



12.º SEMINÁRIO SOBRE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Coimbra, 7 e 8 de março de 2019
Universidade de Coimbra / FCTUC
Departamento de Ciências da Terra
Sala: Anfiteatro C, 1º piso

COMISSÃO CIENTÍFICA E EDITORIAL

CEAS/APRH:

José Paulo Monteiro (UALG); Maria Manuela Simões (UNL); Manuel Abrunhosa (Consultor); Maria Paula Mendes (IST); Jorge Duque (Renato Azenha, Lda.)

AIH - Grupo português:

Ana Isabel Andrade (CITEUC); António Chambel (Universidade de Évora); Hélder Chaminé (Inst. Superior de Engenharia do Porto)

FCTUC - Departamento de Ciências da Terra:

José Manuel Martins de Azevedo; Fernando Pedro Ortega Oliveira Figueiredo; Ana Maria Aguiar Castilho Ramos Lopes; Nelson Edgar Viegas Rodrigues

APA, IP/ARH Centro:

Paula Cristina Soares Garcia Mendes

Escola Superior Agrária de Coimbra / Dep. de Ambiente:

José Manuel Gonçalves

PATROCINADORES



LABORATÓRIO DE RADIOACTIVIDADE NATURAL
UNIVERSIDADE DE COIMBRA



12.º Seminário sobre Águas Subterrâneas

Livro de Atas



Grupo Português da
Associação
Internacional de
Hidrogeólogos



12.º SEMINÁRIO SOBRE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Coimbra, 7 e 8 de março de 2019
Universidade de Coimbra

LIVRO DE ATAS

CARTA DE UNIDADES AQUÍFERAS DO MUNICÍPIO DE BROTAS, SP, BRASIL: SUBSÍDIOS AO PLANEAMENTO TERRITORIAL

João Vitor Roque GUERRERO¹, Reinaldo LORANDI¹, Luiz Eduardo MOSCHINI¹, Antonio Alberto Teixeira GOMES², José Augusto de LOLLO³

1. Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, s/n, São Carlos – SP. jvguerrero2@gmail.com; lorandir@gmail.com; lemoschini@ufscar.br.

2. Universidade do Porto. Via Panorâmica Edgar Cardoso, 4150-564 Porto. albgomes@gmail.com

3. Universidade Estadual Paulista. Av. Brasil Sul, 56 - Centro, Ilha Solteira - SP, 15385-000. jose.lollo@unesp.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi a elaboração da Carta de Unidades Aquíferas do município de Brotas, SP, Brasil, a partir da utilização de técnicas de cartografia geoambiental. Para tal, foi necessário obter, analisar e reclassificar dados primários como Mapa Pedológico e Mapa de Formações Geológicas de Superfície, adotando como critérios a atribuição de unidades aquíferas às suas respectivas classes de formação geológica superficial. Como resultado, a carta gerada reforçou a necessidade de se elaborar estudos de gestão dos recursos hídricos para minimizar a possibilidade futura de ocorrer escassez hídrica superficial e subsuperficial. Com tudo, pretende-se que a Carta produzida auxilie os gestores municipais no planejamento territorial municipal e na gestão de atividades visando a conservação das águas subterrâneas em prol do abastecimento para consumo humano.

Palavras-Chave: Aquífero Guarani; Planejamento Territorial; Cartografia Geoambiental;

1. INTRODUÇÃO

A humanidade reconhece os benefícios da utilização das águas subterrâneas desde o seu estado inicial de desenvolvimento, desenvolvendo e aprimorando ferramentas e técnicas para explorar este valioso recurso (HOLTING & COLDEWEY, 2018). Entretanto, os usos mal planejados em áreas de recarga (agricultura intensiva) e a sobreexploração têm causado preocupações globais acerca da qualidade e disponibilidade da água subterrânea para consumo humano (HIRATA, 2009).

O Município de Brotas, SP, Brasil – área de interesse deste trabalho – não foge à estas preocupações, tendo em vista de que a maior parte do abastecimento municipal de água potável é proveniente de recursos hídricos subterrâneos, nomeadamente o Aquífero Guarani, um dos maiores reservatórios do mundo.

Portanto, planejar as ações antrópicas tomadas sobre um determinado território, com base em critérios técnico-científicos é crucial para a manutenção da qualidade dos recursos naturais, principalmente quando aliados a uma política conservacionista (ROSS, 1994). Neste sentido, a Cartografia Geoambiental aplicada às componentes hidrogeológicas emerge como uma ferramenta de estudo imprescindível de diagnóstico e planejamento, tendo em vista que por meio de produtos gráficos, permite um maior conhecimento sobre o movimento, ocorrência, quantidade e qualidade das águas subterrâneas (ROCHA NETO & SAMPAIO, 2014).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi produzir, a partir de técnicas de cartografia geoambiental a Carta de Unidades Aquíferas do município de Brotas, que poderá auxiliar no processo de planejamento e gestão do território e nas consequentes ações para conservação dos recursos hídricos subterrâneos locais.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Brotas está localizado na região central do Estado de São Paulo – sudeste brasileiro (FIGURA 1), abrange uma área de 1103 km² e tem população estimada para 2018 de 24.160 habitantes, o que resulta em uma densidade demográfica de aproximadamente 22 hab/km³ (IBGE, 2018).

Dentro da organização hidrográfica estadual, estabelecida pelo Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, o município de Brotas está inserido inteiramente na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 13 (UGRH-13), pertencente à Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré.

Como também mostra a Figura 1, a geologia superficial local é composta da seguinte forma:

- Formação Botucatu (41 % da área total): arenitos datados do Jura-Cretáceo que apresentam granulação fina a grossa, coloração rósea, avermelhada e esbranquiçada, a sua espessura tem grande variação, porém dificilmente ultrapassa os 150 m e que, nessa região, facilitam a formação e manutenção de aquíferos (CPRM, 2006; São Paulo, 1981).
- Formação Pirambóia (25 % da área): Formação datada do Triássico constituída por sedimentos de formação eólica e fluvio-eólica depositados em áreas de ambiente, outrora desértico. Os arenitos são compostos por diferentes colorações (amarelados, esbranquiçados, avermelhados, róseos) apresentando granulação de média a muito fina (Brughetti, 1994, apud SÃO PAULO, 2016).
- Formação Itaqueri (14 % da área): formação geológica que ocorre de forma irregular na cuesta basáltica paulista, onde as suas áreas mais elevadas são representadas por testemunhos da antiga extensão do Planalto Ocidental Paulista. A maior espessura desta formação resgista é de 125 m, e a sua estrutura é formada basicamente por arenitos, arenitos com cimento argiloso, folhelhos e conglomerados (ALMEIDA e BARBOSA, 1953 apud SÃO PAULO, 1981).
- Formação Serra Geral (6% da área): também datada do Jura-Cretáceo representa um conjunto de rochas derivadas de derramamentos basálticos com textura afanítica e de coloração predominantemente escura, apresentando, também, intercalações de lentes e camadas arenosas de textura fina a média e extratificação cruzada (LORANDI, et al., 2014).
- Depósitos Colúvio-Eluvionares: caracterizando-se em camadas formadas por materiais (solo e fragmentos de rocha) localizados ao longo e no pé das encostas, transportadas por meio da gravidade e da ação das águas (SCHILLING, 1993).
- Depósitos Aluvionares (2% da área): são depósitos do Quaternário que ocorrem principalmente nos fundos de vale, e são caracterizados por sedimentos transportados e depositados por influência dos movimentos dos rios.

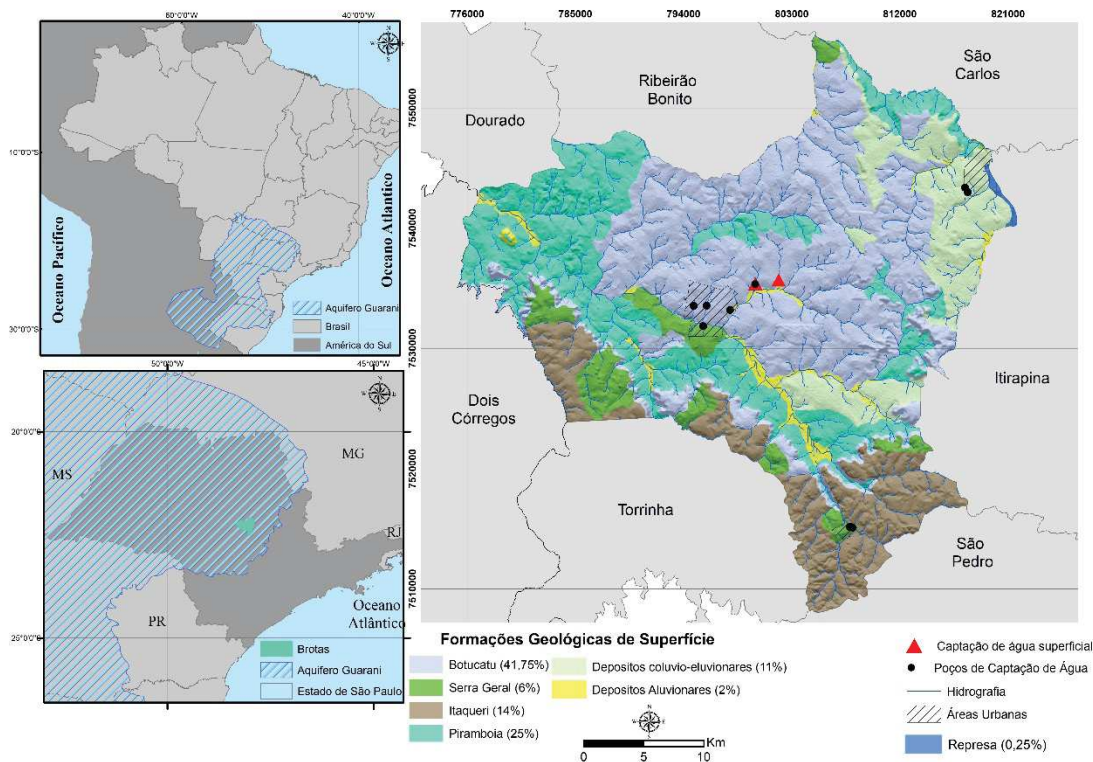


Figura 1 – Mapa de Localização

3. MATERIAIS E MÉTODO

A obtenção do limite geográfico do município de Brotas foi realizado de forma gratuita no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Os dados foram armazenados num banco de dados geográficos no software ArcGis 10.5 ® e posteriormente reprojetoado para a projeção UTM SIRGAS 2000 zona 22S.

O mapa de Formações Geológicas Superficiais na escala 1:75.000 é proveniente da base de dados denominado “Unidades Básicas de Compartimentação”, produzido e disponibilizado pelo Instituto de Geociências do Estado de São Paulo. Como é um mapa estadual, foi necessário recortar a área de interesse antes de reprojetoar os dados no ArcGis 10.6. Já o mapa Pedológico produzido pelo Instituto Agrônômico de Campinas foi digitalizado, reprojetoado e inserido na base de dados do projeto.

Por fim, a carta de Unidades Aquíferas foi produzida a partir da análise de dados de Pedologia e de Formações Geológicas superficiais, onde foram inseridos no mapa geológico as formações do Quaternário provenientes do mapa Pedológico.

Após a análise, o mapa de Formações Geológicas Superficiais do município de Brotas (já com o Quaternário) foi reclassificado, atribuindo a cada classe geológica a sua unidade aquífera correspondente. Os critérios para o estabelecimento desta relação foram as características gerais das rochas e a capacidade de cada formação geológica de armazenar e/ou transmitir a água subterrânea no local.

4. RESULTADOS

A partir da aplicação dos procedimentos metodológicos acima descritos, foi obtida a Carta de Unidades Aquíferas do município de Brotas, SP, Brasil, na escala aproximada de 1:75.000 (FIGURA 2). A carta contém dois grupos principais de unidades aquíferas: As unidades granulares e as fraturadas.

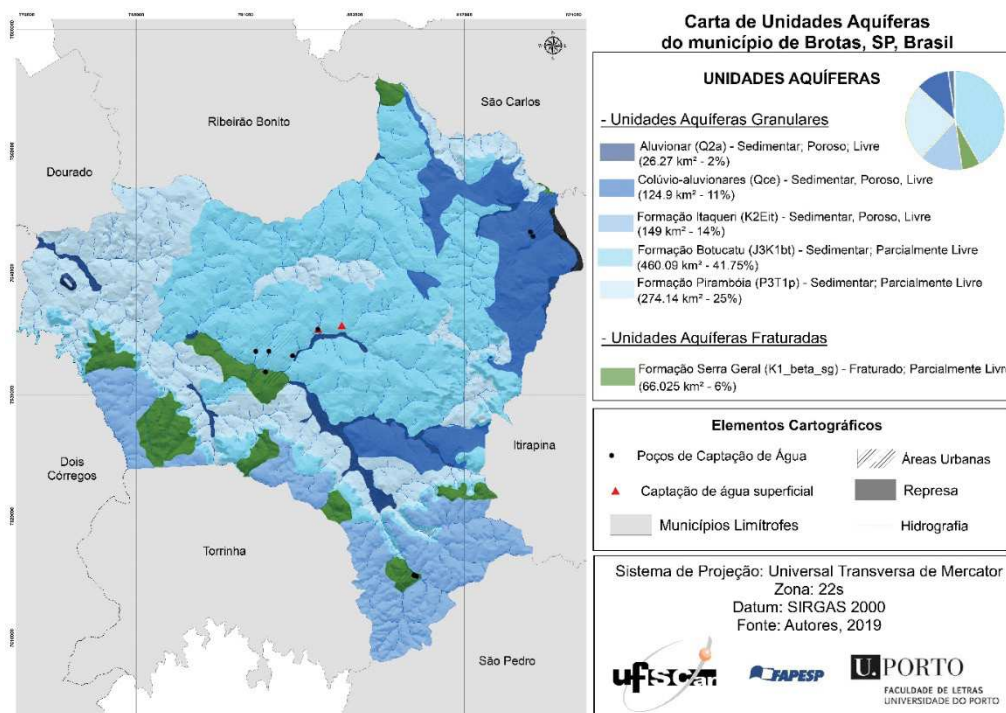


Figura 2 - Carta de Unidades Aquíferas

As unidades fraturadas no município de Brotas são representadas pelo Aquífero Serra Geral, que é formado por derramamentos basálticos que originaram rochas essencialmente impermeáveis. A partir da noção da impermeabilidade,

evidencia-se que as águas subterrâneas nesta unidade ocorrem ao longo das fraturas e falhas causadas por intempéries nas fronteiras com outros tipos de rochas mais permeáveis (CETESB, 2016).

As Unidades Aquíferas Granulares do município de Brotas são formadas pelos aquíferos aluvionar, colúvio-aluvionar, Itaqueri, Botucatu e Pirambóia.

O aquífero aluvionar representa 2% da área de estudo e é derivado dos depósitos de sedimento ocorridos durante o Quaternário, e ocorrem primordialmente nas áreas de fundo de vale devido à ação de transporte e deposição dos sedimentos provenientes de rios da região (LORANDI, et al., 2014). No município de Brotas este aquífero é considerado poroso e livre.

O aquífero colúvio-eluvionar também é derivado de transporte e deposição, porém ocorre nas bases de morros e montanhas, onde o solo coluvionar recobre o solo residual no talude do relevo. No município de Brotas, ocorre em 11% da área.

Já o Aquífero Itaqueri (14% do total), também é considerado como Sedimentar, Poroso e Livre, caracterizando-se por areias de granulação variada que apresentam boa transmissividade e consequente ocorrência de água subterrânea. Devido a altos valores de permeabilidade, os aquíferos Aluvionar, Colúvio-Eluvionar e Itaqueri são naturalmente vulneráveis à contaminação.

Os aquíferos Botucatu e Pirambóia ocupam uma área superior a 56% do território do município e são relativos ao Aquífero Guarani. Então, pode-se afirmar que o aquífero Guarani é sedimentar, poroso e livre, composto essencialmente por arenitos de granulação fina a média. A homogeneidade do arenito facilita o surgimento de poros interconectados que auxiliam no armazenamento de grandes quantidades de água subterrânea (LORANDI, et al, 2014; Iritani e Ezaki, 2008)

5. CONCLUSÕES

A Carta de Unidades Aquíferas produzida demonstrou que aproximadamente 94 % de Brotas tem características sedimentares, resultando principalmente da localização do município em um reverso de cuesta arenito-basáltica na bacia sedimentar do Paraná.

Tendo em consideração que 85 % do município de Brotas é considerado como área de recarga do Aquífero Guarani e a maior parte do uso do solo é composto por atividades agrícolas, estudos desta natureza tornam-se essenciais para garantir a qualidade e a quantidade de água subterrânea disponível.

Assim sendo, a Carta de Unidades Aquíferas do município de Brotas é fundamental para auxiliar na delimitação e restrição de zonas onde é possível ou não inserir atividades antrópicas, principalmente com o interesse em proteger áreas de recarga dos aquíferos, já que o diagnóstico é a primeira ação a ser tomada para o planejamento territorial.

Espera-se que os resultados deste trabalho possam servir como base de planejamento de ações por parte de gestores públicos, em prol da conservação dos recursos hídricos subterrâneos

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de recursos financeiros e pela concessão da bolsa de doutoramento, aportados ao Processo no. 2016/19020-0 e da bolsa BEPE-FAPESP, aportada no processo 2018/02836-2

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Holting, B. Cooldewey, W. (2018) Hidrogeology Introduction. In: Hidrogeology, Springer TextBooks in Earth Sciences. 349 p.
- Hirata, R. (2009). Recursos Hídricos. In: Teixeira, W; Fairchild, T.R; Toledo, M.C.M; Taioli, F. Decifrando a Terra. Editora Nacional. 3ª edição. 694p.
- Rocha Neto, M.B.; Sampaio, T.Q. (2014) Apresentação. In: Diniz, J.A.O. Manual de Cartografia Hidrogeológica. Recife. CPRM



– Serviço Geológico do Brasil, 2014.

LORANDI, R; LOLLO, J. A.; GUERRERO, J. V. R. Carta de unidades aquíferas aplicada ao zoneamento (geo)ambiental-Estudo de caso na bacia hidrográfica do Rio Claro (SP).. In: 14o. Congresso Nacional de Geotecnia, 2014, Covilhã. Atas do 14o. Congresso Nacional de Geotecnia. Lisboa - Portugal: Sociedade Portuguesa de Geotecnia, 2014. v. 1. p. 1-10.

SÃO PAULO – INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO (1981) Mapa Geológico do Estado de São Paulo - escala 1:500.000. São Paulo. Divisão de Minas e Geologia Aplicada. 2v. (IPT, Série Monografias, 6).

Schilling, G.H. (1993) Instrumentação e Análise dos Movimentos de Escorregamento da Encosta do Soberbo. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro. 237 p.

REFERÊNCIAS INTERNET

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. CETESB. Aquífero Serra Geral. 2016 Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/programa-de-monitoramento/consulta-por-aquiferos-monitorados/aquifero-serra-geral/>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE cidades - Brotas. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/brotas/panorama>

SÃO PAULO – Portal SIG RH. 2006; Geologia. Disponível em: http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/6381/i_2_1geologia.pdf Acesso em 15/10/2017