

GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA

Edison Archela¹
Valmir de França²
André Celligoi³

RESUMO: A bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga localiza-se ao norte da região urbanizada de Londrina, onde afloram rochas ígneas vulcânicas pertencentes à Formação Serra Geral. Fisiograficamente, a bacia está inserida num relevo suavemente ondulado a ondulado, muito comum em todo o Terceiro Planalto Paranaense. O Aquífero Serra Geral, devido às suas características litológicas, constitui-se em um meio hidrogeológico heterogêneo, onde o fluxo d'água se faz de maneira restrita, limitado a descontinuidades representadas pelos sistemas de diaclasamento da rocha. Uma maior coalescência de diáclases pode representar uma maior oferta de água subterrânea nesse tipo de aquífero. É o que acontece na área de ocorrência da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga, onde esse recurso é crucial para a manutenção das atividades rurais ali desenvolvidas.

Palavras-chave: ribeirão Jacutinga, aquífero Serra Geral, aquífero fraturado, hidrogeologia, bacia hidrográfica.

GEOLOGY, GEOMORPHOLOGY AND GROUND WATER AVAILABILITY IN HYDROGRAPHIC BASIN OF THE JACUTINGA BROOK

ABSTRACT: The hydrographic basin of the Jacutinga brook situated it the north of the urbanized region of the Londrina, where pertaining volcanic igneous rocks to the Serra Geral Formation. Physiographic, the basin is inserted in a relief softly wavy and waved one, very common in all the Third Paranaense Plateau. The Serra Geral Aquifer, had to its roach's characteristics, consists in a heterogeneous hydrogeology, where the water flow if makes in restricted way, limited by discontinuities represented for the systems of fractures of the rock. A coalescence greater of fractures can represent the biggest one offers of ground water in this type of water-bearing. It is what it happens in the area of occurrence of the hydrographic basin of the Jacutinga brook, where this resource is crucial for the maintenance of the agricultural businesses developed there.

Key-words: Jacutinga brook, Serra Geral Aquifer, fractured aquifer, hydrogeology, hydrographic basin.

ASPECTOS GEOLÓGICOS

A bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga localiza-se no limite urbano/rural norte da cidade de Londrina (Figura 1) que, por sua vez, situa-se na porção sudeste da Bacia Sedimentar do Paraná.

¹ Professor Assistente do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina – UEL. e-mail: archela@uel.br.

² Professor Adjunto do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina – UEL. Docente do Curso de Mestrando em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento (UEL).

³ Professor Adjunto do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina – UEL.

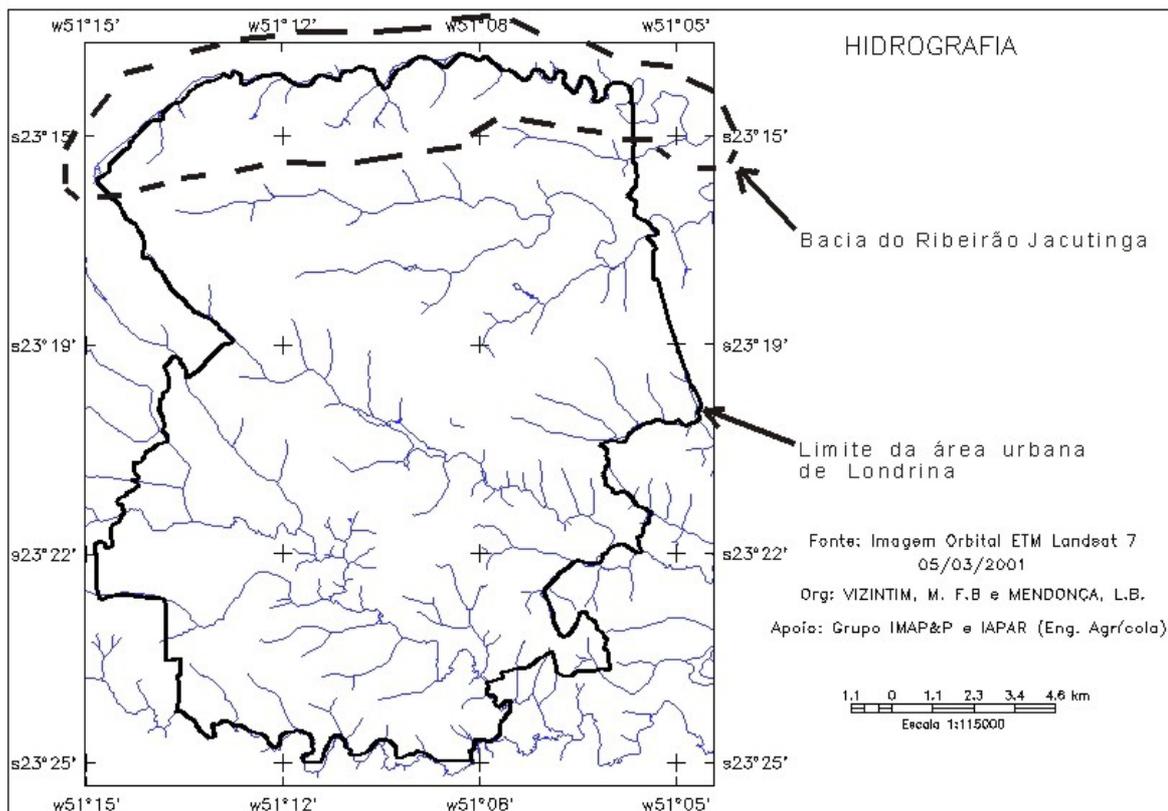


Figura 1 – Mapa hidrográfico de Londrina mostrando o limite da área urbana e a localização da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga. Fonte: parcialmente modificado de Mendonça e Barros (2002).

A Bacia Sedimentar do Paraná possui uma área de 1.600.000 Km², dos quais 1.000.000 Km² situa-se em território brasileiro, 400.000 Km² em território argentino, 100.000 Km² em território uruguaio e 100.000 Km² em território paraguaio. A maior parte dos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina (regiões central e ocidental) e Rio Grande do Sul (regiões norte, central e ocidental) situam-se nessa bacia sedimentar. Pequena parte do sudoeste de Minas Gerais (Triângulo Mineiro e adjacências) também se inclui na bacia. A parte brasileira do lado ocidental da bacia (margem direita do rio Paraná), dos limites com o Paraguai para o norte, até as latitudes inferiores a 13°, situa-se nos Estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e sul de Goiás (PETRI et al, 1984).

Os sedimentos paleozóicos afloram em faixas relativamente estreitas do leste paranaense. Na maior parte da área da bacia eles estão recobertos por rochas mesozóicas. Estas, por sua vez, afloram regionalmente, sendo subdivididas nos grupos São Bento e Bauru, e sedimentos continentais cenozóicos (Figura 2).

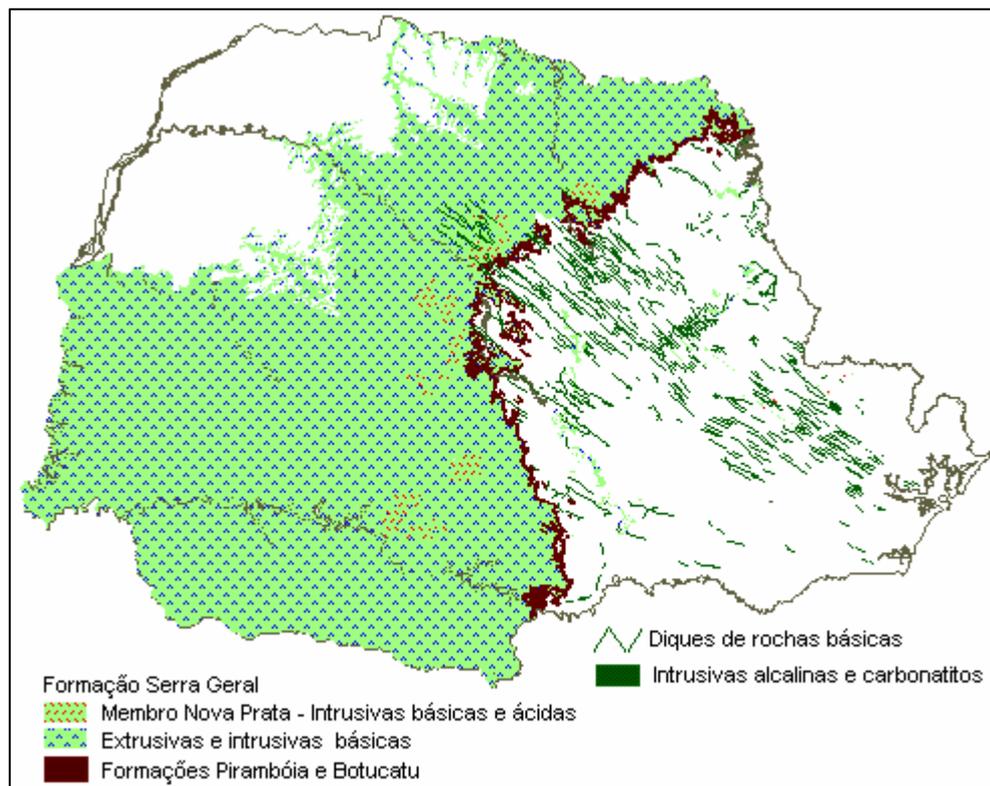


Figura 2 – Sedimentação e magmatismo mesozóico no Estado do Paraná. Fonte: PARANÁ – Minerais do Paraná S. A. (2003).

O Grupo São Bento é composto por sedimentos de idade triássica, representados pelos arenitos das formações Pirambóia e Botucatu, e pelos derrames vulcânicos, do tipo basáltico, da Formação Serra Geral, ocorridos durante os períodos Jurássico e Cretáceo. O Grupo Bauru é composto por sedimentos arenáceos, representados pelas formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília. Finalmente, os sedimentos cenozóicos ocorrem de forma irregular e restrita, normalmente margeando as drenagens fluviais atuais.

Na região de Londrina e, portanto, nos domínios do ribeirão Jacutinga, aflora a Formação Serra Geral, que como já referido, é composta por rochas ígneas vulcânicas. Os derrames podem ser individualizados em corpos tabulóides, denominados por trapps, representando cada episódio de atividade vulcânica do tipo fissural. Também podem ser individualizados diques de diabásio, além de outros corpos intrusivos, cujas composições podem variar de natureza basáltica toleítica a riodacítica.

As feições estruturais dos derrames basálticos são muito importantes sob o ponto de vista da hidrogeografia, e da hidrogeologia, além de, comumente, serem responsáveis pelas feições geomorfológicas regionais e locais. As feições estruturais aqui citadas são, destacadamente, referidas aos sistemas de fraturamentos e/ou cisalhamento

regionais, os quais possuem direções predominantemente NE-SW e NW-SE, e secundariamente E-W, conforme Zalán (1987).

Do ponto de vista litológico, as rochas que afloram na área em pauta apresentam, via de regra, texturas afaníticas a microcristalinas, com estruturas maciças ou vesículo-amigdaloidais. Disjunções esferoidais (acebolamento ou pedra bola, na linguagem popular) são as feições características quando as rochas apresentam-se em processo mais adiantado de intemperismo. Quando o processo intempérico não se encontra avançado, podem ser observadas as disjunções colunares, características das rochas ígneas, devido à perda de calor original. Na região em apreço, a espessura total dos derrames vulcânicos basálticos é, aproximadamente, da ordem de 850 metros (Figura 3).

ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

A localidade e região em apreço situam-se dentro de um compartimento geomorfológico denominado por Maack (1947) de “Terceiro Planalto Paranaense” (ou Planalto de Guarapuava). Esta compartimentação fisiográfica existe e delimita-se, ao mesmo tempo, do Segundo Planalto em decorrência, unicamente, dos derrames vulcânicos mesozóicos sobre os sedimentos paleozóicos e triássicos. Graças à maior resistência química e física dos derrames basálticos em relação às rochas sedimentares sotopostas, aquelas acabam por formarem uma capa protetora sobre estas, que com o passar do tempo e a ação da erosão remontante acabam por se constituírem em escarpas de serras monoclinais, denominadas geomorfológicamente por *cuestas*. A *cuesta* funciona como degrau estrutural, delimitando em nosso caso, as unidades de paisagem do segundo e terceiro planaltos, sendo conhecida por *Cuesta Mesozóica* ou *Jurássica* ou, ainda, *Serra do Cadeado*, mais localmente.

O Planalto de Guarapuava, na sua forma e estrutura, é considerado como uma região fisiográfica de *plateau*. A especificidade desses derrames e a sua disposição estrutural ditam as peculiaridades geomorfológicas do Planalto de Guarapuava, cujas formas superficiais são tabuliformes entremeadas com chapadas onduladas de encostas mais suaves.

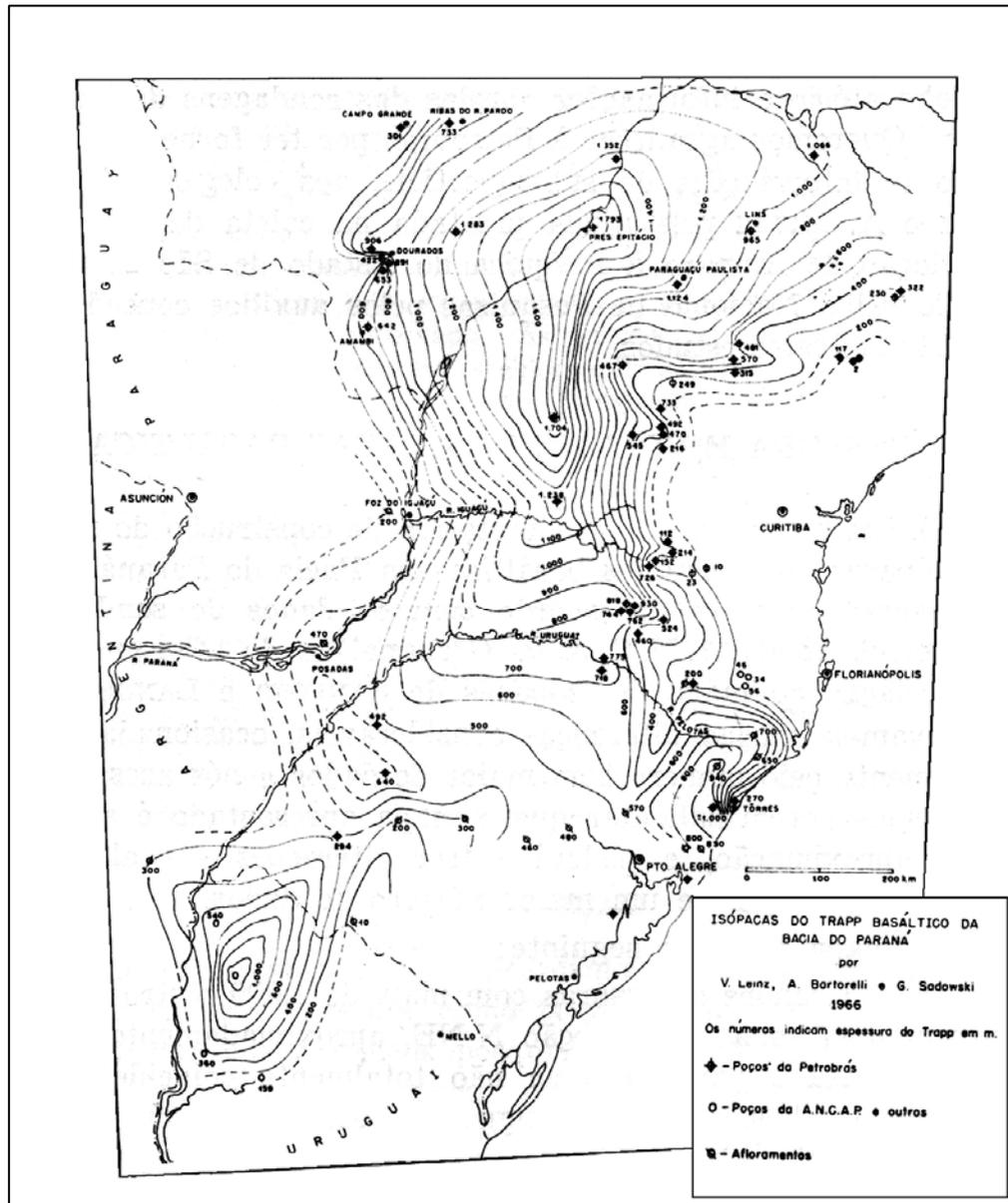


Figura 3 – Mapa de isoessuras (isópacas) para os derrames vulcânicos basálticos da Formação Serra Geral na Bacia Sedimentar do Paraná. As linhas tracejadas indicam a tendência das espessuras (devido à raridade de dados nesses locais). Fonte: Leinz *et al* (1966).

Maack (1947) subdividiu o Terceiro Planalto em quatro blocos principais a partir dos vales dos rios Ivai, Piquiri, Iguçu e Tibagi. São eles:

- Planalto de Apucarana – que ao norte, forma o divisor de águas Paranapanema-Ivai e constitui-se numa chapada suavemente ondulada com áreas de mesetas estruturais;
- Planalto de Campo Mourão – que forma o divisor dos rios Ivai e Piquiri e apresenta mesetas características em sua parte mais elevada;

- Planalto de Guarapuava – que ao sul, corresponde ao divisor dos rios Piquiri-Iguaçu, também composto por zonas de mesetas;
- Planalto de Palmas – que é constituído pela vertente norte do divisor Iguaçu-Uruguaí sendo parte integrante do Planalto de declive de Santa Catarina.

O carácter estrutural das mesetas, tão características do Terceiro Planalto, deriva das estruturas tabulares dos derrames vulcânicos, de maneira que os degraus representam as superfícies entre os empilhamentos sucessivos de lavas.

Assim, também os rios que drenam tal planalto apresentam um curso nitidamente conseqüente, condicionado às inclinações das rochas vulcânicas para oeste, sudoeste e noroeste. O rio Paraná, por sua vez, se constitui num receptor principal das drenagens, tanto da área enfocada, como dos estados e país vizinho, pois sua calha localiza-se no depocentro da Bacia Sedimentar do Paraná (SALVI et al, 2002).

HIDROGEOLOGIA E POTENCIALIDADE HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JACUTINGA

De uma forma geral, os mananciais hídricos podem ser divididos em dois tipos básicos, quanto à sua forma de ocorrência:

1. **Mananciais hídricos superficiais** – são aqueles que englobam todos os corpos d'água aflorantes, tais como rios e lagos; e
2. **Mananciais hídricos subsuperficiais** – estes, por sua vez, podem ser subdivididos em duas classificações, quanto à posição e relação das águas com o meio rochoso no qual acham-se inseridos:
 - 2.1. **Aqüífero freático** – localiza-se e relaciona-se à zona saturada da camada de solo e rocha alterada, não se encontrando confinado e nem sob pressão; e que nas depressões dos relevos acabam por emergirem formando um corpo hídrico superficial (rio ou lago);
 - 2.2. **Aqüífero subterrâneo** – encontra-se a uma maior profundidade no meio rochoso e que pode estar confinado e sob pressão. Normalmente, encontra-se mais protegido das variações pluviométricas e poluições locais.

Em escala regional, as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral constituem-se na camada confinante do Aqüífero Botucatu, bem como o substrato rochoso aonde se acumulam as águas provindas da cobertura sedimentar do Grupo Bauru, a noroeste do

Paraná; ou simplesmente, onde acumulam-se as águas pluviais que incidem diretamente sobre a Formação, que é o caso regional e local em foco.

Ao contrário dos sistemas aquíferos sedimentares, os quais possuem uma certa homogeneidade física, o sistema Serra Geral, pelas suas características litológicas, constitui-se em um meio hidrogeológico heterogêneo ou anisotrópico. Dessa forma, o modo de ocorrência da água subterrânea fica restrito às zonas de discontinuidades das rochas, sendo a vazão obtida em cada poço tubular, relacionada ao número e a condição de abertura das fraturas atravessadas pelas perfurações.

Guidicini e Campos (1968), estudando detalhadamente a morfologia dos derrames basálticos da Formação Serra Geral, propuseram um modelo de variação de textura e estruturas para um derrame típico (Figura 4). Nele, podem ser distinguidas três compartimentações:

1. **Porção superior de derrame:** Onde ocorrem as estruturas vesiculares e/ou amigdaloidais apresentando-se em diâmetros variáveis. Essas estruturas são produzidas a partir da segregação da porção volátil do magma, podendo coalescer em níveis próximos ao topo do derrame devido ao resfriamento mais rápido, pelo contato com a atmosfera. Nesta porção encontra-se presente, também, intenso diaclasamento horizontal, o qual é explicado pelo efeito da contração do corpo rochoso pela perda de calor e/ou alívio de pressão litostática. O efeito de corridas laminares sucessivas de lavas também pode produzir um pseudo-diaclasamento.
2. **Porção central de derrame:** Nesta porção do derrame a rocha é maciça e exhibe texturas afaníticas a microcristalinas. Possui diaclasamento predominantemente vertical em virtude do resfriamento lento das lavas por isothermas ascendentes.
3. **Porção inferior de derrame:** Zona de rocha normalmente vítrea, com espessuras não muito pronunciadas. A exemplo da porção de topo do derrame, apresenta-se com diaclasamento preferencialmente horizontal. Esta porção representa a soleira do derrame cujo resfriamento procedeu-se de maneira rápida, devido ao contato com o embasamento. Pode se apresentar brechada e ainda sobrepor-se a sedimentos arenosos intertrapianos.

Nas porções superiores e inferiores dos derrames vulcânicos haverá fluxo de água, preferencialmente, na direção areal horizontal, enquanto que, nas porções centrais ocorrerão fluxos verticais descendentes. Quando esse conjunto apresenta-se intemperizado, nas proximidades da superfície do relevo local atual (o que normalmente ocorre), esse

manto intempérico (ou manto de alteração) exerce a dupla função de armazenar e transmitir água pluvial para o meio fraturado, como também promover a surgência de água subterrânea, mantendo o fluxo das fontes alimentadoras das drenagens.

É comum a presença de pequenas fontes por toda a região da bacia do ribeirão Jacutinga, principalmente onde a cobertura vegetal é mais intensa. Leinz (1949, apud CELLIGOI, 1993) relaciona o aparecimento de níveis de fontes de água com a vegetação mais intensa na faixa de diáclases horizontais e de textura amigdalóide, dada a maior retenção da água de percolação.

A erosão e a decomposição seletiva das rochas fazem ressaltar, freqüentemente, na topografia, as unidades de derrame, formando “soleiras” com degraus sucessivos.

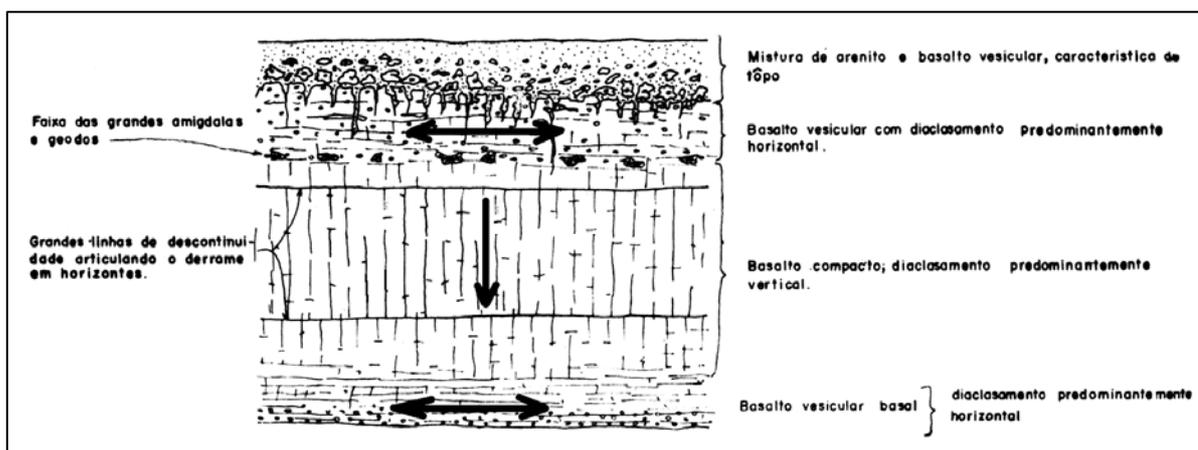


Figura 4 – Paisagem esquemática apresentando um derrame vulcânico típico na região (*trapp*). As setas em negrito indicam as direções preferenciais de fluxo d’água, conforme a orientação dos sistemas de juntas ou diáclases. Fonte: parcialmente modificado de Guidicini e Campos (1968).

Na área de ocorrência da bacia hidrográfica do ribeirão Jacutinga, bem como em toda a região norte do Estado do Paraná, ocorrem elevadas temperaturas atmosféricas durante a maior parte do ano, acompanhadas por densas precipitações pluviométricas. Esses dois parâmetros propiciam um intenso intemperismo químico nas litologias subjacentes. Com isso, formam-se os solos tropicais, cujas características, de uma maneira geral, são tipificadas pelo alto grau de intemperismo e lixiviação, resultando em um perfil de relevo muito comum na região em pauta. Nele, as partes mais altas correspondem a um relevo relativamente plano com manto de alteração bastante espesso. Esse manto intempérico sofre adelgaçamento em direção ao vale, e nas porções finais da vertente, torna-se ralo a inexistente, justamente onde o relevo é mais íngreme. Nesse local a rocha fresca, ou alterada, aflora produzindo um solo pedregoso (regossolo ou solo lítico) e,

portanto, impróprio à agricultura; mas, do ponto de vista ambiental, extremamente importante, devido ali ocorrerem as **surgências** (olhos d'água, na linguagem popular), vitais para a manutenção dos regimes hídricos dos canais fluviais (em nosso caso, do ribeirão Jacutinga). Porém, para que isso ocorra, é necessária a manutenção da vegetação ribeirinha (mata ciliar) por duas razões: primeira – para que a vegetação atue como agente catalisador e direcionador das águas pluviais em direção ao solo, alimentando os lençóis freático e subterrâneo, e conseqüentemente, mantendo o caudal do rio. A segunda razão, é para que o solo local seja protegido da erosão, e por conseqüência, não assoreie o canal fluvial.

Com relação às águas subterrâneas na região da bacia do ribeirão Jacutinga, podemos considerá-las como um recurso estratégico para fomentar as atividades econômicas, bem como domésticas, locais e até regionais; pois, as potencialidades hídricas subterrâneas na região em foco revelaram-se muito promissoras.

O resultado da análise e tratamento de dados de vazões para poços tubulares profundos no município de Londrina, realizados por Celligoi (1993), apontaram uma tendência de aumento das vazões d'água, radialmente da região central, mais urbanizada, para a periferia, nos quatro quadrantes. O efeito da “impermeabilização” do solo, provocado pela malha urbana, poderia ser uma das explicações dessa tendência; por outro lado, o fato da região central de Londrina estar localizada, geomorfologicamente, num espigão poderia ser a principal causa, já que as perfurações são, estatisticamente, homogêneas quanto à profundidade dos poços.

A tabela 1, a seguir, apresenta os dados de vazão média dos poços perfurados e em operação, classificados por região geográfica.

Tabela 1 – Vazões de poços tubulares profundos em operação em Londrina–PR.

Região	Vazão média (m ³ /h)	Vazões mínimas e máximas (m ³ /h)
Central	8,8	seco a 37,7
Leste	15,3	seco a 66,0
Norte	36,7	2,4 a 140,0
Sul	12,2	seco a 48,5
Oeste	10,1	seco a 33,0

Fonte: Celligoi (1993).

Verificamos na tabela 1, as regiões, suas potencialidades hídricas subterrâneas, em termos de vazões médias; e ainda, às respectivas classes por intervalo de vazão (terceira coluna da tabela). Podemos facilmente observar, que a região norte ostenta as maiores vazões médias (36,7 m³/h) e, também, o conjunto dos poços que, isoladamente, possuem as maiores vazões (140 m³/h), confirmando a “vocação” hídrica subterrânea para essa região que correspondente, em área, à bacia do ribeirão Jacutinga.

REFERÊNCIAS

- CELLIGOI, A. *Recursos hídricos subterrâneos da Formação Serra Geral em Londrina-PR*. 1993. 83.f. Dissertação (mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP.
- GUIDICINI, G.; CAMPOS, J. de O. Notas sobre a morfogênese dos derrames basálticos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, v.17, n.1, 1968.
- LEINZ, V.; BARTORELLI, A.; SADOWSKI, G. R.; ISOTTA, C. A. L. Sobre o comportamento espacial do trapp basáltico da Bacia do Paraná. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, v.15, n.4, 1966.
- MAACK, R. Breves Notícias Sobre a Geologia dos Estados do Paraná e Santa Catarina. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v.2, 1947.
- MENDONÇA, L. B.; BARROS, M. V. F. Mapeamento da vegetação de fundo de vale da cidade de Londrina – PR, a partir de imagens ETM Landsat 7. *Geografia: Revista do Departamento de Geociências*, Londrina, v.11, n.1, 2002.
- PARANÁ – Minerais do Paraná S. A. *Sedimentação e magmatismo mesozóico*. Disponível em: <http://www.pr.gov.br/mineropar/geoliii.html>. Acesso em 08 abril 2003.
- PETRI, S.; FÚLFARO, J. V. *Geologia do Brasil: Fanerozóico*. São Paulo: EDUSP, 1984.
- SALVI, R. F.; ARCHELA, E.; ARCHELA, R. S. Breve descrição da formação do território paranaense. *in*: Fresca, T. M.; Salvi, R. F.; Archela, R. S. (org.) *Dimensões do espaço paranaense*. Londrina: EDUEL, 2002, p.193-210.
- ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. de J. Tectônica e sedimentação da Bacia Sedimentar do Paraná. *in*: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 3º, 1987, Curitiba. *Atas...*v.1; p.441-474.