

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

ESTUDO GEOAMBIENTAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

HIDROGEOLOGIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

*Ana Beatriz da Cunha Barreto
André Luiz Mussel Monsores
Antônio de Souza Leal
Jorge Pimentel*

BRASÍLIA, dezembro 2000

CRÉDITOS DE AUTORIA

Equipe Executora

Ana Beatriz da Cunha Barreto, André Luiz Mussel Monsores, Antônio deSouza Leal e Jorge Pimentel

Colaboradores: Ricardo Moacyr de Vasconcellos, Patrícia Düringer Jacques, e
Egmont Bastos Capucci

Coordenação:

Cássio Roberto da Silva
Antonio Ivo de Menezes Medina

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

Departamento de Hidrologia – DEHID,
Superintendência Regional de Belo Horizonte e
Departamento de Informações Institucionais – DEINF

Coordenação Editorial a cargo da
Divisão de Editoração Geral – DIEDIG
Departamento de Apoio Técnico – DEPAT

Barreto, Ana Beatriz da Cunha

B23 Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro / Ana Beatriz da Cunha Barreto et al. – Brasília :
CPRM, 2000.

1 CD-ROM.

Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro.

Executado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Departamento de Hidrologia, Super-
intendência Regional de Belo Horizonte e Departamento de Informações.

1. Hidrogeologia – Rio de Janeiro. 2. Recursos Hídricos – Rio de Janeiro. I. Monsores, André
Luiz. II. Leal, Antônio de Souza. III. Pimentel, Jorge. IV. CPRM – Serviço Geológico do Brasil.
V. Título.

CDD 551.4908153

PREFÁCIO

Nas últimas décadas temos nos defrontado com profundas modificações tecnológicas, sociais, econômicas e principalmente ambientais. Entretanto, essas mudanças não têm propiciado a melhoria da qualidade de vida da maioria da população mundial. O homem, necessitando de alimento, proteção, qualidade de vida, vem se esmerando em preparar, consumir e transformar os bens retirados da natureza, em sua busca incessante de promoção do bem-estar social.

Esses bens, ao sofrerem vários processos de transformação para consumo da sociedade, impactam o meio ambiente sob diferentes formas. Isso tem provocado o aumento e o adensamento populacional e, conseqüentemente, o excessivo consumo de recursos naturais.

O ato de consumir e apropriar os recursos naturais, sem qualquer preocupação com as conseqüências futuras, tem promovido uma série de problemas globais, não perceptíveis aos nossos olhos, mas que estão danificando a biosfera e a vida humana de uma maneira alarmante, e que podem se tornar irreversíveis.

Ao analisarmos esses problemas, verificamos que não podemos tratá-los isoladamente, mas de forma sistêmica, pois as variáveis do meio físico, biótico, social, econômico e cultural estão interligadas e são interdependentes, sendo fundamental o entendimento de suas relações e conexões. Entendemos que o enfrentamento e a busca de soluções passam necessariamente pela integração dos profissionais das diversas áreas do conhecimento com visões e atitudes transdisciplinares.

Nesse sentido, a cooperação e a parceria proporcionam a dinâmica para mudanças de comportamento e para o fortalecimento da consciência ao adequado manejo do meio ambiente, pois quando as mesmas se processam, os parceiros (governo, ong, empresa privada, sociedade civil) passam a entender melhor as necessidades dos outros, aprendem, mudam e, como resultado dessa interação, coevoluem.

Na medida que adentramos no novo milênio, a sobrevivência da humanidade dependerá do nosso comportamento em relação à utilização dos recursos naturais. Assim, faz-se necessário adotar os princípios básicos da ecologia: interdependência, reciclagem, parceria, flexibilidade, diversidade e, em decorrência, sustentabilidade.

De forma inédita, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, associando-se a importantes parceiros, em especial a Empresa Brasileira de Agropecuária – EMBRAPA e o Departamento de Recursos Minerais – DRM/RJ, efetivou estudos multidisciplinares, principalmente do meio físico, visando fornecer informações e conhecimentos que possibilitem aos responsáveis pela gestão territorial tomarem decisões para proporcionar o desenvolvimento sustentável do Estado do Rio de Janeiro.

É com grata satisfação que apresentamos à sociedade brasileira, particularmente à comunidade fluminense, o Projeto Rio de Janeiro, que trata de estudos relacionados à geologia, geomorfologia, pedologia, geofísica, geoquímica ambiental, hidrologia, hidrogeologia, recursos minerais, economia mineral, inventário de escorregamentos e diagnóstico geoambiental, dentro de uma abordagem sistêmica.

Esse projeto constitui importante fonte de informações de interesse para múltiplos usuários (mineração, energia, agricultura, saúde pública, urbanismo, saneamento básico, moradia, defesa civil, transportes, turismo e meio ambiente) e instrumento de grande utilidade para subsidiar a gestão ambiental e, principalmente, para o estabelecimento de macrodiretrizes de planejamento com base nas potencialidades e limitações naturais do território, podendo, assim, orientar as políticas de desenvolvimento, levando em consideração a capacidade de suporte de cada região.

Esperamos que este exemplo prospere e que se torne motivo para avançarmos cada vez mais na busca da melhor convivência, possível, entre a exploração dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente.

Se pretendemos deixar um mundo melhor para nossos descendentes, temos que olhar o mundo como um sistema vivo, onde tudo ao nosso redor tem o seu papel e sua relativa importância nas complexas relações e conexões. Portanto, enfatizamos a necessidade de mudança comportamental do homem, adotando uma nova forma de pensar e novos valores. Devemos dar vazão aos valores da consciência ecológica, para que seja mantido o adequado equilíbrio com o desenvolvimento econômico. Acreditamos ser esse o procedimento compatível com uma sociedade que deseja estabelecer o desenvolvimento sustentável para o nosso planeta.

Thales de Queiroz Sampaio
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

APRESENTAÇÃO

O Projeto Rio de Janeiro consiste em estudos multitemáticos do meio físico realizados através do Programa Informações para Gestão Territorial – GATE, da Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, na escala 1:250.000, em todo o Estado do Rio de Janeiro, abrangendo uma área de 44.000km².

O objetivo principal é fornecer subsídios técnicos às administrações estadual e municipais e às entidades privadas, para o planejamento do desenvolvimento sustentado do território fluminense, assim como para o Programa Brasileiro de Zoneamento Ecológico-Econômico, em atendimento à Agenda 21.

O Projeto foi desenvolvido em parceria com a EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, DRM-RJ – Departamento de Recursos Minerais, CIDE – Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro, SERLA – Superintendência Estadual de Rios e Lagoas, EMOP – Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro, PUC/RJ – Pontifícia Universidade Católica, UFF – Universidade Federal Fluminense, UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, RESUB – Rede de Geotecnologia em Águas Subterrâneas, ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica e INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

Os temas executados foram recursos minerais, economia mineral, geomorfologia, inventário de escorregamentos, uso e cobertura do solo, solos, aptidão agrícola, geofísica e geoquímica ambiental, estudo de chuvas intensas, caracterização hidrogeológica, hidrografia, planimetria, morfoestrutura, cadastro de poços de água tubulares, cadastro de estações pluviométricas e fluviométricas.

A integração das informações levantadas dos diversos temas estudados propiciou a espacialização de áreas com potencial natural para determinado desenvolvimento, proteção, conservação e recuperação, concluindo por um diagnóstico das potencialidades e das vulnerabilidades naturais ou induzidas de todo o Estado do Rio de Janeiro, representadas, em escala 1:500.000, no Mapa Geoambiental.

Os produtos e dados resultantes dos estudos do Projeto estão disponíveis em 2 CD-ROMs, textos impressos e mapas plotados em papel na escala 1:500.000.

O CD-ROM número 1 contém todos os mapas temáticos no formato CDR, versão CorelDRAW 9 e textos no formato PDF. O CD-ROM número 2 contém diversos produtos, incluindo mapas de serviço e bases de dados pontuais, além dos mapas disponíveis no primeiro CD. Nesse, os dados podem ser analisados de modo interativo através do aplicativo MicroSir. Esse *software* foi desenvolvido inicialmente para possibilitar a visualização e recuperação de dados constantes das bases de dados da CPRM. O programa foi adaptado para o processamento de dados do Projeto Rio de Janeiro.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA	3
3 APLICAÇÃO DE GIS EM ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS	5
4 SISTEMA AQÜÍFERO CRISTALINO	7
4.1 Metodologia	7
4.1.1 Declividade	7
4.1.2 Densidade de Fraturas	7
4.1.3 Tipos de Solos	8
4.1.4 Uso do Solo e Cobertura Vegetal	8
4.1.5 Litologia	8
4.1.6 Densidade de Drenagem	9
4.2 Índice de Favorabilidade para a Ocorrência de Água Subterrânea	9
5 SISTEMAS AQÜÍFEROS SEDIMENTARES	11
5.1 Metodologia	11
5.2 Aqüíferos da Bacia Sedimentar de Campos	12
5.2.1 Introdução	12
5.2.2 Sistemas Aqüíferos	14
5.3 Aqüíferos da Bacia Sedimentar de Resende	17
5.3.1 Introdução	17
5.3.2 Sistemas Aqüíferos	17
5.4 Outros Sistemas Aqüíferos	
5.4.1 Introdução	18
5.4.2 Sistemas Aqüíferos	18
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
BIBLIOGRAFIA	23

ANEXOS

- I – Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro
- II – Mapas Temáticos:
 - Mapa de Declividade do Estado do Rio de Janeiro
 - Mapa de Densidade de Fraturas do Estado do Rio de Janeiro
 - Mapa de Solos do Estado do Rio de Janeiro
 - Mapa de Uso e Cobertura Solo do Estado do Rio de Janeiro
 - Mapa Litológico do Estado do Rio de Janeiro
 - Mapa de Densidade de Drenagem do Estado do Rio de Janeiro
 - Mapa de Isoietas do Estado do Rio de Janeiro
- III – Inventário de Pontos d'Água

1

INTRODUÇÃO

A Caracterização Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro constitui um desafio, uma vez que a maior parte de seu território é constituído por rochas cristalinas, de alto grau metamórfico, tradicionalmente tratadas como de baixa potencialidade para água subterrânea. Com exceção das bacias sedimentares de Campos e Resende, e de pequenas bacias como as de Volta Redonda e Itaboraí, preponderam no Estado do Rio de Janeiro aquíferos fissurais cujas propriedades hidrodinâmicas apresentam uma distribuição espacial heterogênea e aleatória sendo portanto difícil a sua classificação segundo sistemas aquíferos com potencialidade hidrogeológica previsível.

O presente trabalho apresenta uma primeira avaliação do Estado do Rio de Janeiro segundo as suas características hidrogeológicas e propõe uma alternativa para o mapeamento de sistemas aquíferos cristalinos usando técnicas de GIS. A metodologia consistiu em reunir diversos temas determinantes para a ocorrência de água subterrânea em rochas cristalinas e combiná-los através de uma análise multicritério utilizando o Sistema de Informação Geográfica SPANS-GIS. Os temas utilizados foram todos gerados no âmbito do Projeto Rio de Janeiro,

com exceção do Mapa de Solos do Estado do Rio de Janeiro executado pela Embrapa, sendo eles: declividade do terreno, densidade de fraturas, tipo de solo, uso e cobertura do solo, densidade de drenagem e litologia. Como resultado foi gerado um mapa de favorabilidade hidrogeológica onde a área cristalina do estado é hierarquizada segundo onze classes de favorabilidade para a ocorrência de água subterrânea.

A área sedimentar correspondente às bacias sedimentares e aos depósitos aluvionares dos grandes rios, cartografáveis na escala, foi classificada segundo os critérios hidrogeológicos convencionais, a partir dos dados de poços tubulares e das informações estratigráficas e sedimentológicas disponíveis na literatura.

O projeto teve início com um inventário de poços tubulares feito a partir de dados coletados em algumas empresas de perfuração, a CEDAE e os serviços autônomos de água e esgoto nos municípios não atendidos pela CEDAE. A realização desse inventário permitiu uma visão global da produtividade dos poços em todo o estado, o que foi de grande utilidade na hora da implementação do modelo utilizado no geoprocessamento.

2

INVENTÁRIO DE PONTOS D'ÁGUA

O trabalho se iniciou com um cadastramento dos dados fornecidos pelas empresas, que foram selecionados segundo o critério de um nível mínimo de informação, que justificasse a sua inclusão no inventário (esse nível mínimo correspondeu aos dados de vazão, profundidade, nível estático e dinâmico). Posteriormente as informações foram organizadas em um banco de dados Access, totalizando 1.800 poços. Como a maioria dos dados obtidos não estavam georreferenciados, foram necessárias visitas aos municípios, de forma a se confirmarem as informações e a se tomarem as coordenadas dos poços. Nessa etapa o projeto contou com a participação de equipes da UFRJ, RESUB, UFF, UFRRJ, UERJ e DRM/RJ para a cobertura das áreas urbanas da cidade do Rio de Ja-

neiro e a Região dos Lagos. Quase todos os municípios do Estado do Rio de Janeiro foram visitados.

A partir do inventário foram selecionados alguns pontos para compor o Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro. Neste mapa são representados dados relativos a 292 poços, que estão relacionados no anexo III, Tabela de Poços, que contém as informações sobre a localização e os parâmetros hidráulicos dos poços representados no mapa.

O inventário de pontos d'água constitui um banco de dados extremamente importante não apenas para a caracterização de potenciais hidrogeológicos mas para outras aplicações como geotecnia e investigações geológicas de uma maneira geral.

3

APLICAÇÃO DE GIS EM ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS

Os Sistemas de Informação Geográfica têm se mostrado uma poderosa ferramenta na pesquisa de água subterrânea. A possibilidade de se combinar diversos temas, organizados sob a forma de base de dados, permite que se sobreponha e se trabalhe os aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos condicionantes do movimento e da acumulação de água subterrânea nas rochas e solos. Esta habilidade, no caso particular dos sistemas aquíferos cristalinos, possibilita a delimitação de áreas e regiões favoráveis levando em consideração todos os aspectos relevantes para estes sistemas, o que não seria possível através das metodologias convencionais. As áreas cristalinas nos mapas hidrogeológicos são de uma maneira geral representadas como um único sistema, sendo os dados relativos a poços tubulares a única informação que se dispõe sobre a sua produtividade. Como estes dados não podem ser extrapolados para outras áreas, pelas próprias características do meio fraturado, o resultado é muito pouco informativo do potencial hidrogeológico destes sistemas.

A metodologia empregada na Caracterização Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro se ba-

seu em alguns trabalhos anteriores. Merece destaque o estudo hidrogeológico do maciço granítico de Huelgoat, de 98km², na região de Finistère, França (Langevin, C., *et al.*, 1991). Neste trabalho foram utilizados os temas geologia, lineamentos estruturais, hipsometria, declividade do terreno, estado de alteração da rocha e densidade de drenagem, que foram trabalhados através de análise booleana, utilizando o *software* SYNERGIS. Como resultado foi gerado um mapa de zonas de recarga e outro de zonas de permeabilidade do granito. A combinação desses dois temas resultou no mapa final de potencialidade aquífera do maciço.

Outro trabalho semelhante se refere à bacia do rio Marudaiyar no distrito de Tiruchirappalli, Índia (Krishnamurthy, J. *et al.*, 1995), que possui uma área de 780km², e cuja geologia consiste rochas cristalinas e sedimentares. A escala de trabalho foi de 1:50.000, utilizando os temas litologia, geomorfologia, lineamentos estruturais e corpos d'água superficiais, densidade de drenagem, declividade e tipos de solos. Os temas foram classificados de acordo com o seu potencial e importância para a ocorrência de água subterrânea, e integrados atra-

vés do *software* ARC/INFO GIS usando o método de agregação ponderada.

No Brasil as cidades de Curitiba e Porto Alegre foram alvo de estudos hidrogeológicos que utilizaram técnicas de geoprocessamento. Na cidade de Curitiba (Nogueira F, J & Soares, P.C., 1996) onde o terreno é composto por rochas cristalinas e sedimentares, foi realizado um tratamento geoestatístico dos dados de vazões de poços tubulares profundos, através de análise variográfica e krigagem, resultando em curvas de isovalores para tendências de vazões que foram confrontadas com o MDT (Modelo Digital de Terreno) e com o mapa de contornos gravimétricos para anomalias *Bouguer*. As faixas de distribuição de vazões foram também confrontadas com alinhamentos morfoestruturais de relevo, gravimétricos e de drenagem. Na região de Porto Alegre os temas: uso do solo, geologia, fraturamento, declividade do terreno e espessura do manto de altera-

ção foram integrados através de soma ponderada para definição do potencial hidrogeológico do Cristalino (Freitas, M. A., 1999?). Cada tema foi previamente classificado de acordo com o seu potencial para água subterrânea tendo sido definidas quatro categorias: desfavorável, pouco favorável, favorável e muito favorável, às quais foram atribuídas notas. Os pesos correspondentes a cada tema, bem como a importância de cada parâmetro, foram determinados a partir da experiência e conhecimento do autor na área. O estudo resultou em um mapa com classes de potencial relativo variando de 0 a 5.

Vale ressaltar que todos os estudos citados foram feitos em escalas relativamente grandes, de caráter local, se diferenciando do presente trabalho, que abrange todo o Estado do Rio de Janeiro, com uma área em torno de 44.000km², escala de trabalho de 1:250.000 e de representação 1:500.000, tendo portanto caráter regional.

4

SISTEMA Aqüífero Cristalino

4.1 Metodologia

A caracterização hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro foi realizada através de uma análise multicritério, utilizando-se o Sistema de Informação Geográfica SPANS-GIS. Esta metodologia permite que cada tema selecionado seja quantificado atribuindo-se notas às suas classes, de acordo com a potencialidade de cada uma para acumulação de água subterrânea. Posteriormente, os temas são combinados atribuindo-se pesos de acordo com a sua importância relativa. Assim, os temas utilizados, em ordem decrescente de importância foram: declividade, densidade de fraturas, tipos de solos, uso e cobertura do solo, litologia e densidade de drenagem.

As bases de dados utilizadas para a modelagem foram em sua maioria geradas no âmbito dos diversos temas do Projeto Rio de Janeiro. A escala de trabalho foi de 1:250.000 e, a princípio, esta seria também a escala de apresentação do projeto. Assim as primeiras modelagens foram desenvolvidas nessa escala, sendo para isto utilizados os temas litologia, uso do solo e cobertura vegetal, densidade de fraturas, declividade e pedologia. Um dos mapas de favorabilidade gerado nessa fase foi apresentado no 31^oIGC, Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica da Folha Campos. Posteriormente se decidiu pela escala 1:500.000 para apresenta-

ção do projeto, e todos os temas foram redimensionados para essa escala. Aos cinco temas utilizados anteriormente se juntou o tema densidade de drenagem, que não havia ficado pronto a tempo de ser utilizado na modelagem apresentada no congresso. Cada tema utilizado foi trabalhado no sentido de melhor reproduzir a sua influência nos processos de infiltração e acumulação de água subterrânea nas rochas. A seguir uma breve descrição da importância de cada tema para o comportamento destes sistemas, cujos os mapas temáticos estão apresentados no Anexo II.

4.1.1 Declividade

A declividade foi considerada o fator preponderante para os processos de infiltração das águas meteóricas, uma vez que a inclinação dos terrenos controla o processo de escoamento superficial e portanto a disponibilidade de água para infiltração na sua superfície.

As classes de declividade utilizadas foram de 0° a 2°; de 2° a 5°; de 5° a 10°; 10° a 20° e > 20°.

4.1.2 Densidade de Fraturas

A água subterrânea circula nas rochas cristalinas através de suas fraturas e fissuras, portanto, quanto mais intensamente fraturada uma rocha,

maior a sua capacidade de armazenar água subterrânea. O conceito de densidade de fraturas é definido como o comprimento total de fraturas existente em uma determinada área, dividido por esta mesma área, ou seja, a sua análise dimensional é L/L^2 . É importante observar que o conceito de frequência de fraturas, mais usual em análises estruturais, não se mostra de grande utilidade para aplicação em estudos hidrogeológicos. A frequência de fraturas expressa a quantidade total de fraturas existentes em uma determinada área, e nem sempre uma alta frequência corresponde a uma extensão total de fraturas significativa. Uma grande quantidade de fraturas de pouca extensão em uma área tem menor significado hidrogeológico do que a ocorrência de uma pequena quantidade de fraturas com grande extensão. Portanto optou-se pelo uso da densidade de fraturas para utilização na modelagem.

Os lineamentos estruturais e fraturas foram extraídos de imagens LANDSAT através do *software* ENVI, para o estudo morfoestrutural do Estado do Rio de Janeiro/Projeto Rio de Janeiro. A metodologia utilizou todos os sistemas de fraturas existentes, sem levar em consideração suas características compressoriais ou extensionais. A densidade de fraturas foi posteriormente calculada para a caracterização hidrogeológica através do SPANS-GIS, utilizando-se um *grid* de 2km^2 . Como resultado foi gerado um mapa de densidade de fraturas compreendendo cinco classes de densidade, que correspondem a intervalos iguais entre o menor e o maior valor. São elas (em km/km^2): 0 a 0,36; 0,36 a 0,72; 0,72 a 1,08; 1,08 a 1,44 e $> 1,44$.

4.1.3 Tipos de Solos

A presença de uma cobertura de solos ou sedimentar sobre as rochas cristalinas favorece o processo de infiltração das águas meteóricas. Quanto mais espessas e permeáveis, melhores as condições de infiltração. Muitas vezes essas coberturas constituem elas mesmas aquíferos de importância local, sendo exploradas para o abastecimento de residências através de poços escavados. O Mapa de Solos do Estado do Rio de Janeiro produzido pela Embrapa/CNPS foi adotado na modelagem, sendo utilizadas as classes maiores de solos, hierarquizadas segundo as espessuras e permeabilidades típicas. As classes de solos utilizadas e suas respectivas notas estão na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Classe de solos utilizadas e notas atribuídas.

Classes de Solos	notas
Aluviais	10
Brunizém	4
Cambissolos	7
Gleis	4
Orgânicos	2
Latossolos	9
Podzólicos	6
Podzol	10
Planossolos	5
Litólicos	0
Afloramento de rocha	0
Salinas	0
Dunas	10
Mangues	0
Aterro	0
Urbano	0

4.1.4 Uso do Solo e Cobertura Vegetal

A presença de cobertura vegetal é outro fator determinante para o processo de infiltração. O Mapa de Uso e Cobertura do Solo do Estado do Rio de Janeiro, produzido pela CPRM/Projeto Rio de Janeiro, foi utilizado sendo as suas classes hierarquizadas segundo a influência no favorecimento deste processo. As classes utilizadas se encontram na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Classes de uso e cobertura do solo e respectivas notas.

Classes de Uso e Cobertura do Solo	Notas
Urbano	0
Mangue	0
Extração de areia	10
Cobertura arenosa	10
Restinga	10
Áreas agrícolas	6
Pastagem	8
Solo exposto	2
Salinas	0
Afloramentos de rocha	0
Áreas inundáveis	9
Mata	10

4.1.5 Litologia

A litologia é o tema de menor importância para a ocorrência de água subterrânea no cristalino, já que a existência de água nas rochas é condicionada pelas fraturas. No entanto existe uma hierarquia

que leva em conta a presença de descontinuidades tais como bandeamento/xistosidade, facilidade de intemperização, maior suscetibilidade a fraturamento, grau metamórfico etc. Assim quartzitos e mármores são mais favoráveis que granitos e granulitos e assim por diante. A modelagem utilizou o tema litologia simplificada executado para o Projeto Geologia Aplicada ao Planejamento Urbano/Projeto Rio de Janeiro. Neste trabalho as formações geológicas do Estado foram agrupadas segundo seus tipos litológicos simplificados na escala 1:250.000. Posteriormente foi feita a integração desses dados em escala 1:500.000. As classes utilizadas na modelagem se encontram na tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Classes litológicas e suas respectivas notas.

Classes Litológicas	Notas
Sedimentos holocênicos	10
Sedimentos terciários	9
Rochas alcalinas	1
Rochas graníticas	1
Rochas básicas	1
Gnaisses	6
Migmatitos	6
Rochas granitóides	4
Granulitos	3
Quartzitos	8
Mármores	8

4.1.6 Densidade de Drenagem

A densidade de drenagem é definida como o comprimento total de canais existentes em uma determinada bacia, dividido pela área desta bacia. É uma expressão da intensidade do escoamento superficial de uma região. Quanto maior a densidade de drenagem, maior o escoamento superficial e menor a infiltração. Este fator é um indicativo, portanto, da permeabilidade dos terrenos. No caso do Estado do Rio de Janeiro onde a drenagem é fortemente condicionada pelas estruturas, deve-se ter cuidado na utilização deste parâmetro. No cálculo da densidade de fraturas se utilizaram todos os sistemas, independentemente de suas características compressivas ou extensionais, e o forte controle estrutural da drenagem tende a repetir esses mesmos sistemas. Como a densidade de drenagem é classificada de forma inversa à densidade de fraturas, a atribuição de um peso muito alto para a primeira tenderia a anular o efeito da segunda na análise multicritério, incorrendo em um erro na modelagem. Assim se optou por manter um alto peso para a

densidade de fraturas e se atribuir um pequeno peso para a densidade de drenagem, sendo ainda menor que o peso atribuído ao tema litologia. A subdivisão das bacias hidrográficas utilizada foi a mesma do estudo de disponibilidade hídrica superficial do Projeto Rio de Janeiro, onde as áreas das bacias foram delimitadas em função das áreas de contribuição das estações fluviométricas existentes no estado. Ao todo foram individualizadas 53 bacias que foram subdivididas em 20 classes de densidade de drenagem.

4.2 Índices de Favorabilidade para a Ocorrência de Água Subterrânea

A modelagem por análise multicritério resultou em 11 classes de favorabilidade para a ocorrência de água subterrânea no Cristalino (de 0 a 11), subdivididas em quatro classes: desfavorável (índices de 0 a 2); baixa a muito baixa (índices 3 e 4); mediana (índices 5 e 6) e alta a muito alta (índices 7 a 10), representadas no Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:500.000. No mapa se observa o forte controle do relevo, coerente com o grande peso atribuído ao tema declividade. As áreas de escarpas coincidem com os índices de menor favorabilidade, e os vales estruturais, pequenos alvéolos e as regiões de relevo mais arrasado correspondem a áreas de boa favorabilidade.

A tabela abaixo mostra as áreas relativas a cada classe e o valor percentual das mesmas em relação a área total das rochas cristalinas do estado.

Tabela 4.4 – Distribuição percentual de áreas do cristalino nas classes de favorabilidade.

Favorabilidade	Índice	Área (%)	Área acumulada	Área (km ²)
Alta a muito alta	10	0,04	0,04	14,8
	9	4,06	4,1	1.427,98
	8	22,85	26,95	8.031,63
	7	19,3	46,24	6.784,07
Mediana	6	20,21	66,46	7.105,91
	5	18,01	84,47	6.332,59
Baixa a muito baixa	4	11,24	95,71	3.951,08
	3	3,6	99,16	1.215,68
Desfavorável	2	0,75	99,92	264,46
	1	0,07	99,99	26,3
	0	0,01	100	2,1
Total		100		35.156,6

Pode-se observar que 46,25% da área cristalina do Estado do Rio de Janeiro está classificada como de favorabilidade alta a muito alta, 38,22% mediana, 14,7% baixa a muito baixa e 0,83% desfavorável.

vel. Portanto 84,47% do Cristalino está classificado como de favorabilidade acima de mediana. Deve-se ter em mente que o índice de favorabilidade é um atributo que avalia apenas os sistemas aquíferos cristalinos e que, por melhor que seja uma área cristalina, a sua favorabilidade para a ocorrência de água subterrânea é comparativamente menor que a de uma área sedimentar de boa potencialidade.

As áreas de favorabilidade foram confrontadas com os dados dos poços tubulares cadastrados, que foram classificados por faixas de vazão (Q) em m³: 0 Q<5; 5 Q<10; 10 Q<20; 20 Q<50; 50 Q<100 e Q 100. Os resultados se encontram na tabela 4.5.

Existe um total de 527 poços cadastrados na área cristalina do estado. Não estão incluídos nesta contagem os poços secos. Desse total, a grande maioria (94,78%) se concentra nas classes de favorabilidade mediana a muito alta, (34,12, mediana e 60,64%, alta a muito alta). É importante ressaltar que o universo amostral desse trabalho está muito longe da realidade, ou seja, da totalidade de poços existentes. Outro fator a ser levado em consideração é que o critério de seleção dos poços para georreferenciamento nas visitas de campo era o de que

os mesmos dispusessem de um mínimo de qualidade de informação: existência de relatórios das empresas perfuradoras ou pelo menos dos dados de vazão e profundidade. Esse fato acabou por eliminar uma quantidade significativa de poços mal sucedidos, cujos dados muitas vezes se perdem.

Por outro lado, deve-se lembrar que boa parte desses poços foram locados sem nenhuma metodologia ou pesquisa hidrogeológica, o que sugere que se o fossem talvez a incidência de poços nas classes favoráveis fosse ainda maior. Mais uma vez deve-se lembrar do forte controle do relevo na modelagem, e que qualquer perfurador, por mais leigo que seja, tenderá a locar seu poço nos fundos de vales ou em áreas rebaixadas.

Pode-se observar que na distribuição por faixas de vazão há uma grande concentração nos índices de favorabilidade de seis a oito para todas as faixas e que os dois poços cadastrados com vazão superior a 100m³ correspondem ao índice sete.

De qualquer forma, a análise da distribuição de poços por faixas de vazão nas diversas classes de favorabilidade mostrou a consistência da modelagem, uma vez que a percentagem de poços com vazão acima de 5m³ nas classes baixa a muito baixa e desfavorável é bastante pequena.

Tabela 4.4 – Distribuição de poços nas classes de favorabilidade - totais e percentuais por faixas de vazão.

Índices	n	Total %	n	0 Q<5 %	n	5 Q<10 %	n	10 Q<20 %	n	20 Q<50 %	n	50 Q<100 %	n	Q 100 %
9	31	5,90	14	5,58	11	7,00	6	5,67						
8	170	32,36	75	30,24	51	33,83	30	29,54	8	38,10	2	50,00		
7	117	22,38	57	23,08	33	22,33	21	20,62	6	30,95	1	25,00	2	100,00
6	119	22,58	58	23,50	33	21,83	23	23,20	5	22,62	1	25,00		
3	81	11,54	27	10,75	17	11,33	18	17,53	1	3,57				
4	22	4,13	14	5,58	3	2,0	3	3,35	1	4,78				
3	4	0,71	2	0,84	2	1,00								
2	2	0,40	1	0,42	1	0,67								
Total	527,00		248,00		151,00		101,00		21,00		4,00		2,00	

n = nº de poços

Q = vazão (m³/h)

5

SISTEMAS AqüÍFEROS SEDIMENTARES

As áreas sedimentares do Estado do Rio de Janeiro são bastante restritas, correspondendo às bacias de Campos e Resende, aluviões dos diversos rios existentes e às pequenas bacias como Volta Redonda e Itaboraí. No entanto, o conhecimento das propriedades dos aqüíferos desses sedimentos é ainda incipiente. O presente trabalho procurou reunir a informação existente na literatura e conjuntamente à análise dos novos dados levantados pelo Projeto Rio de Janeiro, correspondentes aos mapas geomorfológico, de coberturas inconsolidadas, aeromagnético e de lineamentos estruturais, individualizar os principais sistemas aqüíferos existentes no Estado do Rio de Janeiro. Deve-se ressaltar o caráter preliminar desse estudo, e ainda a sua escala regional. Os sistemas aqüíferos aqui identificados merecem estudos de detalhe para uma maior compreensão de suas características e potencialidades como recursos hídricos.

5.1 Metodologia

A metodologia utilizada na definição dos sistemas aqüíferos sedimentares partiu de uma extensa

revisão bibliográfica que procurou reunir o máximo de informações a respeito das características litológicas e das relações estratigráficas entre as formações. Posteriormente, a análise dos perfis de poços tubulares foi confrontada com as informações levantadas, permitindo definir os sistemas captados. Quando se dispunha de dados de teste de bombeamento foi possível definir algumas características hidrodinâmicas dos sistemas estudados.

As unidades aqüíferas foram então definidas levando em conta, principalmente, a composição litológica e a presença de sistemas de falhamento que pudessem afetar a sua geometria, individualizando assim sistemas homogêneos quanto à favorabilidade hidrogeológica.

No que se refere à representação em mapa optou-se por apresentar os sistemas aqüíferos captados, nem sempre aflorantes, em função da importância hidrogeológica. Assim é que na porção emergida da Bacia de Campos os aqüíferos associados às formações sedimentares terciárias, totalmente cobertos por sedimentos quaternários marinhos, fluviais e fluviodeltaicos estão representados, em detrimento desses últimos.

Os aquíferos superficiais ou rasos significativos dentro da escala de apresentação não foram individualizados, estando reunidos em grupos, sendo denominados segundo a origem dos sedimentos que os constituem. Só foram apresentados os sistemas que dispusessem de um mínimo de informações que justificassem a sua inclusão no mapa.

Vários dados aqui apresentados foram obtidos através de parcerias entre a CPRM e a UFRJ (Projetos MODHESTI e ACOST-RIO), e a Rede de Geotecnologia em Águas Subterrâneas – RESUB.

5.2 Aquíferos da Bacia Sedimentar de Campos

5.2.1 Introdução

A Bacia Sedimentar de Campos está localizada na região norte do Estado do Rio de Janeiro e vem sendo alvo de inúmeros estudos, motivados pela importância dos seus campos petrolíferos. Entretanto, na sua porção emersa, os estudos não evoluíram da mesma forma, e ainda hoje não existe consenso quanto a sua estratigrafia. Desde o fim do século XIX, pesquisadores como Hartt (1870), seguido por Williams (1921) e Lamego (1940-1955), entre outros, se dedicaram a estudar a Bacia Sedimentar de Campos, inclusive identificando a possibilidade da ocorrência de petróleo (Caetano, 2000). Porém, estes estudos ficaram restritos aos sedimentos quaternários que afloram na área. Somente no final de 1959, com a perfuração do poço estratigráfico 2-CST-1-RJ, pela Petrobras, na localidade de Farol de São Tomé, Município de Campos, pôde-se fazer uma avaliação concreta dessa parte da bacia. Esse poço, com a profundidade total de 2.620m, apresenta o seguinte perfil: de 0 a 22m, sedimentos quaternários; de 22 a 1.963m, sedimentos terciários; de 1.963 a 2.596m, diabásios; e de 2.596 a 2.602m, embasamento gnáissico. Estes dados mostram uma espessura de sedimentos terciários em torno de 1.940m, variando de argilas a areias, e intercalando sedimentos marinhos e continentais. A seguir serão referidos os principais trabalhos que tratam da porção emersa da Bacia de Campos.

Schaller (1973), ao descrever a estratigrafia da Bacia de Campos, refere-se aos sedimentos da sua porção oeste (porção emersa) como uma graduação das formações Campos e Emborê para aluviões continentais vermelhas, informalmente designadas de Fácies São Tomé. Observa ainda na análise do poço 2-CST-1-RJ, que as rochas basálticas possuem idade absoluta de 121 ± 6 milhões de

anos, e separam os sedimentos que lhe são sobrepostos do cristalino

Na figura 1 pode ser visto o perfil estratigráfico da Bacia de Campos, onde na parte oeste ocorrem os sedimentos da fácies São Tomé. A figura 2 mostra a seção geológica generalizada através da Bacia de Campos, mostrando o contato interdigitado das formações Campos e Emborê com a Fácies São Tomé.

Paiva (1996) em estudos realizados na região de Guaxindiba e Santa Clara, não relaciona os sedimentos a nenhuma formação geológica, referindo-se apenas à sua idade. A partir da correlação dos perfis litológicos de poços perfurados nas localidades de Grussaí, São João da Barra, Gargaú, Santa Clara e São Francisco, ele observa um mergulho das camadas para ESW, com um pequeno aumento de espessura em direção ao mar. A correlação sugere a existência de falhamento de gravidade encoberto por depósitos quaternários nas imediações de Santa Clara, evidenciado pelo posicionamento elevado do embasamento cristalino no poço de São Francisco.

Segundo o autor, o pacote terciário nessa área apresenta uma espessura da ordem de 200m, não sendo conhecido o posicionamento real e a natureza da base desses depósitos, podendo ser o próprio embasamento cristalino ou formações mais antigas da Bacia costeira de Campos. Paiva (1996) divide esses sedimentos em dois subníveis de características distintas, sendo o nível superior composto por sedimentos de origem marinha e o inferior por sedimentos continentais. O primeiro nível, de idade terciária superior, é encoberto por depósitos recentes e está posicionado aproximadamente entre 30 e 100m de profundidade. É constituído predominantemente de arenitos finos a médios, argilosos e sílticos, avermelhados, carbonáticos, com intercalações lateríticas e de argillitos ferruginosos, às vezes com presença de fragmentos de conchas.

O segundo nível corresponde à parte basal do Terciário Inferior. É constituído predominantemente por arenitos finos, médios a grossos, menos argilosos e mais quartzosos, com presença característica de feldspato potássico, predominando cores mais claras, castanho-avermelhada, bege e creme-amarelada.

O autor ainda observa que os depósitos quaternários superficiais são compostos por areias escuras, calcíferas, e argilas orgânicas, com presença freqüente de fragmentos de conchas, apresentando espessura variável, desde 20m em Santa Clara, até cerca de 40m em Grussaí.

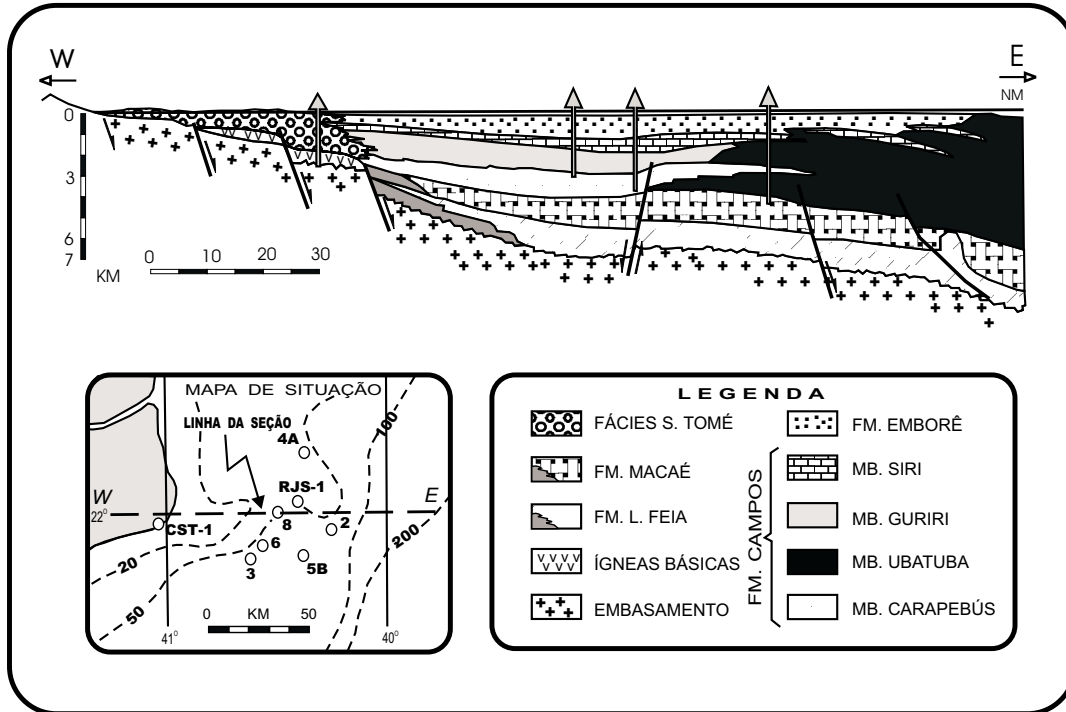


Figura 1 —Coluna estratigráfica da Bacia de Campos (Schaller, 1973).

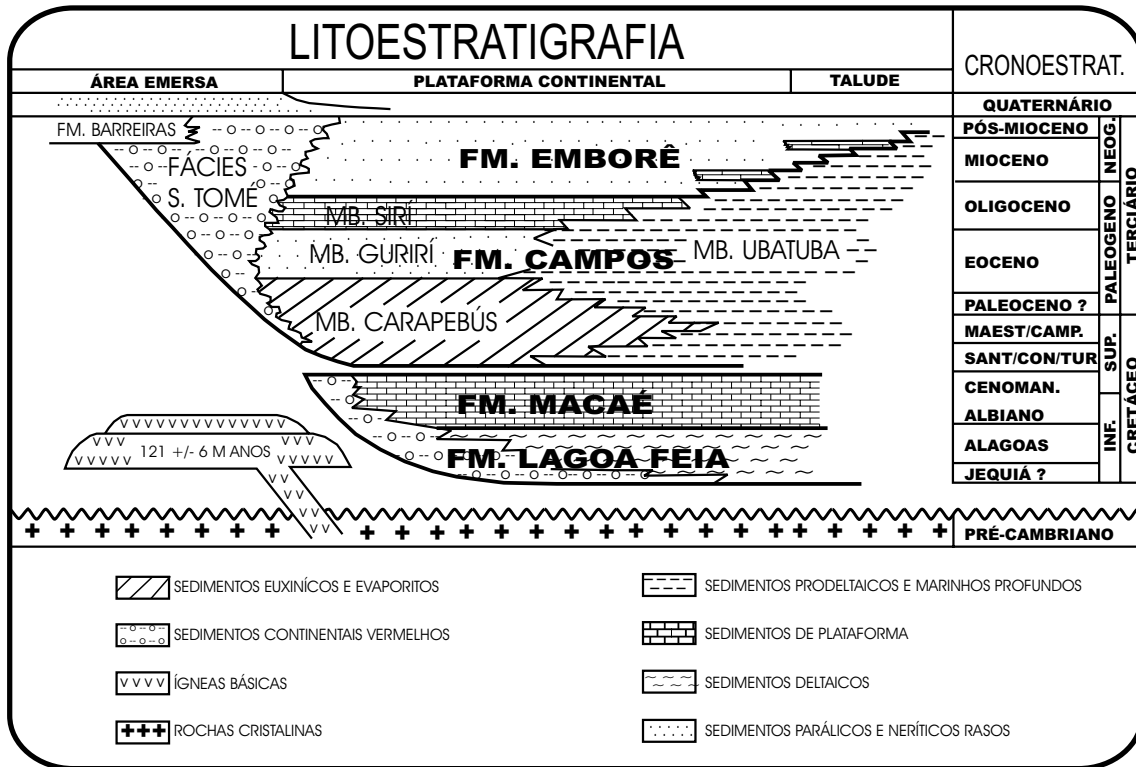


Figura 2 – Seção geológica generalizada através da Bacia de Campos (Schaller, 1973).

Caetano (2000) relaciona os sedimentos terciários da Bacia de Campos, no município de mesmo nome, às formações Barreiras e Emborê. Cita que em toda a extensão da bacia, desde o seu limite oeste até o litoral, ocorre a Formação Barreiras, estando parte desta aflorante e parte recoberta por sedimentos quaternários. Exclui apenas as regiões vizinhas ao município de Campos, na margem sul do rio Paraíba do Sul, onde ocorrem sedimentos quaternários deltaicos, e uma extensa área próxima à localidade de Farol de São Tomé, onde ocorre uma cunha da Formação Emborê. Esta interpretação está de acordo com a descrição de vários perfis de poços perfurados na região, onde se fez a mesma correlação.

A definição da estratigrafia da Bacia de Campos não faz parte no escopo desse trabalho. Porém foi necessário optar por uma nomenclatura. A presença de feições características de sedimentação marinha observadas nos poços de Santa Clara, Grussaí e outros, correspondentes à formação terciária superior descrita por Paiva (1996), parece indicar que esses sedimentos não são correlacionáveis com a Formação Barreiras. Dessa forma, optou-se por utilizar a denominação Aqüífero São Tomé para esse sistema. O Aqüífero Quaternário Deltaico definido por Caetano (1996), foi mantido, como também foi mantido o Aqüífero Terciário Emborê. Porém o primeiro foi renomeado para Aqüífero Fluviodeltaico, e o segundo para Aqüífero Emborê (?), tendo seus limites redefinidos. O uso de interrogação junto à denominação Formação Emborê se explica pelo fato de existirem questionamentos, em relação à correlação desses sedimentos com a Formação Emborê. Algumas hipóteses sugerem que os mesmos seriam variações da Fácies São Tomé, ou ainda, se trataria de sedimentos mais recentes, relacionados a ambientes fluviodeltaicos quaternários.

A evolução estrutural da Bacia de Campos é fundamental para a definição da geometria de seus depósitos. Schaller (1973) descreve um sistema binário de alinhamentos estruturais, sendo o mais proeminente com direção SW-NE e o mais suave com direção NW-SE. Além disto, cita que estes alinhamentos são regionais e afetam não só o embasamento, como também os sedimentos, indicando que são persistentes até tempos não muito remotos. Na figura 3 estão representados os principais lineamentos definidos por Schaller. Caetano (2000) também retrata a evolução estrutural da bacia, associando-a a falhamentos normais, que definem a geometria dos principais sistemas aqüíferos.

Os elementos estruturais mais proeminentes, SW-NE, moldam todo o arcabouço da porção emersa da bacia, com falhamentos normais, evoluindo no sentido leste até o baixo de São Tomé. Os lineamentos NW-SE, possivelmente, também estão associados a movimentos verticais, formando um gráben a SW da cidade de Campos. Na parte oeste desta “calha estrutural” ocorrem os sedimentos fluviodeltaicos, e a leste, a cunha descrita como Formação Emborê, localizada na região de Farol de São Tomé. Na figura 4, o perfil A-B, mostra a relação destas estruturas com a geometria dos sistemas aqüíferos.

A maioria dos limites dos sistemas aqüíferos representados no mapa foram inferidos, estando associados a lineamentos estruturais. Convém lembrar que estes pacotes sedimentares sofreram efeitos das reativações desses falhamentos.

Apesar de apresentar uma homogeneidade litológica, o Aqüífero São Tomé foi dividido em São Tomé I e São Tomé II, em função da diferença de espessuras e de algumas variações das características hidrodinâmicas.

5.2.2 Sistemas Aqüíferos

a) Aqüífero Fluviodeltaico: Localiza-se na margem direita do Rio Paraíba do Sul, a SW da cidade de Campos, ocorrendo em uma área de aproximadamente 304km². Algumas localidades são abastecidas por captações nesse sistema, como é o caso de Donana e Goytacazes. É constituído por sedimentos quaternários, aflorantes, compostos por areias e arenitos, finos a médios com matriz siltoosa e bandas argilosas. Trata-se de um aqüífero livre, com espessuras variando de 60 a 90m, sobreposto ao embasamento cristalino e sedimentos mais antigos. Caetano (2000) calcula a permeabilidade média em 91,00m/dia, a transmissividade média de 8,200m²/dia e a capacidade específica média de 90m³/h/m, levando em conta dados de quatro poços. As águas são de boa qualidade, ocasionalmente ferruginosas. Os valores de STD normalmente não ultrapassam 300mg/l, mas existem poços em Goytacazes que atingiram 1.112mg/l.

b) Aqüífero Emborê?: Localiza-se nos arredores da localidade de Farol de São Tomé, ocorrendo em uma área de aproximadamente 350km². É constituído por sedimentos não aflorantes, tidos como terciários, compostos por arenitos conchíferos variados, com feldspato; argilitos impuros e argilas orgânicas, podendo ocorrer pedaços de madeira fóssil. Encontra-se totalmente coberto por sedi-

mentos quaternários. As captações que abastecem as localidades de Farol de São Tomé e Saturnino Braga localizam-se nesse sistema. Trata-se de um aquífero confinado com espessuras de até 220m, sobreposto a sedimentos mais antigos. Caetano (2000) calcula a permeabilidade média em 0,86m/dia, a transmissividade média em 190m²/dia e a capacidade específica média 3,50m³/h/m. As águas têm boa qualidade. Os valores de STD normalmente não ultrapassam 300mg/l.

c) Aquífero São Tomé II: Localiza-se em toda a parte leste da porção emersa da Bacia de Campos, ocorrendo em uma área de aproximadamente 910km². É constituído por sedimentos não-aflorantes, terciários, compostos por arenitos avermelhados, lateríticos com argilas cálcicas, sobre arenitos consolidados argilosos. É um sistema confinado, totalmente coberto por sedimentos quaternários, com espessura de pelo menos 230m, sendo que, nas proximidades de Farol de São Tomé, pode atingir 2.000m. Esse aquífero é fortemente afetado por falhas normais, aumentando a espessura em direção à linha de costa estando sobreposto ao embasamento cristalino e sedimentos mais antigos. Vários poços são utilizados para abastecer cidades e comunidades locais, entre estas cita-se São João

da Barra, Grussaí, Santa Clara e o SESC-Grussaí. As captações deste aquífero normalmente encontram-se entre 80 e 160m de profundidade. A permeabilidade média calculada, por Caetano (2000), é de 1,4m/dia, a transmissividade média é de 110m²/dia e capacidade específica média é de 2,35m³/h/m. Ocorrem águas ferruginosas, STD entre 200 e 600mg/l.

d) Aquífero São Tomé I: Localiza-se na parte central da porção emersa da Bacia de Campos, formando uma faixa alongada no sentido NE-SW, ocorrendo em uma área de aproximadamente 380km². É constituído por sedimentos terciários, não-aflorantes, totalmente recobertos por sedimentos quaternários. Esse sistema é composto por arenitos avermelhados, lateríticos com argilas cálcicas, sobre arenitos consolidados argilosos. Trata-se de um aquífero confinado, com espessura de até 160m, sobreposto ao embasamento cristalino. Como o anterior, este aquífero também é fortemente afetado por falhas normais. A permeabilidade média estimada é de 1,5m/dia, a transmissividade média estimada é de 100m²/dia e a capacidade específica média estimada é de 0,5m³/h/m. Podem ocorrer águas ferruginosas, STD entre 500 e 1.800mg/l.

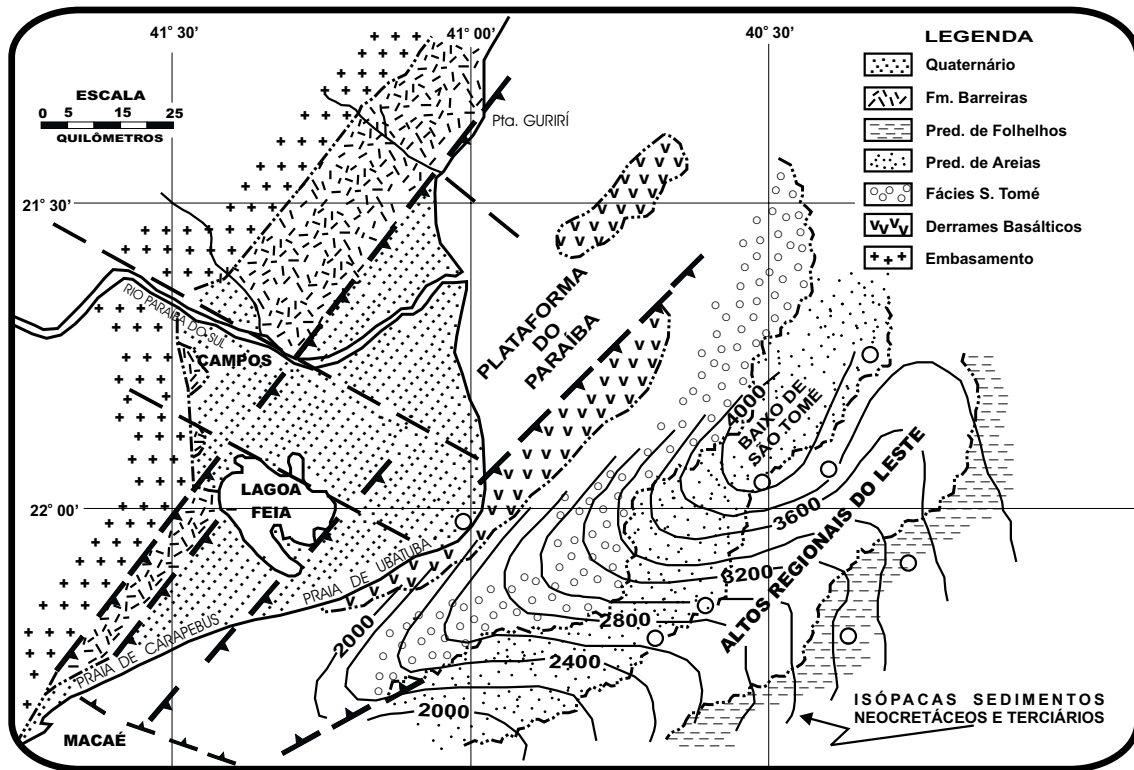


Figura 3 – Esboço estrutural e faciológico dos sedimentos neo-cretáceos/terciários da Bacia de Campos. (Schaller, 1973).

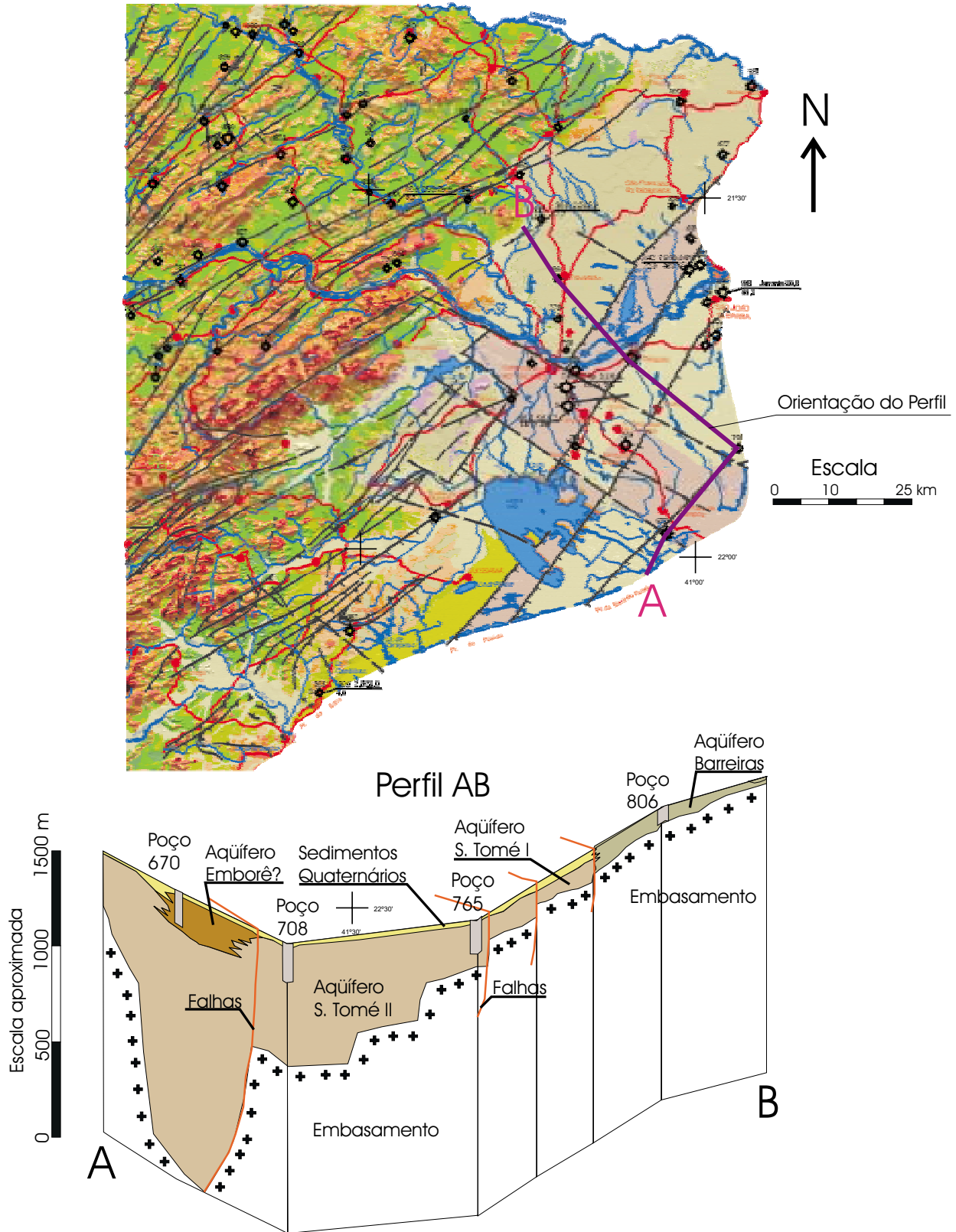


Figura 4 – Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro, com perfil.

e) Aqüífero Barreiras: Localizado na borda oeste da Bacia Sedimentar de Campos, faz contato lateral com o embasamento cristalino, ocorrendo em uma área de aproximadamente 1.630km². É constituído por sedimentos terciários, aflorantes, compostos por argilas lateríticas e areias com óxido de ferro, sobrepostos ao embasamento cristalino. O aqüífero é livre, pouco produtivo, com vazões máximas da ordem de 2m³/h e capacidade específica média de 033m³/h/m. Águas normalmente ferruginosas.

5.3 Aqüíferos da Bacia Sedimentar de Resende

5.3.1 Introdução

A Bacia Sedimentar de Resende está localizada na Região do Médio Paraíba do Sul, no extremo-oeste do Estado do Rio de Janeiro. Abrange parte dos municípios de Itatiaia, Resende, Porto Real e Quatis. A sua forma é alongada no sentido NE-SW, medindo aproximadamente 46km de comprimento e 8km de largura.

Vários pesquisadores dedicaram-se ao estudo dos sedimentos terciários da Bacia Sedimentar de Resende: Amador (1975, 1976) e Amador *et al.* (1978) (*apud* Castro, 2000) subdividiram o pacote sedimentar da Bacia de Resende a partir de critérios paleoambientais e paleoclimáticos, formalizando-o em duas unidades litoestratigráficas: Formação Resende (inferior) e Formação Floriano (superior). Posteriormente, Ramos (1997) (*apud* Castro, 2000), caracterizou a presença de três formações distintas, Formação Quatis, Formação Resende e Formação Itatiaia.

Os aqüíferos da Bacia Sedimentar de Resende são fortemente afetados por falhamentos normais. Segundo Castro (2000), diversos autores identificaram duas orientações predominantes de falhamentos gravitacionais: 1) estruturas E-NE relacionadas à abertura da bacia, caracterizadas como reativações de antigas falhas transcorrentes do Ciclo Brasileiro, desenvolvidas durante o processo de separação dos continentes africano e sul-americano. 2) falhas normais de orientação N-NE, que segundo Melo (1984 e 1985), são, aparentemente mais recentes que as primeiras, e responsáveis pelas soleiras que compartimentam internamente a bacia.

Ainda segundo Castro (2000), diversos autores vêm atestando a ocorrência de movimentações neotectônicas na região da Bacia de Resende, sendo

conflitantes quanto a origem dos esforços tectônicos (distensivos, compressivos ou ambos?). Riccomini (1989) afirma que a tectônica do “Rift Continental do Sudeste do Brasil” é caracterizada por diferentes fases e tipos de deformação que afetam tanto o preenchimento sedimentar das bacias como seu embasamento. Essas fases obedeceriam à seguinte cronologia: movimentos extensivos na direção NNW-SSE, ocorrendo ao longo do sistema de falhas ENE- e E-W; movimentos compressivos NE-SW; compressão NW-SE; e nova fase de extensão NW-SE. Salvador (1994), (*apud* Castro, 2000) afirma que estas movimentações estariam relacionadas a esforços compressivos de idade pleistocênica, e teriam orientação NW-SE, associados a uma transcorrência de direção E-W que afeta os colúvios e linhas de seixos. Segundo o autor, durante o Holoceno, a ocorrência de eventos extensionais com direção E-W seria responsável pela formação de grábens de direção N-S. As famílias de juntas conjugadas de direções ENE-WNW, que seccionam os depósitos colúviais e aluviais, seriam decorrentes de uma nova mudança de esforços, também de idade holocênica, que passaram para compressivos.

Ainda de acordo com Mello *et al.* (1999) (*apud* Castro, 2000), as feições geomorfológicas da área da Bacia de Resende e adjacências refletem o forte controle neotectônico sobre a estruturação do relevo. Como exemplo o autor cita o forte estrangulamento topográfico próximo à cidade de Resende, na região conhecida como “alto estrutural de Resende”, que divide a bacia em duas sub-bacias, e é caracterizado por lineamentos NNE e NNW.

O estudo da evolução tectônica da Bacia de Resende é fundamental para a compreensão da sua potencialidade aqüífera, pois condiciona a sua geometria, as espessuras de suas camadas e a existência de divisores de água subterrânea. A movimentação neotectônica imprime uma porosidade secundária aos seus sedimentos, aumentando ainda mais a sua capacidade de infiltração e armazenamento.

5.3.2 Sistemas Aqüíferos

a) Aqüífero Multicamadas Resende: Estende-se por toda a área da bacia, ocorrendo em uma área de aproximadamente 195km². É constituído por sedimentos terciários das formações Acácias/Floriano, Resende e Itatiaia. Está parcialmente coberto por sedimentos quaternários e apresenta intensa intercalação de sedimentos, heterogêneos, pelíti-

cos e arenosos, com extensão lateral restrita. São aquíferos confinados a semiconfinados, com espessuras variando de 8 até 220m, fortemente afetados por falhamentos normais e fraturas. Existem vários poços captando este sistema, sendo a sua maioria destinados ao uso nas indústrias da região. Segundo Castro (2000), a permeabilidade média da Formação Acácias/Floriano é de 3,5m/dia, da Formação Resende é de 1,0m/dia e da Formação Itatiaia é de 0,27m/dia, a capacidade específica média é de 0,559m³/h/m. A qualidade das águas é boa, mas dependendo do local e nível captado, podem ser ferruginosas, com até 4,2mg/l. O valor de STD normalmente varia de 90 até 400mg/l.

b) Aquíferos Aluvionares: Na Bacia Sedimentar de Resende ocorrem aquíferos rasos, associados a sedimentos quaternários de origem aluvial, que neste trabalho não foram individualizados, sendo agrupados no item 5.4.2-c, Aquíferos Alúvio-Lacustres.

5.4 Outros Sistemas Aquíferos

5.4.1 Introdução

Outros sistemas aquíferos de menor extensão ainda podem ser descritos. Possuem normalmente menor expressão, mas nem por isto são menos importantes que os ligados às bacias sedimentares de maior pujança. Alguns destes aquíferos podem atingir produtividades substanciais, sendo fundamentais para as localidades onde se encontram. Como referido anteriormente, devido principalmente à falta de informações, algumas dessas unidades foram agrupadas. Em estudos futuros, esses aquíferos devem ser avaliados individualmente, e certamente poderão viabilizar o abastecimento de áreas com carência de água.

5.4.2 Sistemas Aquíferos

a) Aquífero Terciário Volta Redonda: Localizado nos arredores da cidade de mesmo nome, ocorre em uma área de aproximadamente 8km². Está associado a sedimentos da Bacia Sedimentar de Volta Redonda, compostos por areias e argilas, fortemente intercaladas, com presença de lateritas, sobrepostas ao embasamento cristalino. Estão parcialmente recobertos por sedimentos mais recentes. Os aquíferos são livres a semi-confinados, com espessuras entre 10 e 30m, baixa produtividade, menor que 1m³/h. Os poços localizados nesta área,

normalmente ultrapassam os sedimentos, tendo captações mistas, aquífero sedimentar/fissural, ou captando unicamente o sistema aquífero fissural subjacente. A qualidade química das águas é regular, ocorrendo a presença de ferro nas águas.

b) Aquífero Macacu: Localizado na parte sul da Bacia Hidrográfica do Rio Macacu, se estende por aproximadamente 110km². Está associado a sedimentos terciários compostos por argilas arenosas, areias finas e siltes variados, fortemente intercalados, sobrepostos ao embasamento cristalino. Estão parcialmente recobertos por sedimentos mais recentes. O aquífero é livre a semiconfinado, com espessura de pelo menos 40m, sendo pouco produtivo. Os poços construídos nesta área, normalmente ultrapassam os sedimentos, tendo captações mistas, aquífero sedimentar/fissural, ou captando unicamente o sistema aquífero fissural subjacente. As vazões máximas são na ordem de 1,5m³/h e a capacidade específica média de 0,06m³/h/m.

c) Aquíferos Alúvio-Lacustres: Nesta unidade foram agrupados vários aquíferos. Existem muito poucas informações sobre estes sistemas que normalmente são muito mal aproveitados. Ocorrem espalhados por toda a área do Estado do Rio de Janeiro, em uma extensão de aproximadamente 3.700km². Os sedimentos podem apresentar localmente variações, mas normalmente são compostos por intercalações de areias e argilas, com matéria orgânica e intensa variação composicional. Os aquíferos são livres, sobrepostos tanto ao embasamento cristalino quanto a sedimentos mais antigos. Apresentam espessuras em torno de 20m e possuem importância hidrogeológica local. Alguns desses aquíferos podem atingir espessuras da ordem de 100m, possivelmente associados a pequenos grábens, o que lhes confere uma potencialidade maior, com vazões superiores a 10m³/h. Este é o caso das aluviões dos rios Macacu, Guandu, Guapiaçu, Macaé e Iguaçu. As captações geralmente são feitas por poços rasos, cacimbas ou poços escavados com ponteiros, exceto nos locais de maior espessura, onde existem poços tubulares totalmente construídos em formações sedimentares. Capucci (informação oral), citou estudos realizados pela CEDAE nas aluviões do rio Macacu e a existência de poços nas aluviões do rio Iguaçu, que corroboram estas informações, indicando o alto potencial desses aquíferos. As águas são normalmente de boa qualidade, a levemente ferruginosas.

d) Aquíferos Cordões, Restingas e Terraços Litorâneos: Localizam-se na região costeira do Estado

do Rio de Janeiro, ocorrendo em uma extensão de 560km². Os sedimentos são compostos por areias razoavelmente selecionadas, com matriz siltica a argilosa, granulometria fina a grossa. Os aquíferos são livres, rasos e normalmente salinizados, com aproveitamento restrito. As captações, normalmente, são feitas por poços rasos, aproveitando os primeiros níveis de água, que podem ser potáveis. As águas destes sistemas são utilizadas normalmente para o abastecimento residencial, como no caso de

Piratininga, na região oceânica de Niterói, objeto de estudos realizados por Lowsby (2000).

e) Argilas Orgânicas Costeiras: Localizam-se nas regiões costeiras do Estado do Rio de Janeiro, ocorrendo em uma extensão de 290km². Os sedimentos são argilosos ricos em matéria orgânica, restritos a ambientes de manguezais. As águas são fortemente salinizadas com altos teores de ferro e cloretos, sem condições para utilização da água subterrânea.

6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro corresponde a uma primeira tentativa de caracterizar o potencial hidrogeológico do estado. O uso de geoprocessamento para identificar áreas de favorabilidade à ocorrência de água subterrânea não constitui propriamente uma novidade, porém a sua aplicação em um estudo de escala regional é pioneira. A modelagem necessita ainda de diversos ajustes e melhoramentos, principalmente no que se refere à entrada de dados primários. Esse é o caso do tema “Densidade de Fraturas”, onde foram utilizados indiscriminadamente todos os sistemas de fraturas existentes, ao invés de se utilizar apenas os sistemas distensivos, cujas fraturas abertas constituem o meio propriamente dito de circulação das águas nas rochas cristalinas. Na composição desse tema não entrou também o parâmetro de interseção de juntas, fundamental para se tentar quantificar a interconectividade dos sistemas de fraturas.

Outro tema que merece uma revisão é o de “Densidade de Drenagem”. A delimitação das áreas das bacias foi feita em função das áreas de contribuição de estações fluviométricas existentes, quando o mais correto teria sido tentar individualizar cada microbacia na escala de trabalho (1:250.000). Como existe um forte controle estrutural da drena-

gem no Estado do Rio de Janeiro, a densidade calculada tende a repetir o dado de densidade de fraturas. Esse fato dificultou a modelagem, uma vez que os dois temas pesam de maneira oposta na análise multicritério, uma vez que quanto maior a densidade de fraturas mais favorável o terreno para a água subterrânea, e inversamente, quanto maior a densidade de drenagem, menos favorável o terreno. Assim optou-se por dar um peso maior à densidade de fraturas pelo fato de ter sido gerada a partir de um *grid* de 2km², tendo assim uma maior homogeneidade.

O resultado da modelagem mostrou que 84,5% da área cristalina do Estado do Rio de Janeiro está classificada como de favorabilidade acima de mediana. Esse resultado é consistente com o fato de que o Cristalino no estado possui todas as condições ótimas para a ocorrência de água subterrânea, como um alto índice de fraturamento e uma espessa cobertura de solos. A análise desse mapa deve sempre ser feita em conjunto com a do Mapa de Isoietas, uma vez que áreas de mesma favorabilidade podem ter características diferentes em função de um maior ou menor índice pluviométrico.

Alguns dos sistemas aquíferos sedimentares do Estado do Rio de Janeiro tem potencialidades muito altas. Este é o caso do Aquífero Fluviodeltaico, na

Bacia Sedimentar de Campos, nos arredores da cidade de mesmo nome. A vazão dos poços construídos nesse sistema pode ultrapassar a ordem de 200.000l/h, com rebaixamentos de um a dois metros (segundo informações da CEDAE). As águas são de muito boa qualidade, dispensando tratamentos posteriores complexos. Por se tratar de um manancial extremamente importante, a gestão deste aquífero deve ser feita com muito cuidado, principalmente no que se refere à sua proteção e conservação. De um modo geral, toda a área da Bacia Sedimentar de Campos apresenta uma alta favorabilidade à utilização de água subterrânea, com exceção da área onde ocorre o Aquífero Barreiras.

Outra área de grande importância, está localizada na Bacia Sedimentar de Resende, onde ocorre o Aquífero Multicamadas Resende. A produtividade desse sistema é alta, atingindo vazões da ordem de 30.000 a 50.000l/h, variando de acordo com o local. A qualidade das águas é boa, dispensando siste-

mas complexos de tratamento na maioria dos casos.

Alguns dos sistemas aquíferos, associados a sedimentos aluvionares, podem ter altas produtividades. Vale ressaltar as aluviões dos rios Macacu, Guapiaçu, Guandu, Macaé e Iguaçu, onde podem ocorrer pequenos grábens, entulhados de sedimentos arenosos, formando aquíferos pouco extensos, mas muito promissores. Nessas áreas, também é importante a execução de estudos técnicos e implantação de políticas que garantam a gestão racional dos recursos, visando a proteção e preservação do manancial subterrâneo.

Os demais aquíferos sedimentares do Estado do Rio de Janeiro têm expressão local, com uso restrito, mas sempre apresentando uma alta vulnerabilidade. Aconselha-se que estudos mais detalhados sejam realizados, para identificação desses sistemas, que podem ter uma importância maior do que a descrita até o momento.

BIBLIOGRAFIA

- CAETANO, L. C. *Água subterrânea no município de Campos dos Goytacazes (RJ): uma opção para o abastecimento*. Campinas, 2000. 163 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas.
- CASTRO, F. G. de. *Caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica da bacia sedimentar de Resende - RJ*. Rio de Janeiro, 2000. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- FRANÇA, H. P. M. de. *Estudo hidrogeológico para o abastecimento de Santa Clara, São Francisco de Paula e Guaxindiba no litoral norte do estado do Rio de Janeiro*. São Paulo, GEOPLAN / CEDAE, 1996. 100 p. Anexos.
- FREITAS, M. A. de. *Determinação do potencial hidrogeológico de rochas cristalinas através de técnicas de geoprocessamento*. In: I CONGRESSO MUNDIAL INTEGRADO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – ABAS/ ALHSUD Fortaleza, 2000.
- KRISHNAMURTHY, J.; VENKATESA Kumar, N.; JAYARAMAN, V. & MANIVEL, M. 1996, *An approach to demarcate ground water potencial zones through remote sensing and a geographical information system*. *Journal of Remote Sensing*, v. 17, 18 p.
- LANGÉVIN, C.; PERNEL, F.; POINTET, T. Et al. 1991, *Aide à la décision en matière de prospection hydrogéologique – L'analyse multicritère au service de l'évaluation du potentiel aquifère, en milieu fissuré (granite de Huelgoat, Finistère, France)*. *Hydrogéologie*, nº1, 64 p. p. 51-64,.
- LOWSBY, M. G. *Estudo da intrusão salina no aquífero costeiro de Piratininga, região oceânica do município de Niterói - RJ*. Rio de Janeiro, 2000. 125 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SCHALLER, H. *Estratigrafia da Bacia de Campos*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracaju, 1973. *Anais...* Aracaju: SBG, 1973, v. 3, 427p. p.247-258.
- NOGUEIRA F, J. e SOARES, P. C. *Análise da distribuição da água subterrânea em Curitiba através de geoprocessamento*. In: GIS Brasil, Curitiba, 1996, *Anais...* 12 p., p.261-272.

ANEXOS

PROJETO RIO DE JANEIRO

MAPA DE FAVORABILIDADE HIDROGEOLÓGICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

ESCALA 1:500.000
2001

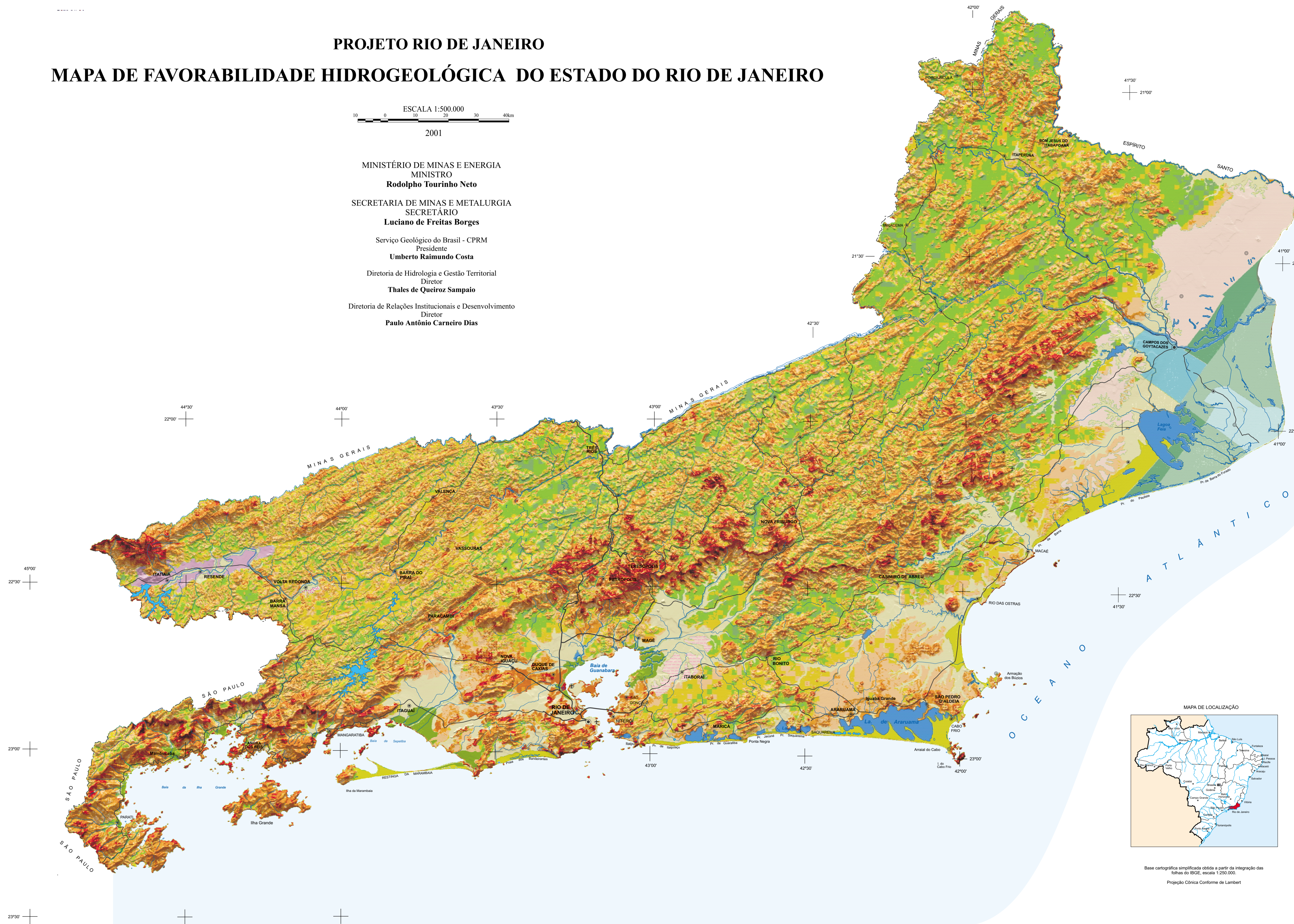
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MINISTRO
Rodolpho Tourinho Neto

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
SECRETÁRIO
Luciano de Freitas Borges

Serviço Geológico do Brasil - CPRM
Presidente
Umberto Raimundo Costa

Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial
Diretor
Thales de Queiroz Sampaio

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento
Diretor
Paulo Antônio Carneiro Dias



SISTEMAS AQUIFEROS SEDIMENTARES

Flúvio - Deltaico: Areias e arenitos, finos a médios com matriz silteosa e bandas argilosas. Aquíferos livres, com espessuras variando de 60 a 90m, sobrepostos ao embasamento cristalino e sedimentos mais antigos. Constitui um dos melhores aquíferos do Estado do Rio de Janeiro. Permeabilidade 91,00m/dia, transmissividade média 8200m ² /dia, capacidade específica média 90m ³ /hm. Águas de boa qualidade, ocasionalmente ferruginosas.
Formação Emboré? Arenitos conchíferos variados, com feldspato, argilitos impuros e argilas orgânicas. Totalmente coberto por sedimentos quaternários. Aquíferos confinados com espessuras de até 220m, sobre sedimentos mais antigos. Permeabilidade 0,86m/dia, transmissividade média 190m ² /dia, e capacidade específica média 3,50m ³ /hm. Águas de boa qualidade.
Formação São Tomé II: Arenitos avermelhados, lateríticos com argilas cálcicas, sobre arenitos consolidados argilosos. Totalmente recobertos por sedimentos quaternários. Aquíferos confinados, com espessuras de pelo menos 230m, sobrepostos ao embasamento cristalino e sedimentos mais antigos. Fortemente afetado por falhas normais. Permeabilidade 0,60m/dia, transmissividade média 1,30m ² /dia, e capacidade específica média 1,93m ³ /hm. Ocorrem águas ferruginosas, TDS entre 200 e 500mg/l.
Formação São Tomé I: Arenitos avermelhados, lateríticos com argilas cálcicas, sobre arenitos consolidados argilosos. Totalmente recobertos por sedimentos quaternários. Aquíferos confinados, com espessuras de até 160m, sobrepostos ao embasamento cristalino. Fortemente afetado por falhas normais. Permeabilidade 3,70m/dia, transmissividade média 590m ² /dia, e capacidade específica média 3,00m ³ /hm. Podem ocorrer águas ferruginosas, TDS entre 500 e 1800mg/l.
Multi-camadas Resende: Sedimentos heterogêneos, forte intercalação de pelitos com sedimentos arenosos, com extensão lateral restrita. Aquíferos confinados a semi-confinados, espessuras variando até 270m, fortemente afetado por falhas normais e fraturas. Fm. Acácia/Floresta: permeabilidade 3,5m/dia, Fm. Resende: permeabilidade 1,0m/dia, Fm. Itatiaia: permeabilidade de 0,27m/dia, capacidade específica média 0,559m ³ /hm. Águas podem ser ferruginosas, até 4,2mg/l, TDS de 90 a 400mg/l.
Terciário Volta Redonda: Areias e argilas, fortemente intercaladas, com presença de lateritas, sobrepostas ao embasamento cristalino. Aquíferos livres a semi-confinados, com espessuras entre 10 e 30m, baixa produtividade, menor que 1m ³ /h. Pode ocorrer presença de ferro nas águas.
Formação Barreiras: Argilas lateríticas, e areias com óxido de ferro, sobrepostas ao embasamento cristalino. Aquíferos livres, pouco produtivos, vazões máximas na ordem de 2m ³ /h e capacidade específica média de 0,33m ³ /hm. Águas normalmente ferruginosas.
Formação Macacu: Argilas arenosas, areias finas e siltes variados, com intensa intercalação, sobrepostas ao embasamento cristalino. Aquíferos livres a semi-confinados, com espessura de pelo menos 40m, pouco produtivos. Vazões máximas na ordem de 1,5m ³ /h e capacidade específica média de 0,06m ³ /hm.
Alúvio-Lacustre: Areias e argilas intercaladas com matéria orgânica, intensa variação composicional. Aquíferos livres, sobrepostos tanto ao embasamento cristalino quanto a sedimentos mais antigos. Espessuras em torno de 20m, com importância hidrogeológica local. Podem atingir localmente espessuras da ordem de 100m, como nos alúvios dos rios Macacu, Guandu, Guapiraçu, Macaé e Iguaçu tendo um maior potencial, vazões superiores a 10m ³ /h. Água normalmente de boa qualidade e levemente ferruginosa.
Cordões, Restingas e Terraços Litorâneos: Areias razoavelmente selecionadas, com matriz silteosa a argilosa, granulometria fina a grossa. Aquíferos livres, raras e normalmente salinizadas. Aproveitamento restrito.
Argilas Orgânicas Costeiras: Sedimentos argilosos ricos em matéria orgânica, restritos a ambientes de manguezais. Águas salinas com altos teores de ferro e cromo, sem condições para utilização da água subterrânea.

SISTEMA AQUIFERO CRISTALINO

FAVORABILIDADE	VAZÕES ESTIMADAS	RELEVO	SÓLOS
Alta a muito alta	Vazões maiores que 5m ³ /h. Podem atingir valores da ordem de 60m ³ /h em alguns locais.	Rebaixado com ondulações suaves. Planícies aluviais.	Geralmente espessos e muito permeáveis.
Mediana	Vazões variando entre 1 e 5m ³ /h.	Moderadamente ondulado (Talvegues nas áreas serranas).	Localmente espessos e de permeabilidade média e elevada.
Baixa	Vazões menores que 1m ³ /h.	Fortemente ondulado (Encostas).	Pouco espessos. Localmente ausentes.
Desfavorável		Escarpas.	Pouco espessos. Normalmente ausentes.



Autores:
Ana Beatriz da Cunha Barreto
André Luiz Mussel Monsores
Antônio de Souza Leal
Jorge Pimentel

Colaboradores:
Ricardo Moacyr Vasconcellos
Patrícia Durigan Jacques
Egmont Bastos Capucci

Coordenação:
Cássio Roberto da Silva
Antonio Ivo de Menezes Medina

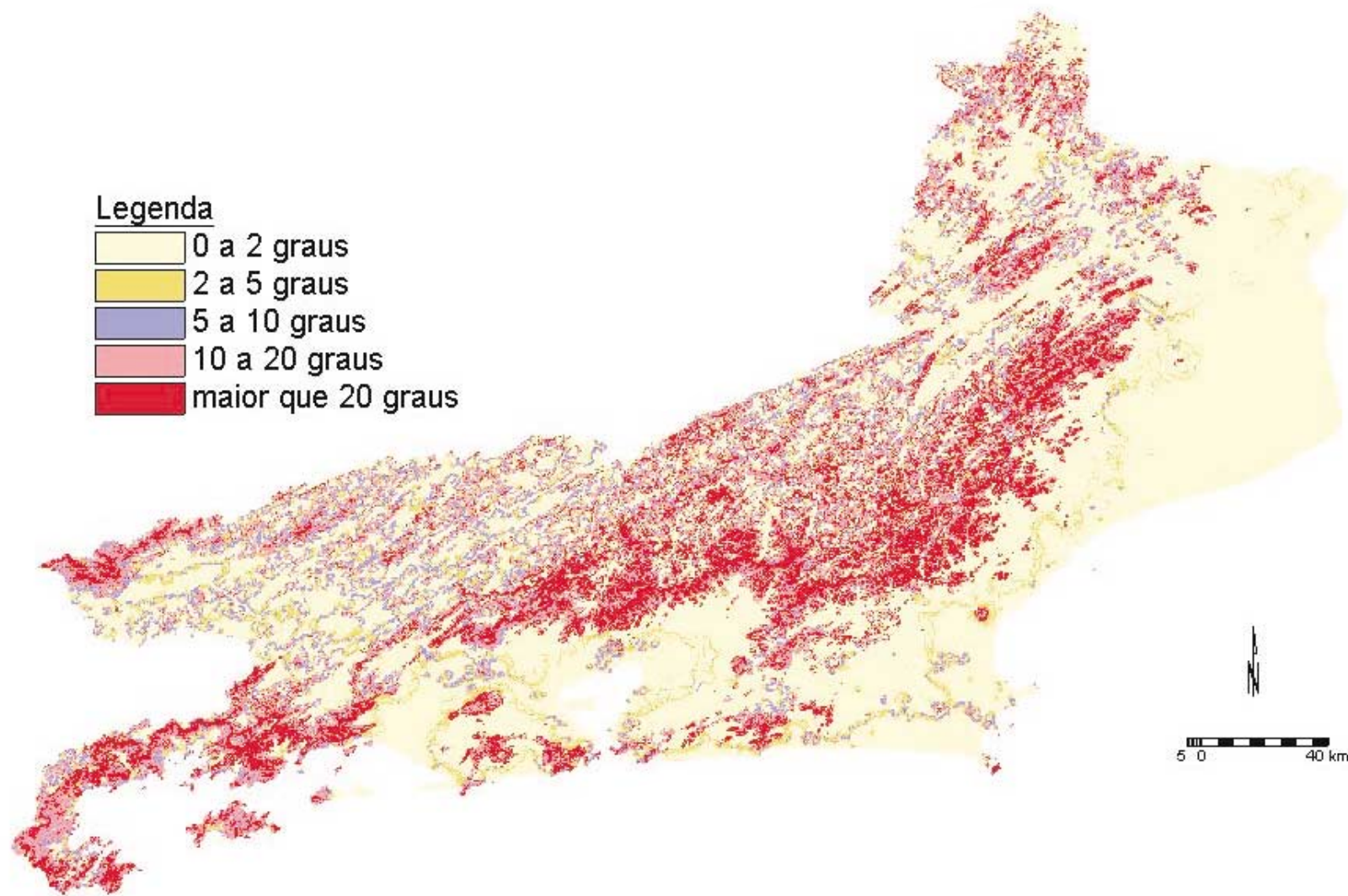
O Projeto Rio de Janeiro consiste em estudos multitemáticos de meio físico realizados através do Programa Informações para Gestão Territorial - GATE, da Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial do Serviço Geológico do Brasil - CPRM, em parceria com a EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, DRM-RJ - Departamento de Recursos Minerais, CIDE - Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro, SERLA - Superintendência Estadual de Rios e Lagos, CEDNE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos, EMOP - Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro, PUC-RJ - Pontifícia Universidade Católica, UFF - Universidade Federal Fluminense, UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UFRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica, RESUB - Rede de Geotecnologia em Águas Subterrâneas e INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Os estudos foram integrados e representados no Mapa Geoespacial, produto básico para o desenvolvimento sustentável do Estado do Rio de Janeiro.

Geoprocessamento:
Divisão de Geoprocessamento - DIGEOP / Departamento de Informações Institucionais - DEINF
Chefe da DIGEOP: Paulo Cesar de Azevedo Branco
Digitalização do Tema: Vitorino Silva Bastardo, Fábio Rodrigo Ferreira Romero, Carlos Alberto Santos
Digitalização da Hipsometria: Fábio Braga Nunes Coelho e Marco Aurélio de Almeida Lima

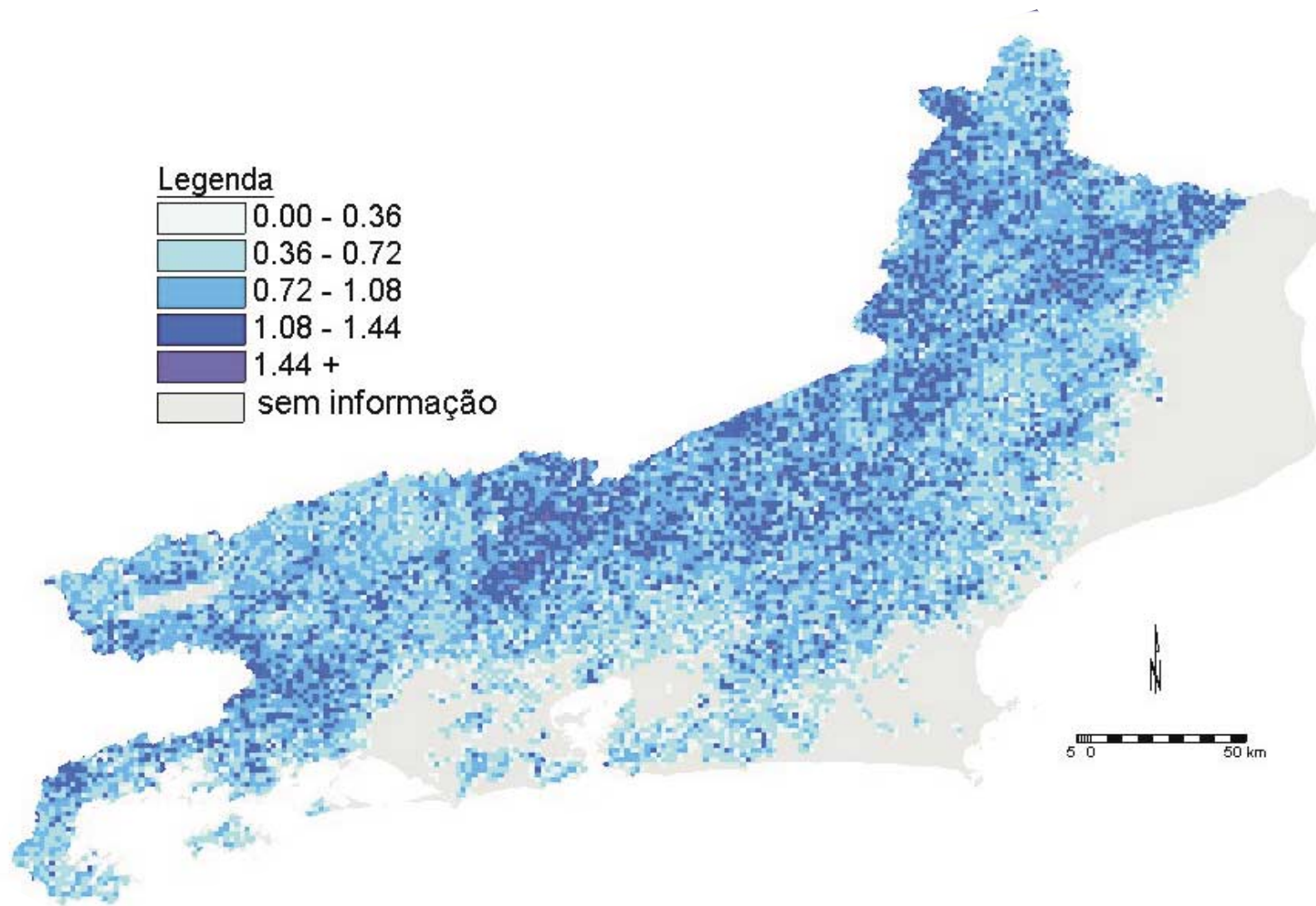
Editoração Cartográfica:
Divisão de Cartografia - DICART / Departamento de Apoio Técnico - DEPAT
Chefe da DICART: Paulo Roberto Macedo Bastos
Editoração: Wilheim Petter de Freire Bernard, Maria Luiza Pouchinho

Base cartográfica simplificada obtida a partir da integração das folhas do IBGE, escala 1:250.000.
Projeção Cônica Conforme de Lambert

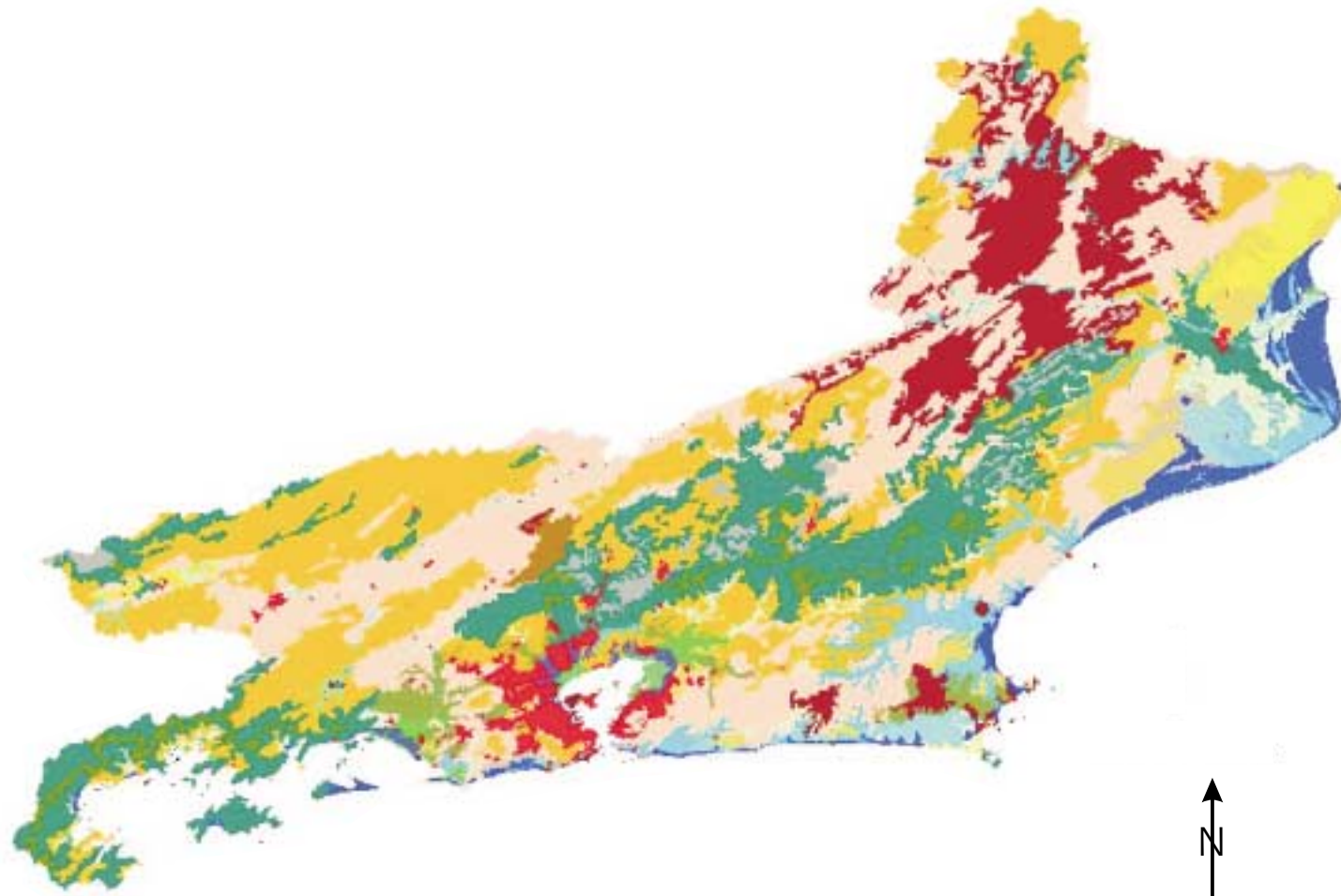




MAPA DE DECLIVIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



MAPA DE DENSIDADE DE FRATURAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



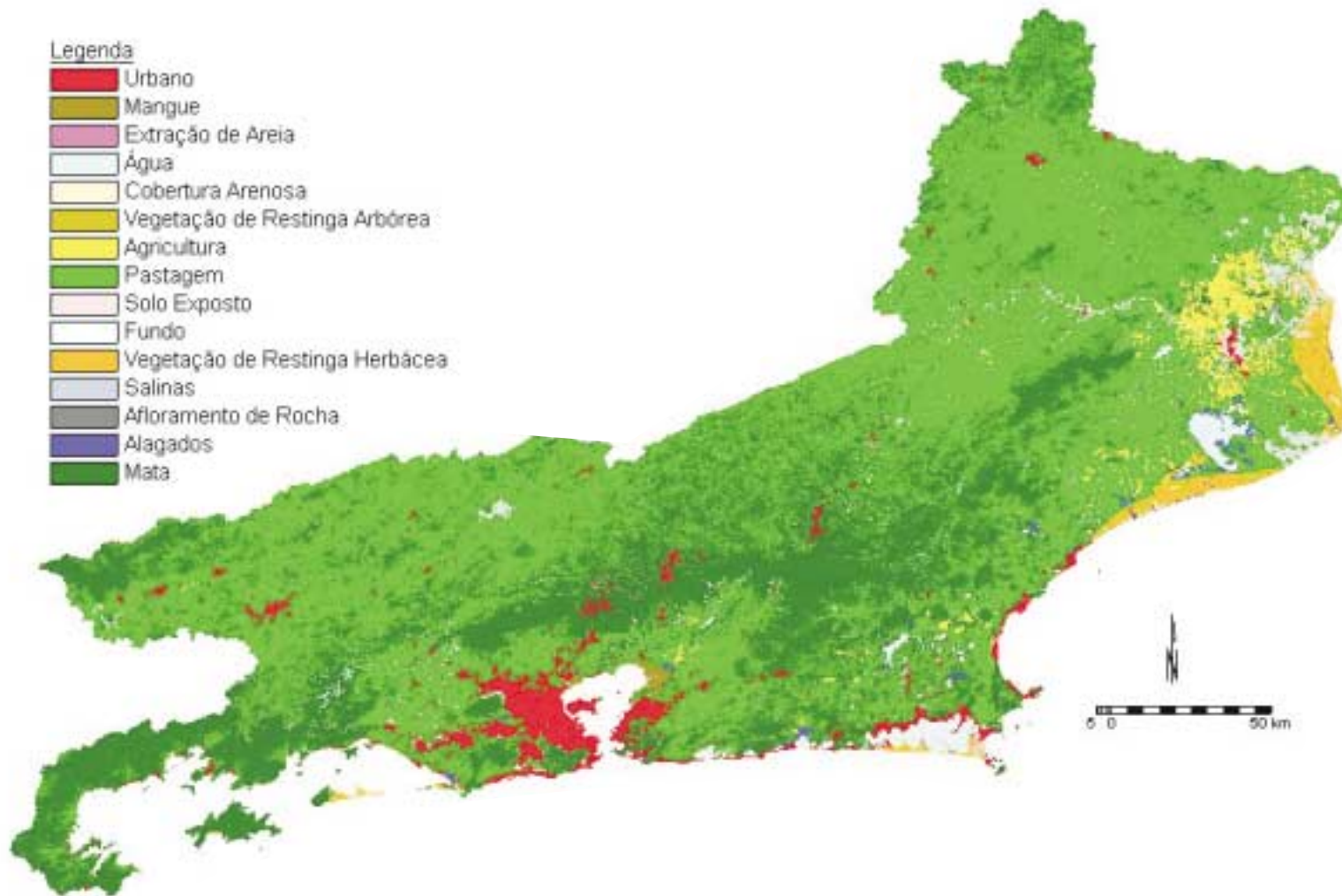
LEGENDA

- Aluvial
- Corpos d'Água
- Afloramentos de Rocha
- Aterros
- Brunizém Vermelho
- Cambissolo
- Dunas
- Gleí Húmico
- Gleí Húmico Tiomórfico
- Gleí Pouco Húmico
- Podzol
- Ilhas
- Latossolo Amarelo
- Latossolo Vermelho Escuro
- Latossolo Vermelho
- Solos Orgânicos
- Podzólico Amarelo
- Podzólico Vermelho Escuro
- Planossolo
- Podzólico Vermelho
- Solos Litólicos
- Salinas
- Mangues
- Urbano

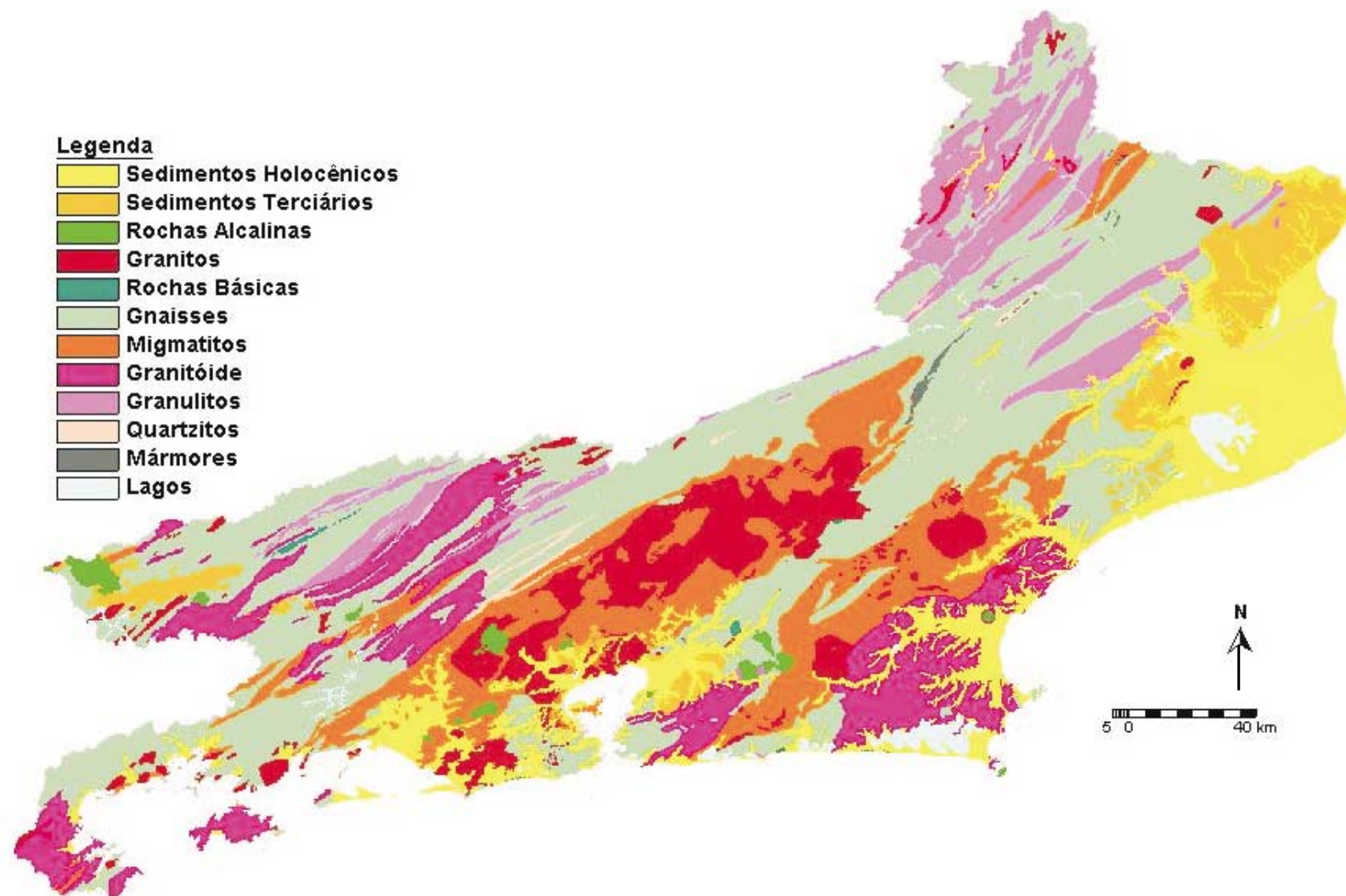
5 0 40



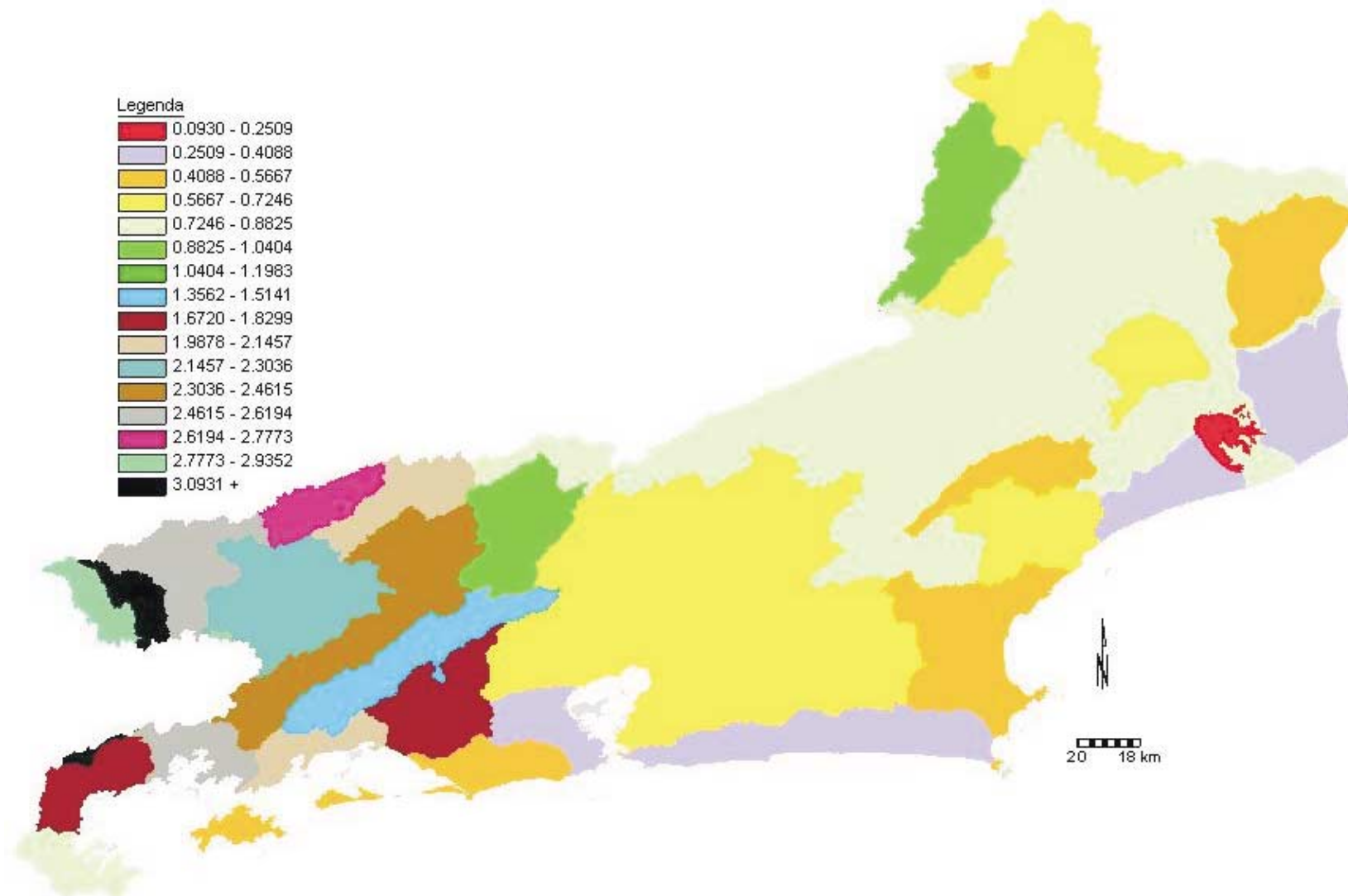
MAPA DE SOLOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



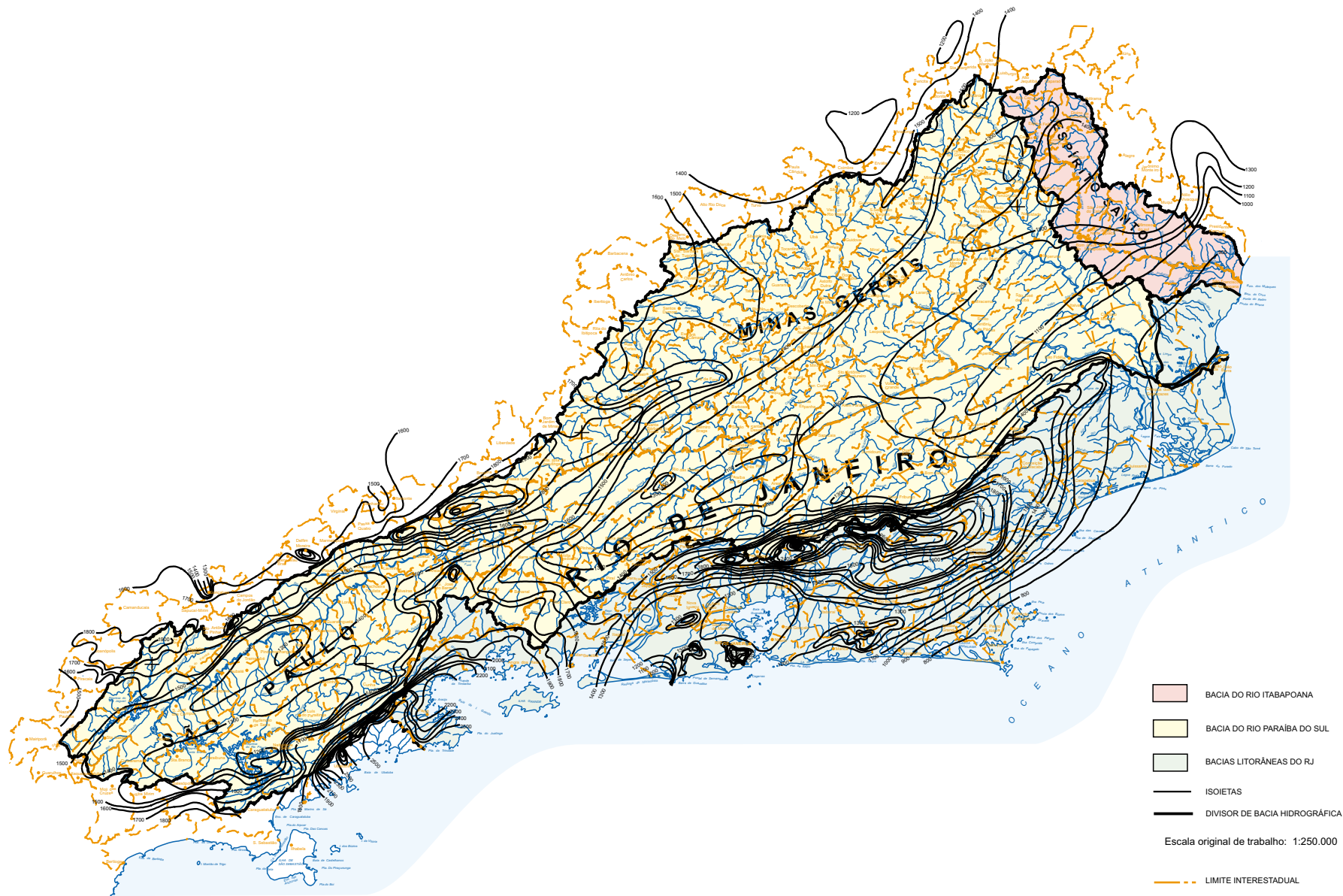
MAPA DE USO E COBERTURA DO SOLO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



MAPA LITOLÓGICO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



MAPA DE DENSIDADE DE DRENAGEM DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



MAPA DE ISOIETAS TOTAIS ANUAIS

- BACIA DO RIO ITABAPOANA
 - BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL
 - BACIAS LITORÂNEAS DO RJ
 - ISOIETAS
 - DIVISOR DE BACIA HIDROGRÁFICA
- Escala original de trabalho: 1:250.000
- LIMITE INTERESTADUAL
 - LIMITE MUNICIPAL (1997) IBGE
 - SEDE MUNICIPAL
 - CURSO DE ÁGUA
 - LAGOA, LAGO

Anexo III - Inventário de Pontos d'Água

Ponto	Munic.	Local	Latitude Decimal	Longitude Decimal	Aquífero	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	s' (m)	Q/s (m³/h/m)	pH	STD (mg/l)
3	ANG-7	Estrada do Contorno, 3.500 - P02	-23,647	-44,347	Res./Frat.	50,0	5,0	42,0	0,7	37,0	0,02		
5	ANG-28	Estrada do Contorno, 2.200	-23,313	-44,338		72,0	5,3	51,6	7,0	46,3	0,15		
9	RJ-106	Av. das Américas, 19.019 - Recreio dos Bandeirantes	-23,020	-43,486	Granular/Res.	40,0	4,0	9,0	7,2	5,0	1,44		
10	ANG-18	Praia da Biscaia / Tartaruga	-23,925	-44,280		108,0			1,1	0,0			
11	ANG-11	Rua 22 Mambucaba E/F N 3.380, Perequê	-23,883	-44,534		60,0			12,0				
13	ANG-12	Cond Faz. Monbaça - Rodovia Rio-Santos	-23,850	-44,287			7,0	38,0	12,0	31,0	0,39		
14	ANG-31	Av. Marquês de Leão	-23,787	-44,330		100,0	19,0	45,0	12,0	26,0	0,46	7,6	
26	RJ-33	Av. Sernambetiba, 3.712 - Barra da Tijuca	-23,007	-43,335	Sedimento	22,0	1,5	8,0	2,5	6,5	0,38		
38	RJ-128	Av. Américas, 900 - Barra da Tijuca	-23,001	-43,323		20,0			104,0				
42	ANG-26		-23,882	-44,301		74,0	15,3	42,4	1,6	27,1	0,06		
44	RJ-25	R. Raul Pitanga, 100 - Barra da Tijuca	-22,984	-43,301	Fraturado	32,0	5,5	15,0	5,0	9,5	0,53		
50	RJ-22	Estrada do Morgado, Lt7 - Vargem Grande	-22,976	-43,505	Fraturado	50,0	4,0	35,0	3,0	31,0	0,10		
54	RJ-52	Vargem Grande - Jacarepaguá	-22,966	-43,492	Res./Frat.	51,0	1,0	20,0	9,6	19,0	0,51		
59	NIT-19	Estrada de Itaipu, 661 - Itaipu	-22,959	-43,027	Fraturado	80,0	9,0	26,0	20,0	17,0	1,18		
63	ANG-4	Baía da Ribeira	-23,398	-44,331	Res./Frat.	50,2	0,9	30,0	8,5	29,1	0,29		
74	RJ-145	Rua Geminiano de Góes, 170 - Jacarepaguá	-22,938	-43,335		120,0			5,0				
76	NIT-42	Creche Municipal Olga B. Prestes	-22,934	-43,008	Fraturado	166,0	2,6	52,0	4,7	49,4	0,09		
79	RJ-59	R. Macapá, 273 - Santa Cruz	-22,930	-43,695	Res./Frat.	60,0	3,0	28,0	13,0	25,0	0,52		
80	RJ-62	Estrada do Tindiba, 979 - Taquara	-22,929	-43,364	Res./Frat.	40,0	2,5	32,0	0,6	29,5	0,02		
81	TANG-06		-22,012	-42,804		150,0	5,0	56,0	0,7	51,0	0,01		
83	RJ-06	Campo Grande	-22,925	-43,560		60,0			7,5				
87	NIT-17	Estrada Celso Peçanha, 8.001 - Itaipu	-22,920	-43,052	Fraturado	50,0	8,0	22,0	4,5	14,0	0,32		
89	ITAG-17	Ilha da Madeira	-22,917	-43,833	Misto	121,0	5,0	66,0	0,7	61,0	0,01	7,4	85
90	NIT-46	Escola Municipal Várzea das Moças	-22,914	-42,982	Sedimento	120,0	80,0	105,4	2,8	25,4	0,11		
94	RJ-87	R. Coronel Agostinho, 80/94 - Campo Grande	-22,904	-43,560	Res./Frat.	80,0	3,0	32,0	5,7	29,0	0,20		
95	NIT-13	R. Tiradentes, 111	-22,901	-43,124	Fraturado	50,0	4,0	32,0	3,0	28,0	0,11	7,2	
101	RJ-110	Rua Tamarana	-22,892	-43,603		82,0			3,0				
102	CFRI-01	Av. Ministro Gama Filho, 27	-22,890	-42,029	Sedimento	48,0	4,0	9,0	5,5	5,0	1,10		
103	ITAG-36	Chaperó	-22,883	-43,700	Misto	120,0	3,0	30,0	5,3	27,0	0,20	7,8	
104	RJ-100	Av. Brasil, 51.100 - Campo Grande	-22,883	-43,633	Res./Frat.	200,0	7,0	73,0	6,8	66,0	0,10		
107	ARAR-01	Av. James Mend. Clark, 1.000 - Pontinha	-22,873	-42,315	Fraturado	36,0	13,0	19,0	2,0	6,0	0,33		
108	RJ-61	Av. Brasil, 44.228 - Campo Grande	-22,867	-43,576	Res./Frat.	124,0	4,0	38,0	1,5	34,0	0,04		
110	ITAG-30		-22,867	-43,783	Sedimento	30,0	5,0	20,0	2,7	15,0	0,18	6,4	

Anexo III - Inventário de Pontos d'Água

Ponto	Munic.	Local	Latitude Decimal	Longitude Decimal	Aquífero	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	s' (m)	Q/s (m³/h/m)	pH	STD (mg/l)
111	CFRI-03	Estrada do Jacaré, 282 - Jacaré	-22,866	-42,017		34,5			3,2				
114	IGUA-01		-22,836	-42,214		200,0			0,9				
116	Buz-01	Cond. Caravelas	-22,799	-41,968		56,0			4,6				
126	DUQ-41		-22,777	-43,307		49,0	4,0	70,0	3,2	66,0	0,05		
130	QUE-11	Estrada Rio - São Paulo, km 21,5	-22,767	-43,450		133,0	26,0	1,5	8,3	-24,5			
134	Tang-05		-22,749	-42,805		65,0	5,0	45,0	1,3	40,0	0,03		
137	Buz-04	Marina Porto de Búzios	-22,748	-41,956		12,0	2,0	6,0	3,4	4,0	0,86		
139	QUE-12	Rodovia Presidente Dutra, km 30	-22,733	-43,583		65,0	0,5	64,8	7,0	64,3	0,11		
142	DUQ-36		-22,727	-43,309	Misto	60,4	0,0	25,0	18,0	25,0	0,72		
143	RC-04	Residência ao lado do hospital	-22,725	-44,127		71,0	23,1	40,7	4,6	17,6	0,26		
146	DUQ-24		-22,720	-43,337	Sedimento	12,1	1,0	5,2	0,6	4,2	0,15		
148	ITAG-14	Gleba Santa Alice - Lt 9	-22,717	-43,700	Misto	208,0	2,5	67,0	6,0	64,5	0,09	8,2	
154	DUQ-13	Av. Presidente Antonio Carlos, 325	-22,716	-43,259	Faturado	40,0	5,5	36,0	7,0	30,5	0,23		
156	RBO-10	Fonte São Francisco	-22,711	-42,592	Faturado	108,0	8,5	48,2	4,5	39,7	0,11		
157	RBO-3	R. Deucleriano Guimarães, s/n	-22,708	-42,624		80,0	6,0	67,0	1,3	61,0	0,02		
163	RC-08	Fonte N. S. das Graças	-22,702	-43,985		38,0	-0,7	10,0	1,1	10,7	0,10		
166	ITAG-24	Rodovia Presidente Dutra, km 52	-22,700	-43,767	Faturado	76,0	4,0	35,0	4,0	31,0	0,13	7,2	
169	RC-01	Passa Três	-22,687	-44,006		80,0	3,2	32,0	9,0	28,8	0,31		
173	PAR-02	D.C.M. do Min. do Exército	-22,669	-43,719	Faturado	85,0	2,2	34,0	4,4	31,8	0,14		
177	DUQ-97	Rodovia Washington Luís - São Judas Tadeu	-22,661	-43,285		103,0			6,5				
179	DUQ-77	Rodovia Washington Luís, km 18	-22,650	-43,284		62,0	6,0	9,0	20,0	3,0	6,67		
180	QUE-06	Ed. Dom Pedro II	-22,650	-43,583	Faturado	75,0	6,0	22,0	3,0	16,0	0,19	6,4	
182	DUQ-16	Rodovia Rio-Magé, 7.600	-22,649	-43,230	Sedimento	60,0	3,0	34,0	3,3	31,0	0,11		
184	JAP-07	Estrada dos Coqueiros, 1.993	-22,648	-43,605		55,0	6,0	29,0	12,3	23,0	0,53		
186	Pirai-03	Rodovia Presidente Dutra	-22,630	-43,908		114,0			1,2				
187	PFRO-01	CIEP - 289	-22,616	-43,692		60,0	2,6	8,0	10,6	5,4	1,96		
188	PAR-09	Casa de Saúde N. S. Aparecida	-22,611	-43,707	Faturado	120,0	2,0	61,0	2,0	59,0	0,03	7,9	
190	CFRI-04	R. Porto Alegre - Santo Antônio	-22,608	-42,005		12,0			1,8				
198	PAR-01	CIEP - 500	-22,600	-43,692		50,0			9,0				
200	Pirai-04	Sítio Corola - Zona Rural	-22,589	-43,948	Faturado	62,0	13,0	40,0	4,4	27,0	0,16		
203	V.R- 07	Sultrans Transporte Ltda.	-22,575	-44,075		81,0	17,8	68,5	3,6	50,7	0,07		
206	CFRI-05	R. Porto Alegre - Santo Antônio	-22,608	-42,005		12,0			1,8				
207	Pirai-05	Distrito de Rosa Machado	-22,560	-43,818	Faturado	60,0	22,0	43,0	13,0	21,0	0,62		

Anexo III - Inventário de Pontos d'Água

Ponto	Munic.	Local	Latitude Decimal	Longitude Decimal	Aquífero	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	s' (m)	Q/s (m³/h/m)	pH	STD (mg/l)
209	V.R- 10	Posto de Gasolina Campestre	-22,560	-44,512		63,0			6,8				
210	BMAN-02	Rodovia Pres. Dutra, km 265,5 - Lt.3 - Qd.B - R4	-22,559	-44,126	Faturado	140,0	10,0	46,0	3,5	36,0	0,10		
211	BMAN-05		-22,557	-44,154	Faturado	44,0			1,2				
221	PET-18	Quitandinha	-22,534	-43,206	Faturado	40,0			1,7				
228	PET-62	Conjunto IAPI - Rua Chile - Alto da Serra	-22,527	-43,173	Faturado	80,0	1,0	11,0	17,5	10,0	1,75		
229	V.R- 15	Vila	-22,526	-44,109		195,0	18,3	81,2	3,1	62,9	0,05		
233	PET-50	Bairro Morim	-22,525	-43,160	Faturado	120,0	0,5	36,4	10,2	35,9	0,28		
235	Mendes 03	Jacinto	-22,524	-43,739	Faturado	120,0	1,0	35,0	10,9	34,0	0,32		172
243	PET-83	Quartel do 32º BIMtz	-22,517	-43,202	Faturado	32,0	3,0	15,0	13,0	12,0	1,08		
248	Mendes 01	Rua Cipriano Gonçalves - Centro	-22,516	-43,720	Faturado	80,0	2,0	40,0	2,4	38,0	0,06		
249	PET-93	Rua Dr. Paulo Hervê - 1.162	-22,514	-43,221	Faturado	123,0	15,0	68,0	0,6	53,0	0,01		
251	ROST-01	CIEP - 257	-22,512	-41,946		50,0			1,8				
273	ROST-08	Fazenda do Sr. Atilano	-22,506	-41,992		50,0	4,0	29,0	11,3	25,0	0,45		
275	V.R- 13	Bairro Aterrado	-22,504	-44,096		62,0	6,7	52,3	10,3	45,6	0,23		
278	RES-9	Fábrica de Elementos Combustíveis	-22,501	-44,656		95,0	5,0	25,0	28,8	20,0	1,44	7,4	
281	RES-7	Fábrica de Elementos Combustíveis	-22,500	-44,646		152,0	15,0	75,0	6,0	60,0	0,10	8,1	
282	V.R- 06	Lavanderia do Aterrado	-22,499	-44,074		50,0			17,6				
286	PET-24	R. Bingen, 861	-22,495	-43,175	Solo Residual	54,0	4,0	7,0	6,6	3,0	2,20		
287	RES-24	Fazenda Santa Isabel	-22,494	-44,490		52,0	5,2	15,0	18,0	9,8	1,84		
291	CFRI-04	R. Porto Alegre - Santo Antônio	-22,608	-42,005		12,0			1,8				
293	BMAN-01	Usina de Asfalto - Rod.Pres.Dutra, km 282	-22,491	-44,244	Faturado	29,0	0,5	5,0	4,5	4,5	1,00		
295	PET-28	R. Alberto de Oliveira - Mosela (Poço da CAEMPE)	-22,490	-43,205	Solo Residual	85,0	2,0	54,0	3,7	52,0	0,07		
305	ITAT-12	BR - 116, km 316	-22,485	-44,546		123,0	2,0	60,0	3,7	58,0	0,06		
306	Bpirai-05	BR - 393, km 271 - Dorândia	-22,484	-43,962		102,0	17,3	47,5	49,6	30,2	1,64	7,3	
309	V.R- 04	Hidroesb Saturnino de Brito S. ^a	-22,482	-44,064		100,0			3,4				
311	Cacho 1	Fazenda Ouro Branco	-22,480	-42,722	Faturado	60,0	0,0	32,0	4,0	32,0	0,13		
313	PET-35	Rua Hívio Naliato - Cascatinha, 3	-22,479	-43,153	Solo Residual	76,0	15,0	22,0	24,8	7,0	3,54		
330	RES-39	BR - 116, km 288	-22,467	-44,288		80,0	2,0	24,6	15,0	22,6	0,66		
335	RES-58	Av. Marcílio Dias, 673 - Jardim Jalisco	-22,465	-44,458		84,0	5,2	60,0	24,0	54,8	0,44		
338	MPER-18		-22,463	-43,484	Faturado	102,0	5,0	25,0	7,0	20,0	0,35		
339	RES-13	BR - 116, km 310	-22,463	-44,490		139,0	3,0	52,0	16,0	49,0	0,33	7,9	
342	RES-15	BR - 116, km 302	-22,461	-44,406		60,0	5,0	38,0	2,5	33,0	0,08	5,8	
344	RES-29	Resende	-22,461	-44,472		120,0	0,7	13,0	18,8	12,3	1,52		

Anexo III - Inventário de Pontos d'Água

Ponto	Munic.	Local	Latitude Decimal	Longitude Decimal	Aquífero	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	s' (m)	Q/s (m³/h/m)	pH	STD (mg/l)
349	MPER-01	Cond. Serra Dourada	-22,460	-43,460	Faturado	94,0			2,0				
350	MPER-03	Estrada Paty-Petrópolis, km 12 - n° 1.655	-22,460	-43,371	Faturado	120,0	7,0		0,7	7,0	0,10		
357	RES-34	Resende	-22,458	-44,442		56,5	7,0	20,0	4,8	13,0	0,37		
359	Bpirai-01	R. José Bento de Oliveira - Parque S. Joaquim	-22,457	-43,810	Faturado	50,0			0,3				
377	MPER-22	R. Dir. A. Coelho 250 - Pedras Loiras	-22,448	-43,442	Faturado	57,0	1,0	39,0	1,5	38,0	0,04		
384	RES-63	Seagram do Brasil Ind. Com. Ltda. - Poço 2	-22,447	-44,363		140,0	18,0	48,0	55,0	30,0	1,83	7,5	180
385	PET-11	Sertão Carangola - P01 (CAEMPE)	-22,446	-43,169	Faturado	80,0	8,0	25,0	4,2	17,0	0,25		
388	MPER-13	Estrada Manoel Guilherme, 105 - S. J. Rolinhas	-22,444	-43,479	Faturado	69,0	0,0	25,0	4,0	25,0	0,16		
394	PET-108	Praça do Castelo - Corrêas	-22,436	-43,141	Faturado	62,0	12,0	33,0	12,6	21,0	0,60		
401	ROST-06	Rocha Leão	-22,429	-42,006	Sedimento	43,7	2,2	13,0	5,5	10,8	0,51		
402	RES-4		-22,426	-44,358	Sedimento	240,0			60,0			6,8	
408	ITAT-08	Sítio Dois Irmãos - Penedo	-22,424	-44,529		100,0	5,0	45,0	12,0	40,0	0,30		
409	PORTO-01	Estrada Porto Real - Floriano, s/n	-22,423	-44,312		190,0	26,6	75,8	30,0	49,2	0,61	7,8	
413	TERE-72	Várzea	-22,419	-42,971	Faturado	88,0	8,0	34,0	5,2	26,0	0,20		
414	PET-71	Rua São José c/ Duarte da Silveira - Morelli	-22,419	-43,213	Faturado	43,0	1,0	14,0	8,3	13,0	0,64		
415	PET-103	Estrada União e Indústria, 8.119	-22,418	-43,138	Faturado	55,0	11,0	34,0	9,0	23,0	0,39		
416	Vass- 24	Itakamosi	-22,418	-43,755	Faturado	87,3	2,8	16,6	3,3	13,8	0,24		
422	Qua-01	Rua Delfin Frões, 212	-22,405	-44,254	Sedimento	139,5	9,7	86,1	8,0	76,4	0,10		
423	Vass- 16	Demétrio Ribeiro	-22,400	-43,728	Faturado	100,0	2,5	30,0	24,0	27,5	0,87		
427	TERE-89	Montanhas	-22,397	-42,943	Faturado	50,0			5,3				
429	PET-39	Madame Machado 1	-22,397	-43,122	Res./Frat.	100,0	10,0	15,0	14,1	5,0	2,83		
437	TERE-11	Agriões de Dentro	-22,387	-42,876	Faturado	49,0			8,6				
439	TERE-58	Vargem Grande	-22,384	-42,856	Faturado	85,0			5,0				
444	TERE-35	Albuquerque	-22,382	-42,905	Faturado	41,0	12,0	18,0	4,8	6,0	0,80		
464	Vass- 21	Barão de Vassouras	-22,371	-43,692		80,0	4,9		11,7				
468	PET-94	Estrada União e Indústria, 14.571	-22,366	-43,124	Faturado	92,0	10,0	35,0	5,2	25,0	0,21		120
469	TERE-80	Albuquerque	-22,366	-42,937	Faturado	60,0			8,5				
481	PET-76	Estrada União e Indústria, 16.857 - Vila Rica B	-22,347	-43,121	Faturado	145,0	4,9	62,0	11,0	57,1	0,19		
487	TERE-104	Sítio Passarinho - Venda Nova	-22,342	-42,861	Faturado	40,0			3,1				
490	Vass- 22	Massambará	-22,325	-43,525		56,0	0,4	17,3	5,0	16,9	0,30		
495	PET-09	Centro Treinamento Itajara - Secretário - P1	-22,314	-43,144	Faturado	80,0			5,3				
497	Paty-01	Fazenda Vila Rica - Avelar	-22,307	-43,389	Faturado	77,0	5,0	65,0	1,2	60,0	0,02		
503	Mac-01	Rodovia Amaral Peixoto, km 187	-22,294	-41,713	Sedimento	50,0	2,5	23,0	4,0	20,5	0,20		

Anexo III - Inventário de Pontos d'Água

Ponto	Munic.	Local	Latitude Decimal	Longitude Decimal	Aquífero	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	s' (m)	Q/s (m³/h/m)	pH	STS (mg/l)
505	NFRI-11	Vale dos Pinheiros	-22,290	-42,545	Faturado	80,0	4,0	58,0	10,3	54,0	0,19		
512	NFRI-14	R. Adelaide M. Novaes	-22,284	-42,531	Faturado	46,0	4,0	18,0	5,2	14,0	0,37		
518	PET-08	BR - 040, km 46,5 - Pedro do Rio	-22,281	-43,125	Faturado	80,0			6,1				
535	NFRI-10	Chácara Paraíso	-22,264	-42,512	Faturado	72,0	1,0	20,0	17,8	19,0	0,94		
540	Vass- 12	R. das Congonhas, 69	-22,261	-43,368	Faturado	60,0	2,0		3,5				
544	NFRI-18	Amparo	-22,259	-42,459	Faturado	112,5	0,0	74,0	11,6	74,0	0,16		
547	NFRI-13	Estrada Friburgo - Teresópolis, km 2	-22,258	-42,539	Faturado	70,0	8,0	44,0	1,4	36,0	0,04		
548	TERE-38	Bonsucesso	-22,258	-42,783	Faturado	60,0	2,5	36,0	2,6	33,5	0,08		
551	PET-20	Estrada Silveira da Mota, 1.705 - Posse	-22,252	-43,074	Faturado	85,0			2,4				
553	AR-3		-22,246	-43,104	Faturado	130,0	3,0	20,0	18,0	17,0	1,06		
563	AR-4		-22,224	-43,125	Faturado	150,0	120,0	120,0	14,0				
566	PET-107	Posse	-22,221	-43,059	Faturado	102,0	6,5	64,0	4,3	57,5	0,07		
569	AR-12	BR - 040, Trevo (sentido Rio, antes da DARROW)	-22,213	-43,133	Faturado				24,0				
570	R.d.F-08	Conj. Hab. na Granja São José de Taboas	-22,210	-43,617	Faturado	73,0	4,0	22,0	10,3	18,0	0,57		
571	PSUL-21		-22,209	-43,301	Faturado	71,0	14,0	45,0	3,6	31,0	0,12		
576	BOJ-01	S. José do Ribeirão	-22,206	-42,396	Faturado	71,0	1,8	12,6	7,0	10,8	0,65		
577	Val-04	Osório	-22,205	-43,723	Faturado	100,0	6,0	18,0	4,1	12,0	0,34		
578	PSUL-10	Rodovia BR - 393, km 192	-22,202	-43,368	Faturado				18,0				
581	SJRP-13	Barrinha	-22,199	-43,018	Faturado	150,0	5,9	53,5	5,7	47,6	0,12		
587	Cara 01		-22,187	-41,660		113,0	2,0	22,0	12,0	20,0	0,60		
591	SJRP-03	Jaguará - 3 (Tentativa)	-22,182	-42,983	Faturado	82,0	1,0	16,7	11,0	15,7	0,70		
593	TRio-07		-22,178	-43,167	Faturado	100,0			12,0				
595	SJRP-12	Queiroz	-22,176	-42,966	Faturado	120,0	10,0	24,2	7,6	14,2	0,53		
600	PSUL-18	Cruz das Almas	-22,170	-43,302	Faturado	105,0	10,0	15,0	30,0	5,0	6,00		
606	PSUL-24	P01 - Poço Nilo Peçanha	-22,165	-43,282	Faturado	64,0	28,0	44,0	2,8	16,0	0,18	7,7	
607	R.d.F-04	Solidão	-22,164	-43,585	Faturado	104,0	6,0	33,0	20,0	27,0	0,74		
613	SJRP-16	Parque Vera Lúcia	-22,155	-42,929	Faturado	100,0			1,5				
616	BOJ-03	Centro	-22,149	-42,423		72,5	12,0	43,0	12,0	31,0	0,39		
622	SJRP-08	Pedras Brancas I	-22,143	-42,928	Faturado	121,5	2,0	45,4	4,5	43,4	0,10		
626	PSUL-03	R. Pref. J. P. Resende, s/n	-22,140	-43,297	Res/Frat	50,0	3,0	35,0	12,2	32,0	0,38	6,0	
628	TRio-14	Rodovia Lúcio Meira, km 178	-22,133	-43,248	Faturado	90,0			6,0				
630	SJRP-09	Pouso Alegre	-22,132	-42,903	Faturado	102,0	1,0	28,0	10,6	27,0	0,39		
632	BOJ-02	Granja Alvorada - RJ 116	-22,128	-42,416		65,0			6,0				

Anexo III - Inventário de Pontos d'Água

Ponto	Munic.	Local	Latitude Decimal	Longitude Decimal	Aquífero	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	s' (m)	Q/s (m³/h/m)	pH	STD (mg/l)
633	TRio-05	Praça Padre Barroso	-22,128	-43,158	Faturado	79,0			5,5				
637	R.d.F-02	Cachoeira do Funil	-22,115	-43,557	Faturado	52,0	5,0	22,0	8,0	17,0	0,47		
644	R.d.F-05	Manoel Duarte 2	-22,087	-43,559	Faturado	100,0	5,0	20,0	10,3	15,0	0,69		
646	R.d.F-01	Santa Rosa	-22,076	-43,503	Faturado	36,0	2,0	35,0	8,0	33,0	0,24		
647	TRAJ 1	Rodovia RJ - 174 - Centro	-22,063	-42,068		37,0			4,0				
649	Sumi-01	R. 10 de Julho, s/n - Centro	-22,053	-42,678	Faturado	105,0	7,0	80,0	8,7				
652	D.B-03	R. Luciano de Souza Turque	-22,051	-42,520		85,0	1,3	25,0	8,0	23,7	0,34		
653	Sumi-03		-22,050	-42,673	Faturado	152,0			1,0				
659	SAP-09	Anta	-22,041	-42,993	Faturado	100,0	4,0	30,0	13,0	26,0	0,50		
660	Levy-06	Grotão	-22,038	-43,204	Faturado	91,0	4,5	23,5	14,5	19,0	0,76		
662	Levy-05	Gulf	-22,033	-43,229	Faturado	123,0	11,0	48,0	45,0	37,0	1,22		
667	SAP-02	N. S. Aparecida - P01	-22,029	-42,790	Faturado	101,0	0,1	30,0	10,0	29,9	0,33		
670	CAMP-35	Boa Vista II	-22,022	-41,099		163,0	1,2	22,2	80,0	20,9	3,82		
672	Levy-04	Mont Serrat	-22,017	-43,310	Faturado	106,0	11,0	19,0	18,0	8,0	2,25		
674	Levy-03	Afonso Arinos	-22,011	-43,332	Faturado	205,0	18,0	150,0	8,0	132,0	0,06		
677	CAMP-07	Dores de Macabu - P02	-21,989	-41,506	Sedimento	68,0	11,6	35,7	24,5	24,1	1,02		
679	CTG-02	Vila Sadi Vieira	-21,985	-42,371	Faturado	70,0	2,0	45,0	18,8	43,0	0,44		
682	MACU-01	R. São José, s/n	-21,984	-42,254	Faturado	97,0	1,5	4,5	4,2	3,0	1,40		
685	CTG-05	Frigorífico Cantagalo	-21,971	-42,337	Faturado	80,0	35,0	58,0	13,0	23,0	0,56		
687	S. S. A-09	Centro	-21,968	-42,114	Solo Residual	130,0	5,5	24,4	11,0	18,9	0,58		
688	Carmo-09	Barra de São Francisco	-21,967	-42,690	Faturado	120,0			8,0				
694	S. S. A-04		-21,955	-42,137	Solo Residual	97,0	3,0	24,0	7,0	21,0	0,33		
697	Carmo-11	Estrada RJ - 148 - Carmo/Sumidouro - P01	-21,952	-42,664	Faturado	96,0			7,2				
702	Carmo-02		-21,922	-42,617	Faturado	110,0			1,8				
707	SAP-04	Jamapar P02	-21,895	-42,706	Faturado	75,0	1,2	30,0	15,0	28,8	0,52		
708	SJB-09	Barra do Au	-21,894	-40,996	Sedimento	205,0	33,5	65,4	39,9	31,9	1,25		
710	CAMP-06	Saturnino Braga	-21,888	-41,196	Sedimento	124,6	3,6	20,2	52,8	16,6	3,17		
712	CTG-01	Santa Rita da Floresta	-21,880	-42,455	Faturado	60,0	1,8	48,0	13,0	46,2	0,28		
714	CAMP-37	Tocos - P02	-21,880	-41,312		115,0	3,0	70,0	8,0	67,0	0,12		
715	SAP-03	Clube 200 - Jamapar - P01	-21,879	-42,675	Faturado	60,0	7,0	22,0	22,8	15,0	1,52		
719	SAP-14	Jamapar	-21,876	-42,595	Faturado	31,0			0,8				
723	Carmo-08	Influncia - Poo Velho	-21,873	-42,664	Faturado	120,0			14,0				
727	CTG-06	Fazenda So Clemente	-21,861	-42,331	Faturado	77,0	3,0	68,0	1,9	65,0	0,03		

Anexo III - Inventário de Pontos d'Água

Ponto	Munic.	Local	Latitude Decimal	Longitude Decimal	Aquífero	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	s' (m)	Q/s (m³/h/m)	pH	STD (mg/l)
731	CTG-15	Boa Sorte	-21,851	-42,260	Faturado	113,0	1,5	53,0	6,0	51,5	0,12		
736	Carmo-04	Porto Velho do Cunha	-21,824	-42,546	Faturado				12,0				
739	S. S. A-05	Valão do Barro	-21,821	-42,093	Faturado	112,0	6,0	30,0	3,0	24,0	0,13		
742	CAMP-18	Donana II	-21,818	-41,298	Sedimento	96,3	5,6	8,2	130,0	2,6	50,58		300
743	ITO-01	Estrada Nova	-21,811	-42,140	Faturado	80,0	5,8	16,5	7,6	10,7	0,71		
744	CAMP-17	Ururai	-21,810	-41,398	Sedimento	29,0	3,4	9,0	8,8	5,6	1,56		
745	S. S. A-03	Zona Rural - Valão do Barro	-21,804	-42,051	Faturado	80,0	22,0	65,0	1,3	43,0	0,03		
746	CAMP-11	Entronc. Farol São Tomé / Grussaí - Pq. Sto. Antônio	-21,787	-41,300	Sedimento	74,0	5,1	6,6	150,0	1,5	100,00		260
747	ITO-05	Fazenda da Pedra Santa - Laranjais	-21,782	-42,196	Faturado	80,0	27,0	64,0	1,2	37,0	0,03	7,6	
748	S. S. A-14	Ipituna	-21,769	-41,995	Faturado				2,2				
751	SJB-06	Barcelos	-21,761	-41,281	Sedimento	152,0	3,3	7,1	64,3	3,8	17,05		
753	CTG-08	São Sebastião do Paraíba	-21,754	-42,379	Faturado	101,0	0,1	30,0	10,0	29,9	0,33		
754	CAMP-19	R. Allan Kardec - Nova Brasília	-21,747	-41,359	Sedimento	37,0			4,0				
755	SJB-01	Barcelos - P2	-21,738	-41,187	Sedimento	158,0	3,5	11,0	150,0	7,5	20,00		
756	ITO-16	Ponto de Pergunta	-21,732	-41,987	Faturado	60,0	1,8	16,0	7,6	14,2	0,54		
758	CAMP-22	Morada da Santa Rosa - Guarus	-21,725	-41,298	Sedimento	10,0			1,8				
760	S.Fi-05	Valão dos Milagres	-21,721	-41,885		80,0	1,0	29,0	7,9	28,0	0,28		
763	ITO-12	Sítio Pendão	-21,719	-41,979		70,0	5,0	29,0	2,4	24,0	0,10		
765	SJB-02	Grussaí	-21,716	-41,052		176,0	1,6		48,9				
766	S.Fi-02	Fazenda São Pedro - Z. Rural	-21,715	-41,800		60,0	5,0	33,0	19,8	28,0	0,71	6,5	
769	ITO-23	Coronel Teixeira	-21,712	-42,133		80,0	0,1	4,5	1,7	4,5	0,37		
772	SJB-11	Colônia de Férias do SESC Mineiro	-21,698	-41,035	Sedimento	201,5	6,8	11,2	26,7	4,4	6,05		
776	ITO-26	Estrada Aperibé	-21,676	-42,085		32,0	6,0	18,0	8,0	12,0	0,67		
778	CAMP-25	Rodovia Campos / Vitória, km 8,5	-21,673	-41,311		55,0	8,0	28,0	7,5	20,0	0,38		
781	ITO-13	Rodovia Itaocara / Cambuci	-21,663	-42,041		28,0	1,0	5,0	6,4	4,0	1,60		
786	PAD-05	São Pedro	-21,656	-42,300	Faturado	50,0	3,0	18,0	15,2	15,0	1,02		
787	ITO-19	Fazenda Vista Alegre - Portela - P02	-21,653	-41,980		50,0			12,0				
790	SJB-10	São João da Barra	-21,643	-41,052	Sedimento	191,0	7,5	48,6	40,0	41,1	0,97		
794	Aper-03		-21,633	-42,100	Faturado	48,0			4,0				
796	Aper-05	Pito Aceso	-21,632	-42,143	Faturado	40,0			2,0				
799	S.Fi-03	Ernesto Machado	-21,629	-41,619		70,0	0,5	33,0	3,1	32,5	0,10		
800	SJB-14	Atafona 02	-21,628	-41,023	Sedimento	198,0	Jorran	30,9	66,3				
802	PAD-07	Estrada Pádua - Pirapetinga	-21,624	-42,261	Faturado	50,0	2,0	37,0	3,8	35,0	0,11		

Anexo III - Inventário de Pontos d'Água

Ponto	Munic.	Local	Latitude Decimal	Longitude Decimal	Aquífero	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	s' (m)	Q/s (m³/h/m)	pH	STD (mg/l)
803	CAMB-02	Vieira Braga	-21,617	-42,019		70,0	6,0	32,0	5,8	26,0	0,22		
804	S.FI-01	Zona Rural	-21,616	-41,600		70,0			6,6			7,4	
805	Aper-06	Poço Pracinha	-21,613	-42,120	Fraturado	83,0	6,0	9,0	30,0	3,0	10,00		
806	CAMP-01	CIEP - 268 - Travessão	-21,609	-41,315		80,0			7,5				
811	S.F.ITA-12	Gargau 06	-21,588	-41,083	Sedimento	142,0	4,0	30,0	72,0	33,9	2,12		463
813	CAMB-07		-21,586	-41,957		80,0			17,0				
818	PAD-13	Marangatu	-21,584	-42,225	Fraturado	25,0	0,5	8,0	11,0	7,5	1,47		
822	S.F.ITA-03	Gargau 01 - Mercado de Gargau	-21,577	-41,064	Sedimento	156,2	7,5	28,8	17,0	36,3	0,47		
824	PAD-10	Ind. e Com. de Aguardente Schimith	-21,572	-42,147		90,0	11,0	76,0	6,0	65,0	0,09		199
827	CAMB-06	Fazenda Engenho d' Água	-21,566	-41,878	Fraturado	50,0	22,0	32,0	15,8	10,0	1,58		
829	PAD-15	Santa Cruz	-21,563	-42,289	Fraturado	78,0	3,7	27,7	6,5	24,0	0,27		
834	PAD-17	Santa Cruz	-21,556	-42,304	Fraturado	66,0			9,0				
837	PAD-11		-21,541	-42,184	Fraturado	9,0			10,0				
839	S.F.ITA-02	Santa Clara	-21,531	-41,081	Sedimento	155,3	surg.	51,0	26,4		0,52		
840	PAD-04	Lot. Cidade Nova	-21,529	-42,205	Fraturado	50,0	1,0	28,0	8,2	27,0	0,30		
841	PAD-19	Salgueiro	-21,522	-42,132	Fraturado	40,0	2,0	8,0	10,0	6,0	1,67		
844	Card.Mo-01	São Joaquim	-21,480	-41,475		50,0	2,0	32,0	4,1	30,0	0,14		
845	CAMP-31	Conselheiro Josino - P01	-21,498	-41,344	Fraturado	80,0	2,5	25,0	7,7	22,5	0,34		
846	S.FI-04	Vila Moreti (Barro Branco)	-21,496	-41,786		50,0	2,0	18,0	11,3	16,0	0,71		
847	Card.Mo-02	Auto Posto Barracão	-21,500	-41,614		60,0	20,0	50,0	5,5	30,0	0,18	8,5	
848	Ital-03	Fazenda Taipabas	-21,479	-41,657		31,0	3,0	22,0	1,1	19,0	0,06		
850	S.F.ITA-09	R. Projetada - São Francisco de Paula	-21,477	-41,113	Sedimento	8,5			1,8				
856	CAMB-09	Monte Verde	-21,468	-41,916		94,0	1,7	45,0	12,0	43,4	0,28		
858	PAD-16	Monte Alegre	-21,466	-42,034	Fraturado	80,0	0,5	15,0	11,5	14,5	0,79		
861	CAMP-33	Vila Nova	-21,442	-41,406	Fraturado	110,0	0,0	12,0	4,0	12,0	0,33		
866	Ital-01	Rua Antônio Ferreira Fonseca	-21,426	-41,693		67,0	3,0	30,0	15,8	27,0	0,59		
867	Mir-10	Estrada Miracema / Paraíso - Faz. S. da Boa Nova	-21,423	-42,140	Fraturado	110,0	12,0	25,0	7,2	13,0	0,55		
871	Mir-01	Av. Deputado Fernando Linhares, 379	-21,412	-42,195	Fraturado	60,0	12,0	51,0	6,2	39,0	0,16	6,9	
872	S.F.ITA-16	Vila de Buena	-21,412	-41,008		110,0			24,0				
874	CAMB-01	São João do Paraíso	-21,411	-41,809	Fraturado	80,8	3,5	12,6	22,0	9,1	2,41		
878	S.J.UBÁ 06	Valão de Areia	-21,398	-41,918	Fraturado	40,0	2,0	8,0	9,0	6,0	1,50		
879	Ital-04	Guarnieri	-21,393	-41,655		60,0	4,0	45,0	4,9	41,0	0,12		
880	S.J.UBÁ 04	Poço Santa Maria	-21,385	-41,905	Fraturado	76,0			80,0				

Anexo III - Inventário de Pontos d'Água

Ponto	Munic.	Local	Latitude Decimal	Longitude Decimal	Aquífero	Prof. (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	s' (m)	Q/s (m³/h/m)	pH	STD (mg/l)
881	CAMP-28	Morro do Coco	-21,384	-41,350	Faturado	122,0	6,0	66,0	2,0	60,0	0,03		
882	CAMP-32	Murundu	-21,380	-41,467	Faturado	150,0	2,0	60,0	1,2	58,0	0,02		
886	S.J.UBÁ 01	R. XV de Novembro	-21,359	-41,944	Faturado	114,0	5,0	60,0	7,0	55,0	0,13		
888	ITAP-59	Fazenda Santa Alice	-21,345	-41,693	Faturado	52,0	2,8		2,8				
892	ITAP-30	Córrego da Chica	-21,328	-41,665	Solo Residual	50,0	1,0	31,0	5,0	30,0	0,17	6,8	
893	S.F.ITA-10	Praça João Pessoa	-21,319	-41,109	Sedimento	65,0	19,0	55,0	2,4	36,0	0,07		
895	S.F.ITA-14	Barra do Itabapoana	-21,292	-40,988	Sedimento	143,0	0,0	25,0	42,0	25,0	1,68		
897	CAMP-26	Santa Maria de Campos	-21,282	-41,406		70,0	0,0	32,0	8,1	32,0	0,25		
899	ITAP-08	Sítio Sr. Almir	-21,262	-41,907	Faturado	45,0	4,0	24,0	5,3	20,0	0,26		
902	ITAP-19	Fazenda Córrego do Ouro	-21,239	-41,778	Faturado	50,0	0,0	38,0	3,1	38,0	0,08		
903	B.J.Ita-11	Carabuçu	-21,215	-41,593		123,0	5,0	42,0	14,4	37,0	0,39		
908	ITAP-12	Rua Lopes Trovão, 990	-21,206	-41,860	Faturado	60,0			3,4			8,3	
910	ITAP-24	Fazenda Santo Antônio - Bambuí	-21,201	-41,787	Faturado	50,0	2,0	22,0	9,3	20,0	0,47		
911	ITAP-11	Rua Coronel Luiz Ferreira, 397	-21,201	-41,887	Faturado	100,0	4,0	86,0	16,2	82,0	0,20		
919	ITAP-58	Fazenda Santo Antônio - Bambuí	-21,190	-41,804	Faturado	20,0			10,0				
920	ITAP-27	Ponto de Vista - Rodovia BR - 356, km 01	-21,190	-41,907	Faturado	70,0	10,0	18,0	1,3	8,0	0,17		
923	ITAP-62		-21,188	-41,875	Faturado	54,0			3,2			7,4	
926	ITAP-22	Sítio São Sebastião - P02	-21,180	-41,973	Faturado	50,0	0,0	38,0	1,3	38,0	0,04		
930	ITAP-15	P02	-21,175	-41,915	Faturado	50,0	2,0	29,0	12,0	27,0	0,44		
931	B.J.Ita-09	Haras B. J. Itabapoana	-21,149	-41,640		50,0	2,0	20,0	6,2	18,0	0,34		
933	B.J.Ita-02	Churrascaria Pitucão Ltda.	-21,143	-41,663		50,0	6,0	18,0	14,4	12,0	1,20		
935	B.J.Ita-04	Hospital São Vicente de Paula	-21,137	-41,680		50,0	3,0	18,0	10,6	15,0	0,70		
939	ITAP-33	Raposo	-21,103	-42,127	Faturado	60,0	5,0		8,8				
945	ITAP-20	Rua Avahy, 02 - Raposo	-21,101	-42,113	Faturado	57,0	2,0	28,0	4,2	26,0	0,16		
951	POR-3	Bate Pau	-20,979	-42,092	Faturado	70,0	1,0	42,0	7,5	41,0	0,18	6,2	
957	Varre-02		-20,927	-41,871		50,0	0,0	10,0	15,2	10,0	1,52	6,2	
958	POR-1	Santa Clara	-20,821	-41,910	Res./Frat.	50,0	4,0	20,0	9,2	16,0	0,58		

Departamento de Apoio Técnico

Giuseppina Giaquinto de Araújo

Divisão de Cartografia

Paulo Roberto Macedo Bastos

Divisão de Editoração Geral

Maria da Conceição C. Jinno

EQUIPES DE PRODUÇÃO

Cartografia Digital

Afonso Lobo	José Pacheco Rabelo
Carlos Alberto da Silva Copolillo	Julimar de Araújo
Carlos Alberto Ramos	Leila Maria Rosa de Alcantara
Elaine de Souza Cerdeira	Luiz Guilherme Araújo Frazão
Elcio Rosa de Lima	Marco Antonio de Souza
Hélio Tomassini de O. Filho	Maria José Cabral Cezar
Ivan Soares dos Santos	Maria Luiza Poucinho
Ivanilde Muniz Caetano	Marília Santos Salinas do Rosário
João Batista Silva dos Santos	Paulo José da Costa Zilves
João Bosco de Azevedo	Regina de Sousa Ribeiro
João Carlos de Souza Albuquerque	Risonaldo Pereira da Silva
Jorge de Vasconcelos Oliveira	Sueli Mendes Sathler
José Barbosa de Souza	Valter Alvarenga Barradas
José Carlos Ferreira da Silva	Wilhelm Petter de Freire Bernard
José de Arimatéia dos Santos	

Editoração

Antonio Lagarde	Marília Asfura Turano
Edalair Rizzo	Pedro da Silva
Jean Pierre Souza Cruz	Sandro José Castro
José Luiz Coelho	Sergio Artur Giaquinto
Laura Maria Rigoni Dias	