Guaratiba with area of significant inclusion. These quaternary sediments were called as "Guaratiba Aquifer" due to the dimension of the aquifer and importance for human provisioning.

Hidrogeologia; Geoquímica; Aquífero.

¹MSc, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Departamento de Geociências - Rodovia BR 465, KM 7, Campus Universitário - Seropédica - RJ - 23890-000 - (21) 3787-3673 - jeneska@gmail.com; ² MSc, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Departamento de Geociências - Rodovia BR 465, KM 7, Campus Universitário - Seropédica - RJ - 23890-000 - (21) 3787-3673 - geralda@ufrj.br.; ³ MSc, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Departamento de Geociências - Rodovia BR 465, KM 7, Campus Universitário - Seropédica - RJ - 23890-000 - (21) 3787-3673 – gisaramalho@gmail.com.

1. - INTRODUÇÃO

A avaliação hidrogeológica baseia-se na necessidade de informações básicas sobre os sistemas aquíferos, para que o gerenciamento do uso da água subterrânea possa ser feito de forma integrada. As áreas são consideradas estratégicas, apresentando aquíferos intergranulares e fissurais de suma importância, considerando as localizações dos mesmos, no município do Rio de Janeiro. Os aquíferos em questão devem ser preservados uma vez que parte do abastecimento de água para diversos usos atualmente tem origem em suas reservas, seja pelo uso de poços de pouca profundidade, com baixa vazão ou poços profundos de vazões mais elevadas. Também servem de fonte de captação pela empresa concessionária de distribuição pública, a partir de nascentes que apresentam volumes significativos. Tais reservas poderão vir a constituir numa futura fonte complementar de abastecimento de água potável para o referido município, em virtude da demanda promovida pelo crescimento demográfico.

A área onde o presente projeto foi desenvolvido possui características relevantes quanto aos aspectos hidrogeológicos, com a água subterrânea ocorrendo a poucas profundidades, condicionada a aquíferos intergranulares e fissurais. Embora a legislação brasileira preveja ações que visem à proteção das águas subterrâneas, as Regiões administrativas de Campo Grande e Guaratiba carecem de estudos neste sentido. O crescimento populacional ocorre de forma acelerada, com desenvolvimento de atividades industriais e geração de serviços, incluindo postos de serviços. A potencialidade de desenvolvimento na referida área nos indicou como de suma importância conhecer o funcionamento dos recursos hídricos subterrâneos ali existentes. A partir do conhecimento registrado, o seu aproveitamento poderá ser utilizado de forma ordenada, servindo como base de ações pelo poder público, a fim de que também possa ser aproveitado por gerações futuras.

1.1. - Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial dos recursos hídricos subterrâneos nas Regiões Administrativas de Campo Grande e Guaratiba, prevendo-se a necessidade de sua utilização com o uso racional dos mesmos.

2. - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

2.1. - Localização e Acesso

A região em estudo abrange uma área total aproximada de 315 km², contida parcialmente em duas folhas topográficas 1:50.000 pertencente à Diretoria de Serviço Geográfico. A principal é a Folha Santa Cruz-Restinga de Marambaia, englobando 95% da área, incluindo toda a porção central, norte, sul e oeste. A Folha Vila Militar cobre a porção leste da área. Os limites são definidos ao norte pela Serra do Mendanha, ao Sul pelo Oceano Atlântico, a leste pela porção oeste do Maciço da Pedra Branca e a oeste pelas Serra de Inhoaíba.

2.2. - Geologia Local

A geologia da área de estudo é composta por sedimentos do Quaternário (Depósitos Flúvio-Lagunares), por rochas alcalinas do Cretáceo/Terciário, por granitóides do Cambriano e gnaisses do Neoproterozóico [1].

2.3. - Geomorfologia Local

As unidades geomorfológicas com base no agrupamento dos relevos de agradação e dos relevos de degradação. Nos relevos de agradação predominam os processos deposicionais, sendo aqui individualizadas as planícies flúvio-marinhas, flúvio-lagunares, colúvio-alúvio-marinhas e costeiras. Nos relevos de degradação, há predomínio de processos erosivos (denudacionais), representados pelos domínios de colinas isoladas, morrotes e morros baixos isolados, bem como alinhamentos serranos isolados, maciços intrusivos alcalinos e maciços costeiros e interiores [2].

2.4. - Clima

Os dados da Estação Meteorológica de Santa Cruz referentes à precipitação e temperatura foram na publicação "Indicadores Climatológicos do Rio de Janeiro" (1978) da Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro De acordo com as médias históricas mensais de temperaturas entre os anos de 1931 a 1995, observa-se a media anual dessas temperaturas na baixada é de 23,5°C, com o mês de fevereiro apresentando valores mais altos de média mensal de 26,5°C, e o mês de julho mostrando média mínima de 20,7°C. A área possui uma pluviosidade total média anual de aproximadamente 1220 mm. O período de chuvas mais intensas

(acima da média mensal de 101,6 mm) está compreendida de dezembro a março (verão), enquanto os três meses de mais baixa pluviosidade (junho a agosto) coincidem com a estação do inverno.

Segundo a classificação de Koppen, a região apresenta caráter tropical quente e úmido, com duas zonas pluviométricas distintas, devido ao contraste topográfico entre baixada e as encostas que a circundam. Por receberem ventos úmidos provenientes da Baía de Sepetiba, nas baixadas, o verão é úmido com inverno mais seco, enquanto que nas encostas das serras a pluviosidade é mais elevada sem uma estação seca definida [3].

2.5. - Hidrografia

A área está inserida na bacia hidrográfica da Baía de Sepetiba, na qual engloba as sub-bacias Secundárias do Rio Campinho, do Rio da Prata do Mendanha, Piraquê/Cabuçu, do Rio Piracão, do Rio do Portinho e Restinga da Marambaia [4]. Neste contexto podem ser diagnosticados dois tipos de sistemas aquíferos: Um de características cristalinas relacionado às elevações rochosas, conceituando-se como sistema “aquífero fissural”. O outro apresentando características de sistemas deposicionais sedimentares, conceituando-se como sistema “aquífero intergranular”.

3. - AVALIAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

3.1. - Análise do Fraturamento em Maciços Rochosos

A análise do fraturamento dos maciços rochosos das Regiões Administrativas de Campo Grande e Guaratiba foram desenvolvidas através de estudos fotointerpretativos, trabalhos de campo e tratamento de dados.

O estudos fotointerpretativos utilizando aerofotos na escala 1:30.000, com o objetivo de identificar estruturas como falhas e fraturamentos, em escala regional. Os trabalhos de campo foram realizados através de levantamentos geológicos e estruturais, procurando adquirir dados sobre a natureza das discontinuidades nas rochas que compõem os maciços rochosos das Regiões Administrativas de Campo Grande e Guaratiba. Os trabalhos de campo se concentraram nas regiões de média e baixa encosta, visando avaliar a favorabilidade das águas subterrâneas, bem como sua potencialidade de recarga, circulação e armazenamento. As atitudes das estruturas foram determinadas através de uma bússola de acordo com o método clar. De forma complementar foram observados o espaçamento entre as fraturas e a frequência das discontinuidades. As atitudes adquiridas em campo foram tratadas estatisticamente com o programa Stereonet versão 2.46, com o intuito de analisar a correlação entre as discontinuidades.

Os estudos fotointerpretativos mostraram que as descontinuidades se apresentam com sulcos relativamente fortes no relevo e suas drenagens estão, na maior parte das vezes, acompanhando a direção dos planos das descontinuidades que podem ser observados por arranjos retilíneos no vale (padrão de drenagem paralela), no qual este padrão se repete em todas as serras e maciços estudados.

Regionalmente, existem duas direções predominantes de descontinuidades: NE-SW e NW-SE. As estruturas com direção NE-SW são oriundas de colagem de terrenos no Ciclo Brasileiro [5], no qual foram exercidos esforços compressivos e constituem uma zona de fraqueza preferencial do embasamento. Entretanto, as estruturas com direção NW-SE foram geradas ou reativadas pelo Graben da Guanabara, gerando a intrusão de diques e a eles estão relacionados hidrotermalismo tardio, no qual foram exercidos esforços extensivos. Uma terceira direção de descontinuidades, menos freqüente, porém importante, é W-E, a qual surgiu devido ao reativamento do Graben da Guanabara, também sugerindo que surgiu por esforços extensivos.

Os diagramas de roseta demonstram intensas descontinuidades nas direções NE e NW, e secundariamente na direção W-E, ocasionando a conectividade destes planos favorecendo as propriedades hidrogeológicas do aquífero fissural.

As descontinuidades geradas por esforços compressivos tentem a serem menos favoráveis ao sistema aquífero, como apresentado no capítulo anterior. Ao contrário, as descontinuidades de esforços extensivos possuem a tendência de estarem abertas, sendo ideais para armazenamento e circulação das águas subterrâneas.

3.2. - Levantamentos Hidrogeológicos

3.2.1. - Cadastro de Captação de Água Subterrânea

O cadastro de captação de água subterrânea foi formulado, a fim de ter um conhecimento preliminar do funcionamento dos sistemas aquíferos que ocorrem na área estudada. Foi elaborado no período de março de 2007 a agosto de 2008, utilizando técnicas usuais de inventário. Foram determinadas as captações através de poços e nascentes. Para os poços foram preenchidos dados de acordo a discriminação elaborada em uma ficha técnica, apresentando: 1) identificação e localização, 2) dados construtivos e, quando possível, 3) dados hidráulicos e de bombeamento. As coordenadas geográficas foram determinadas através da utilização de GPS da marca Garmin® modelo 76s. A identificação, os dados construtivos e hidráulicos de bombeamento foram obtidos de “forma oral”. Além da forma citada acima, a obtenção dos dados do terceiro campo contou com a

utilização de medidor de nível d'água da marca HS®, com cabo de 100 metros de extensão, graduado em milímetros.

O cadastro registrou quatro (04) captações efetuadas através de nascentes, e cento e quinze (115) poços de naturezas diversas. Onde quarenta e quatro (44) são por aproveitamento da água subterrânea através de poços escavados (tipo cacimba), quarenta e cinco (45) através de poços tubulares rasos e vinte e seis (26) captações de água subterrânea através de poços tubulares profundos.

3.2.2. - Descrição dos Poços Cadastrados

Na Região Administrativa de Campo Grande ocorrem captações através de nascentes e poços. As nascentes estão relacionadas predominantemente as Serras do Mendanha e Maciço da Pedra Branca. Os poços são construídos em profundidades variadas, podendo ser escavados, tubulares rasos e tubulares profundos. Todos estão relacionados a descontinuidades do sistema aquífero fissural das Serras do Mendanha, Inhoaíba e Maciço da Pedra Branca.

Na Região Administrativa de Guaratiba algumas captações por nascentes são realizadas, seja para uso doméstico, seja pela empresa concessionária de abastecimento público, através do sistema constituído por armazenamento- tratamento- distribuição. Este tipo de captação está relacionado ao sistema fissural do Maciço da Pedra Branca. Há predominância de poços escavados/ tubulares rasos, sendo marcante a proporção de captações que aproveitam os sistemas aquíferos superficiais. Explica-se tal ocorrência em função deste sistema de construção ter um menor custo financeiro e características geológicas e hidrogeológicas regionais favoráveis. Podem ser relacionados à exploração do aquífero superficial intergranular, constituído por sedimentos aluvionares e solos residuais formados a partir do intemperismo das rochas cristalinas. Em geral são utilizados no abastecimento doméstico e na irrigação de pequenas propriedades, que utilizam volumes relativamente baixos de água, por vezes estão associados ao aproveitamento dos mananciais superficiais através dessas captações tendem a atender a tais necessidades.

Poços tubulares são mais raros, podendo atingir 80,00 metros de profundidade. Estão relacionados ao sistema aquífero fissural, sotoposto aos sedimentos ou formações superficiais inconsolidadas. Nestes casos o sistema aquífero favorável e de natureza fissural, através das descontinuidades em rochas são.

3.2.3. - Monitoramento do Nível D'água

O monitoramento do nível d'água ocorreu na Região Administrativa de Guaratiba devido à maior utilização da água subterrânea para abastecimento doméstico pelas comunidades residentes nesta região. Assim, o monitoramento revelou que o nível d'água apresenta profundidade média de

1,24 metros e cotas piezométricas que variam de 57,90 metros, nas áreas de altos topográficos, a 4,13 metros, nas áreas de planície. Há predominância de cotas acima de 10 metros, indicando uma boa profundidade do nível d'água na área, o que pode evitar o seu afloramento nas estações chuvosas.

3.3. - Avaliações da Estratigrafia do Sistema Aquífero Intergranular

Não existe disponível, até o presente, a representação em uma seção estratigráfica do depósito sedimentar que ocorre na região estudada. Tal depósito constitui o sistema aquífero intergranular.

O levantamento dos dados referentes aos poços cadastrados não permitiu obter informações precisas sobre a estratigrafia regional, uma vez que a maioria dos poços cadastrados foram construídos por perfuradores locais, não havendo um perfil construtivo. Entretanto obteve-se uma estimativa, através de informações verbais fornecida pelos próprios perfuradores. Acreditamos que o pacote sedimentar atinge vinte (20) metros de espessura. Esta espessura pode acontecer tanto na Região Administrativa de Campo Grande quanto na Região Administrativa de Guaratiba.

Foram levantados furos de sondagem, que coletaram amostras de sedimentos e solos residuais em uma área localizada na Região Administrativa de Campo Grande (Avenida Cesário de Melo, próximo ao viaduto Pref. Alim Pedro) e outra na Região Administrativa de Guaratiba (Estrada da Cachamorra, fábrica de pneus Michelin). O sistema aquífero sedimentar se inicia na base das cadeias montanhosas que ocorrem nas Regiões Administrativas de Campo Grande e Guaratiba e se estende até a região litorânea.

3.4. - Potenciometria Regional para a Região Administrativa de Guaratiba

Os mapas potenciométricos produzidos evidenciam características semelhantes para os meses monitorados, conforme Figuras 1 a 7. As análises de tais mapas mostram a descarga do aquífero na direção geral da foz dos rios do Portinho (Região de Barra de Guaratiba) e Piraquê-Cabuçu (Regiões de Ilha e Pedra de Guaratiba). A partir do monitoramento de janeiro de 2008 (Figura 3) observa-se também uma tendência geral do fluxo subterrâneo na direção da Baía de Sepetiba.

A potenciometria mostra uma relação entre os mananciais subterrâneos e superficiais, caracterizando os aquíferos estudados como de caráter efluente nos canais fluviais principais.

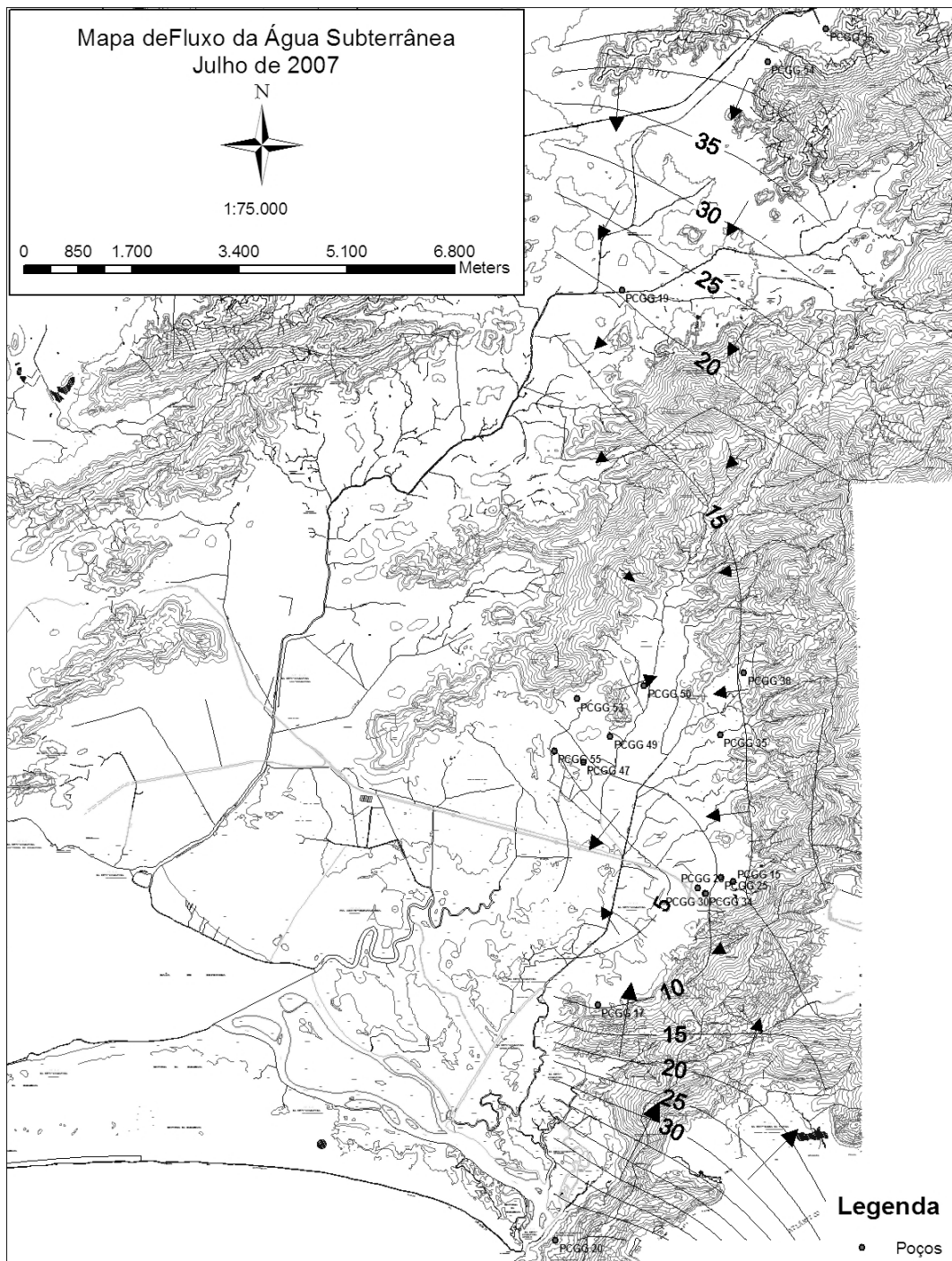


Figura 1 - Mapa potenciométrico da Região Administrativa de Guaratiba, julho de 2007.

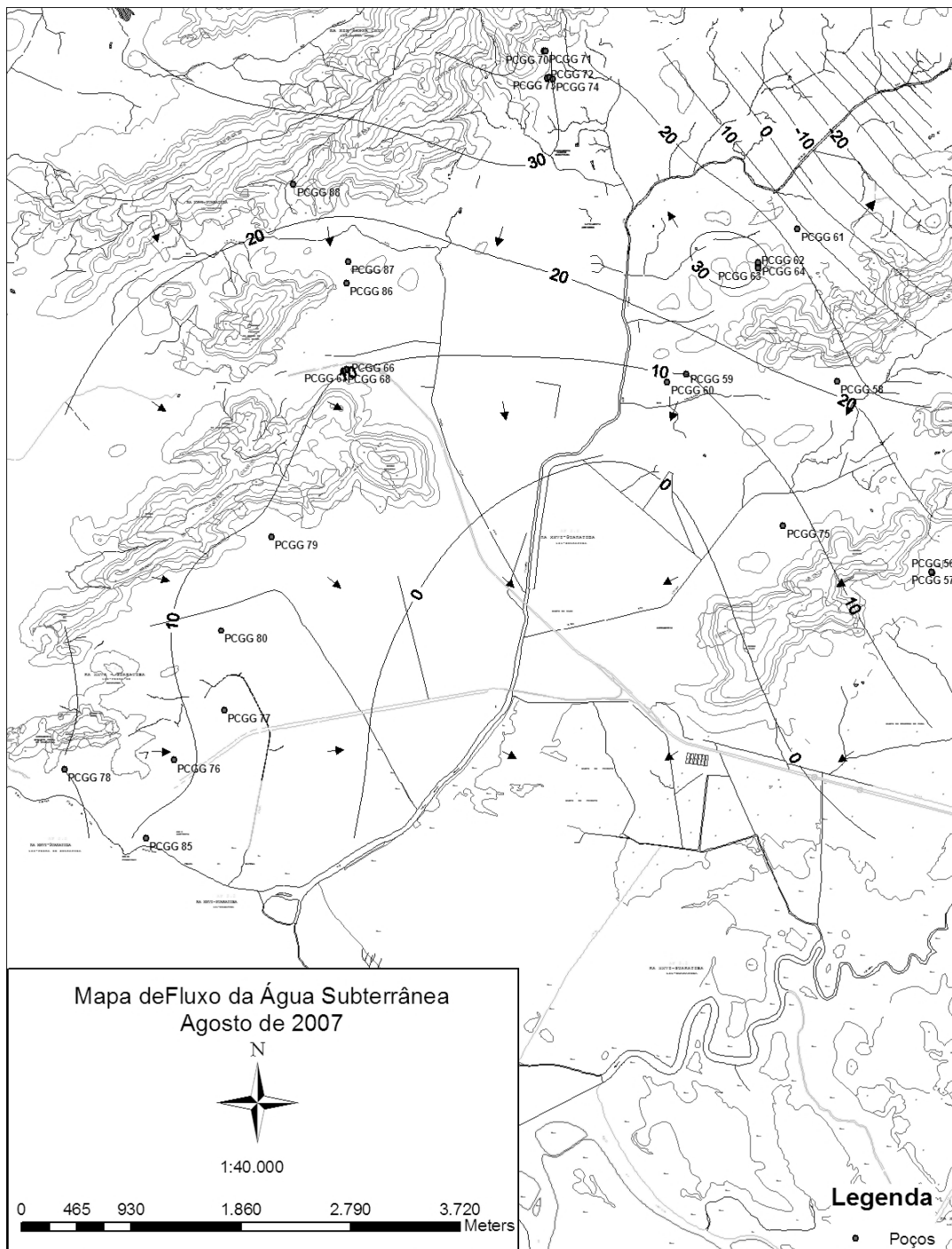


Figura 2 - Mapa potenciométrico da Região Administrativa de Guaratiba, agosto de 2007.

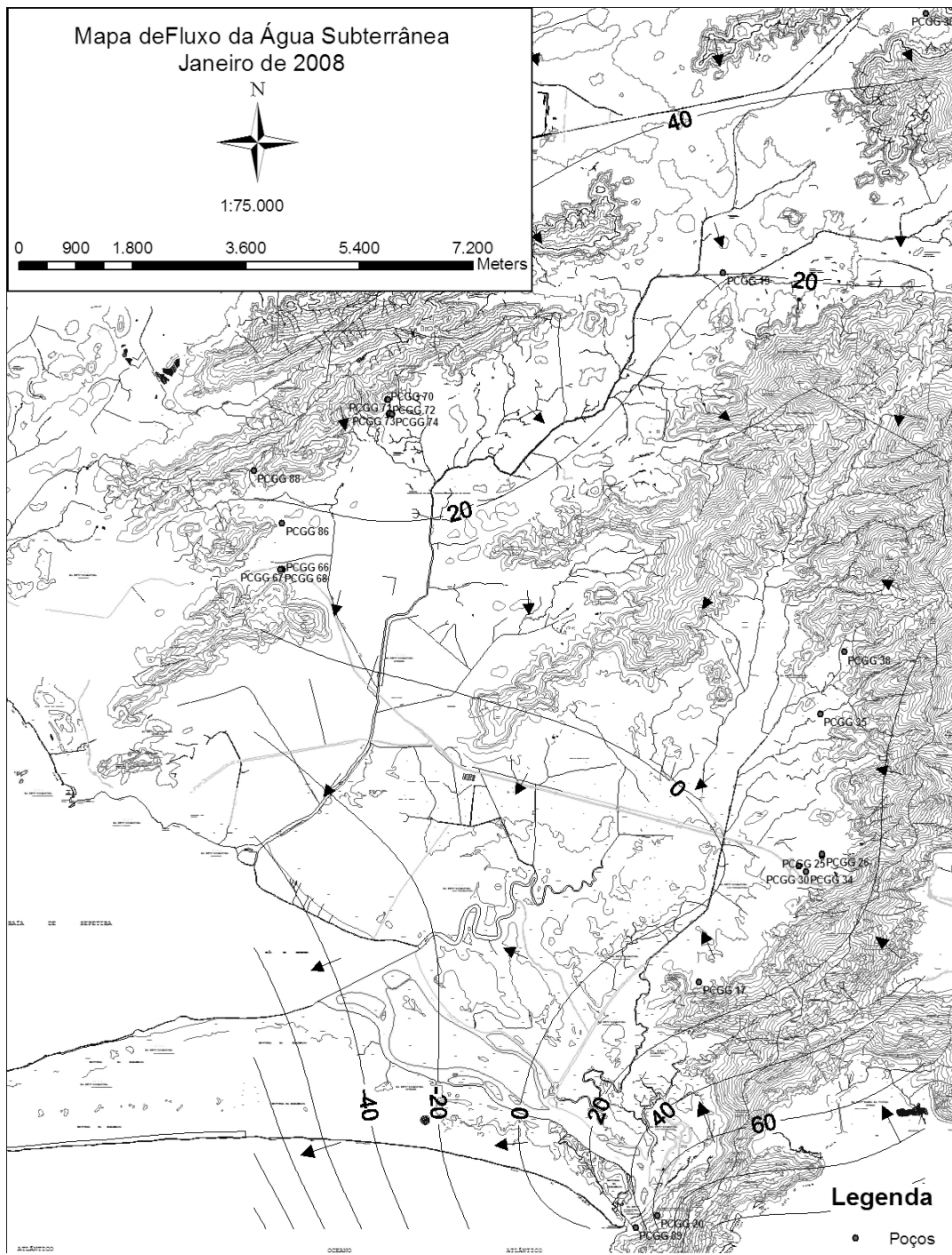


Figura 3 - Mapa potenciométrico da Região Administrativa de Guaratiba, janeiro de 2008.

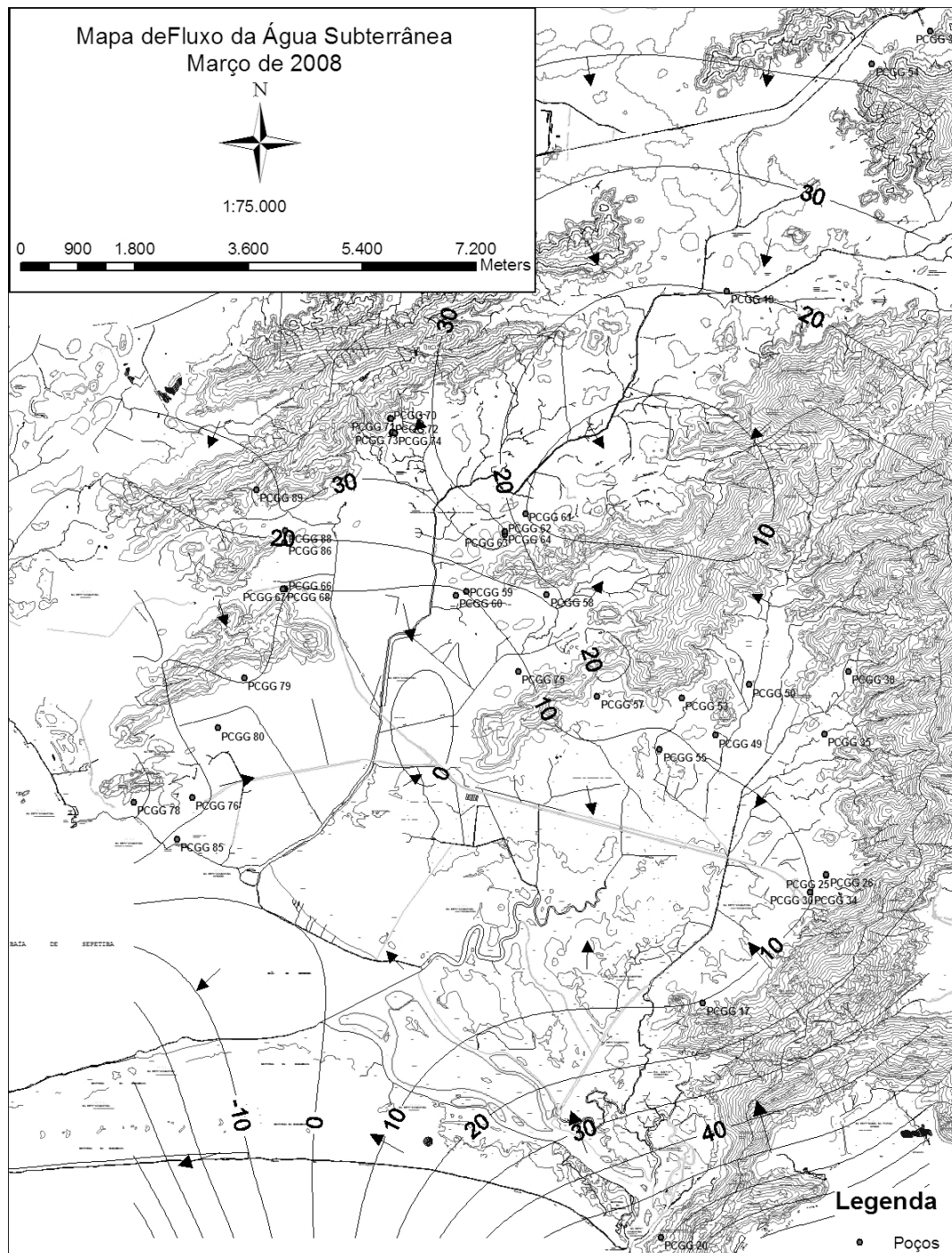


Figura 4 - Mapa potenciométrico da Região Administrativa de Guaratiba, março de 2008.

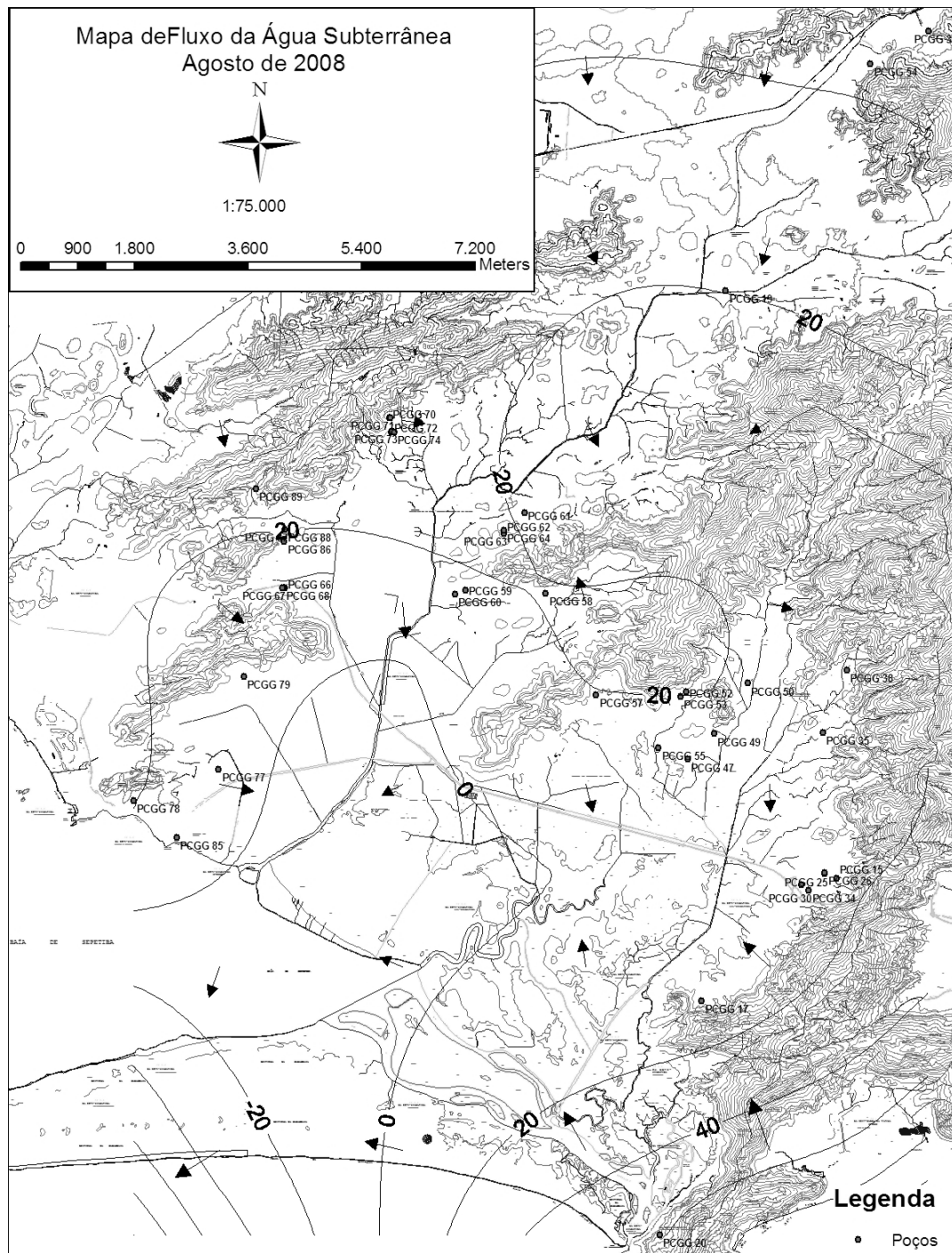


Figura 5 - Mapa potenciométrico da Região Administrativa de Guaratiba, agosto de 2008.

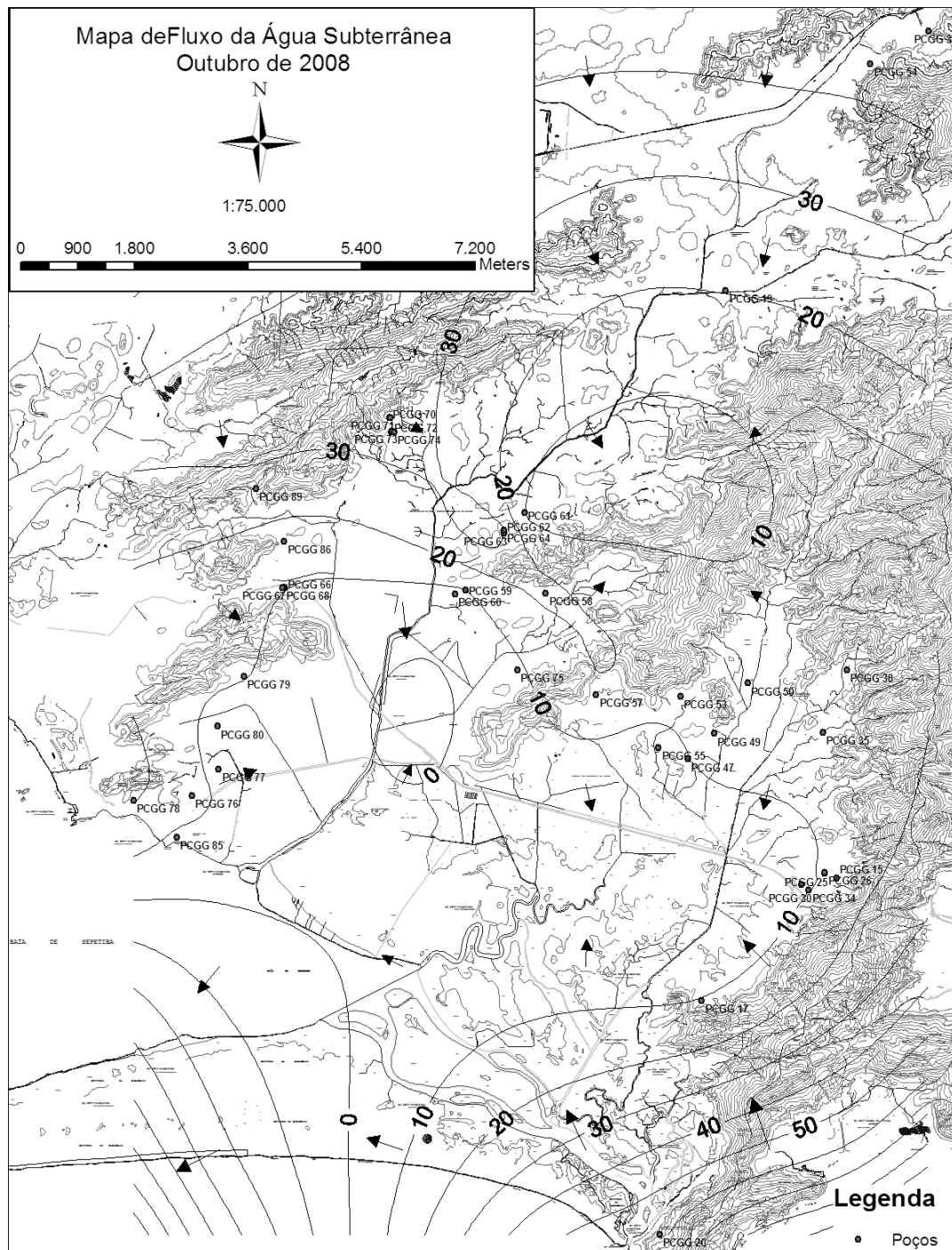


Figura 6 - Mapa potenciométrico da Região Administrativa de Guaratiba, outubro de 2008.

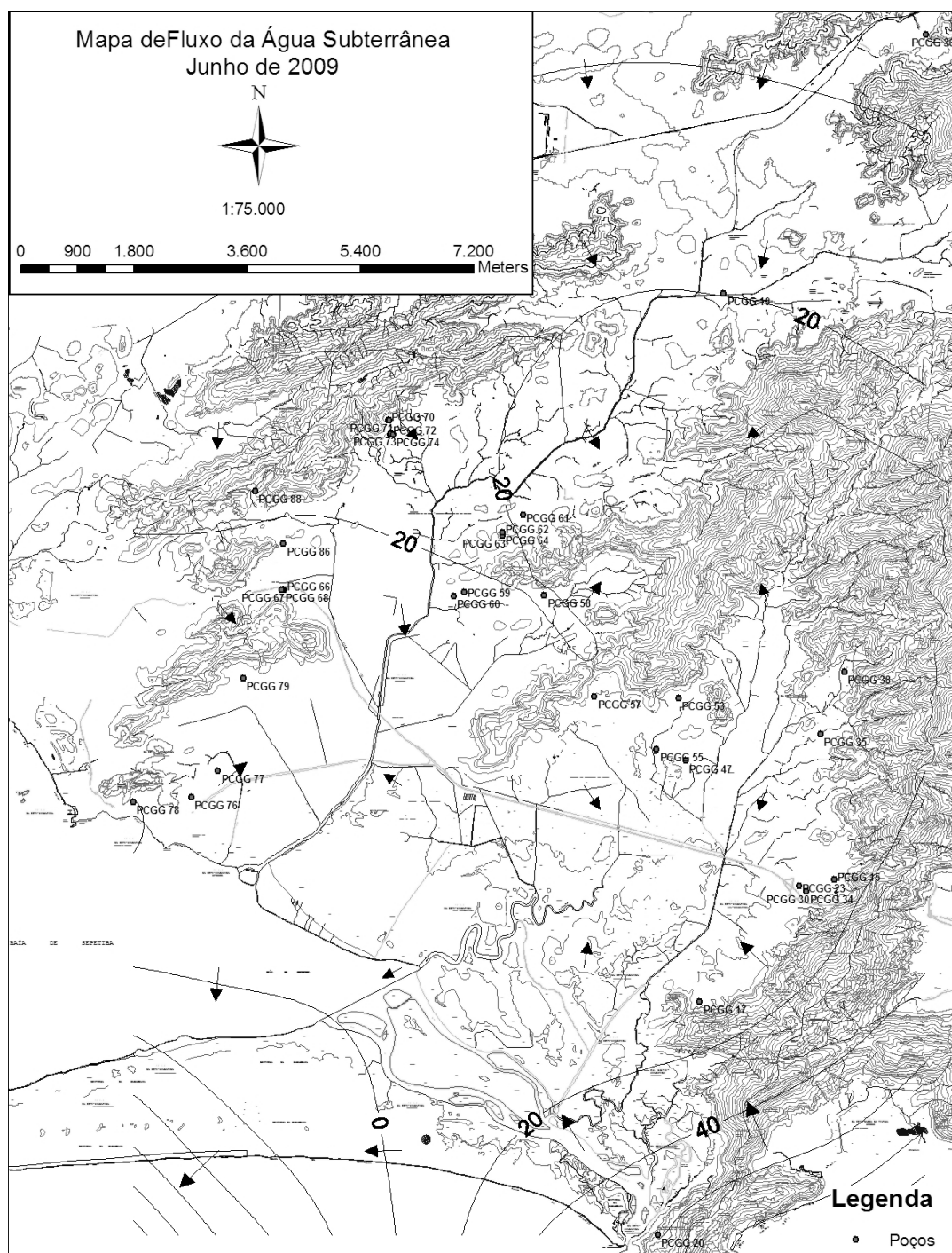


Figura 7 - Mapa potenciométrico da Região Administrativa de Guaratiba, junho de 2009.

3.5. - Aspectos Hidroquímicos da Água Subterrânea

A caracterização hidroquímica das águas subterrâneas permite entender as condições que regem a recarga e a circulação dos sistemas aquíferos, uma vez que nas águas subterrâneas naturais ocorre uma concentração de íons relacionada a diversos fatores, tais como: composição de solos e rochas, proximidade com o mar, cobertura do solo, características climáticas da região e intervenção humana [6].

Visando avaliar a qualidade química das águas subterrâneas nas Regiões Administrativas de Campo Grande e Guaratiba foram realizadas campanhas de amostragem, no período de junho a julho de 2009, tendo sido estas analisadas pelo Laboratório de Caracterização de Águas da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/ RJ). Na campanha de amostragem para a região de Guaratiba foram coletadas águas em 20 (vinte) pontos e na campanha de amostragem para a Região de Campo Grande foram coletadas águas em 10 pontos.

A metodologia de amostragem foi realizada utilizando frascos fornecidos pelo laboratório onde as amostras foram analisadas. Cada amostra foi armazenada em dois frascos, um com conservante e outro sem conservante, visando analisar todos os elementos químicos presentes na água. Em seguida as amostras foram conservadas em temperaturas baixas (em torno de 4°C), até a realização das análises.

A caracterização das águas subterrâneas das Regiões Administrativas de Campo Grande e Guaratiba permitiu definir as fácies hidroquímicas, bem como os processos reinantes que determinam a situação hidrogeológica local, com suas condicionantes e particularidades.

- Região Administrativa de Campo Grande

Os resultados para caracterização das fácies hidroquímicas definem quatro (4) fácies hidroquímicas principais, a saber: 1) sulfatada sódica; 2) cloretada sódica; 3) sulfatada cálcica; e 4) bicarbonatada sódica.

Essa diferenciação em quatro (4) fácies hidroquímicas pode ser justificada pela complexa geologia da região estudada.

O cálcio apresenta-se em concentrações mais baixas em alguns poços e nas nascentes deve-se ao fato da influência de rochas alcalinas (seja pela Serra do Mendanha ou por diques ou sedimentos oriundos destas) que são ricas em sódio que tem a capacidade de promover a substituição do cálcio lixiviando-o para fora do sistema químico dos aquíferos.

O magnésio e o bicarbonato se encontram em níveis baixos em todas as nascentes. O bicarbonato também ocorre em níveis baixos em alguns poços indicando, possivelmente, pouco tempo de residência das águas subterrâneas no aquífero, não permitindo sua mineralização.

Os valores da razão rMg^{+2}/rCa^{+2} para as águas das nascentes, poços cacimba, poços tubulares rasos e poços tubulares profundos mostram valores que classificam tais águas como continentais. Os valores da razão rK^{+}/rNa^{+} para as nascentes e poços cacimba caracterizam estas águas como “doces”, e para o poço tubular raso como água de circulação em rocha de composição granítica, provenientes dos litotipos no qual este encontra-se instalado. Para o poço tubular profundo o valor de tal razão mostrou-se incoerente, podendo estar associado a fatores diversos. A relação iônica $rCl^{-}/rHCO_3^{-}$ para as águas analisadas mostra uma composição de caráter continental.

- Região Administrativa de Guaratiba

De acordo com os resultados de caracterização das fácies hidroquímicas pode ser definidas duas (02) fácies hidroquímicas principais, a saber: 1) fácies cloretada sódica; e 2) fácies bicarbonatada sódica.

Os valores de nitrato acima dos limites estabelecidos pela Portaria MS nº 518 de 2004 nos em dois poços podem ser indicativos de contaminação da água subterrânea por atividade humana. Estes valores tornam tais águas impróprias para consumo humano.

O Diagrama Logarítmico de Schoeller indicou comportamento hidroquímico homogêneo para a maioria dos poços cadastrados. Porém alguns poços localizados próximo a praia de Pedra de Guaratiba apresentaram comportamento hidroquímico fora do padrão esperado.

Os valores da razão $rMg+2/rCa+2$ para as águas dos poços cadastrados mostraram que estas águas têm relação com litotipos, onde estão instalados, ricos em silicatos magnesianos. Os valores da razão $rK+/rNa+$ caracterizam estas águas como “doces”. E a relação iônica $rCl-/rHCO-3$ para as águas analisadas mostra uma composição de caráter continental.

4. - CONCLUSÃO

O presente trabalho mostrou relevância na avaliação proposta. Foram caracterizados dois tipos de sistemas aquíferos distintos: o sistema aquífero fissural e o sistema aquífero intergranular.

O sistema aquífero fissural é composto por rochas cristalinas pré-cambrianas a terciárias, de origem metamórfica e ígnea, com descontinuidades que se conectam, conferindo ao sistema a capacidade de armazenar e transmitir as águas subterrâneas. Poços de captação profundos apresentam vazões de até 30.000 L/h, valores extraordinários para este sistema aquífero.

O sistema aquífero intergranular é composto por sedimentos predominantemente quaternários, constituídos por intercalações de materiais arenosos e argilosos, depositados nas baixadas, ocupando espaços entre as elevações, que ocorrem nas Regiões Administrativas de Campo Grande e Guaratiba.

A água subterrânea está armazenada a pouca profundidade, comumente ocorrendo a um metro e meio (1,5 m) de profundidade.

O fluxo regional da água subterrânea determinado para a Região Administrativa de Guaratiba está direcionado a partir das regiões montanhosas em direção às drenagens principais, onde os Rios Piraquê-Cabuçu, Portinho e Piracão caracterizam as sub-bacias de maior importância.

A hidroquímica das águas subterrâneas demonstrou caráter homogêneo para Região Administrativa de Guaratiba e complexo na Região Administrativa de Campo Grande. Tal fato estar relacionado aos vários domínios litológicos da região.

A partir dos dados levantados foi possível estabelecer a ocorrência de um aquífero intergranular na Região Administrativa de Guaratiba com área de abrangência significativa. O aquífero é constituído pelo depósito sedimentar, de maior extensão, delimitado pelo Maciço da Pedra Branca, Serra de Inhoaíba e Região Costeira, que ocupa vasta área da Região Administrativa de Guaratiba. A estes sedimentos quaternários, estratigraficamente são constituídos por intercalações de materiais arenosos e argilosos, que ao se aproximarem-se da linha de praia tornam-se mais arenosos, neste trabalho é identificado como “Aquífero Guaratiba”. A denominação “Aquífero Guaratiba” ocorreu devido à dimensão do aquífero e sua importância para abastecimento humano. Sua delimitação está caracterizada na Figura 8 abaixo.

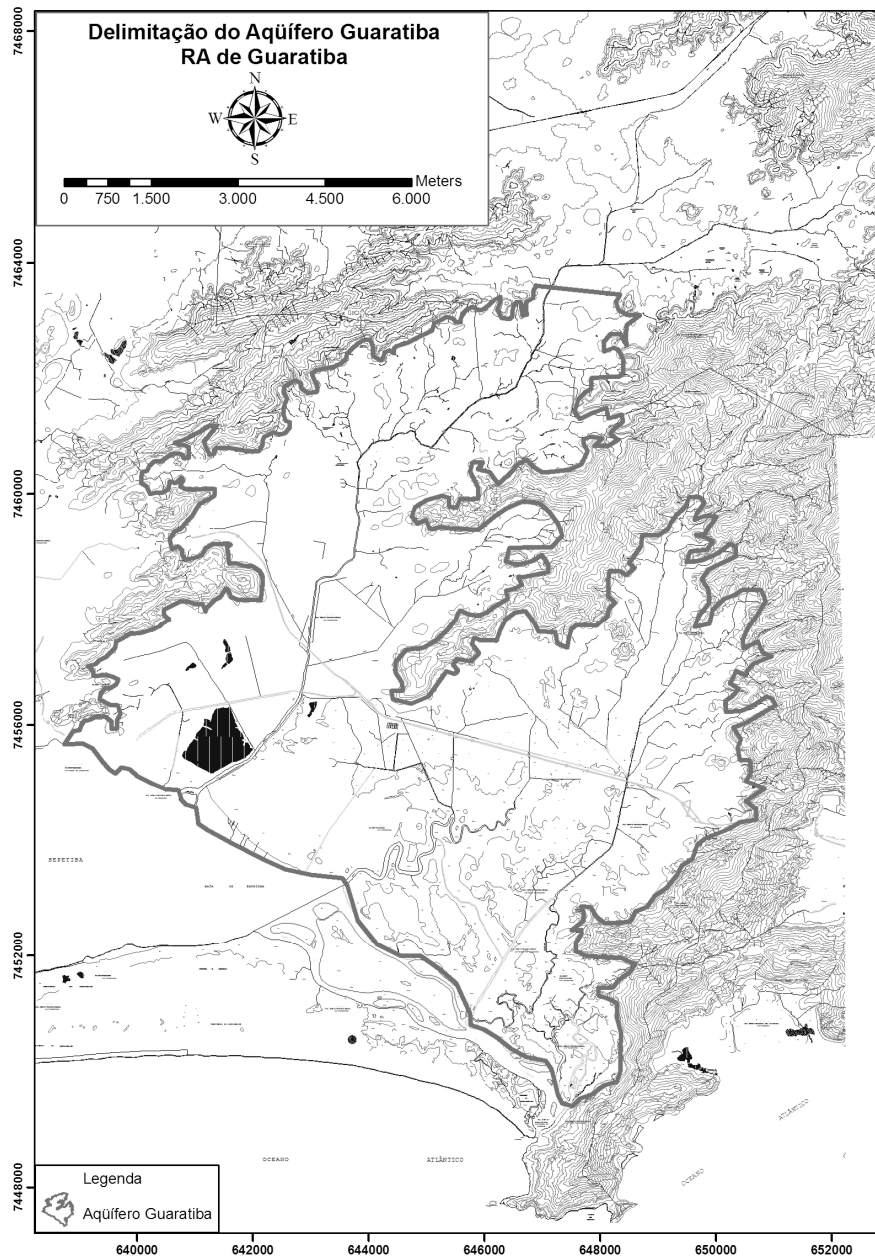


Figura 8 - Delimitação preliminar do Aquífero Guaratiba.

5. - BIBLIOGRAFIA

- [1] CPRM. Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Mapa Geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro. 1 CD-ROM – Brasília. 2000.
- [2] DANTAS, M. E. Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro. Brasília: CPRM. 2000.
- [3] CAMPOS, J. C. V. Estudo Hidrogeológico da Bacia do Rio Cabuçu – Zona Oeste do Município do Rio de Janeiro – RJ. Dissertação (Mestrado em Geologia) - UFRJ. 100p. 1996.
- [4] IPP (Instituto Pereira Passos. Secretaria Municipal de Urbanismo). Mapas de Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2004.
- [5] FERRARI, A. L. Evolução tectônica do Graben da Guanabara. Tese (Doutorado em Geologia) / USP – São Paulo. 412p. 2001.
- [6] MONSORES, A. L. M. Estudos Hidrogeológicos e Hidroquímicos em Aquíferos Fraturados – Bacia Superior do Córrego do Açude, Distrito de Raposo - Itaperuna - RJ. Dissertação (Mestrado em Geologia) – UFRJ. 170p. 2003.

Agradecimentos

À FINEP.

À PETROBRAS.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).