

HIDROGEOLOGIA DA CIDADE DE LONDRINA - PR

A. Celligoi\* e U. Duarte\*\*

\* Prof. Universidade Estadual de Londrina - PR  
 \*\* Prof. Deptº Geologia Econômica e Geof. Aplicada-Inst. Geociências-USP e Pesquisador do CEPAS

RESUMO

A cidade de Londrina, durante os últimos anos, tem experimentado um grande crescimento populacional e econômico. Tal situação tem levado grande parte da população a utilizar a água subterrânea como fonte de abastecimento. Devido às características litológicas das rochas basálticas da Formação Serra Geral, sobre as quais a cidade se localiza, a circulação e armazenamento da água subterrânea ficam restritos às descontinuidades das rochas que constituem as zonas aquíferas.

Foi realizado um cadastramento, no qual poços tubulares em suas vazões foram plotados num mapa, para obter-se um quadro geral da disposição dos mesmos e avaliação de tendência para as vazões. Análises químicas das águas de alguns poços foram realizadas. Os elementos maiores foram plotados no diagrama de Piper, fornecendo uma tendência de águas bicarbonatadas cálcicas.

A distribuição de poços e vazões indicou que diversos destes, localizados junto aos grandes alinhamentos estruturais, possuem vazões de até 81 m<sup>3</sup>/h, enquanto que a média por poço em Londrina é de 17,5 m<sup>3</sup>/h. Entretanto diversos poços de particulares não possuem um padrão compatível com as estruturas, atribuindo-se este fato à forma precária com que são feitos muitos dos testes de bombeamento, os quais mascaram o valor real da produtividade dos poços. As águas classificadas como bicarbonatadas cálcicas demonstram relação compatível com a natureza química e mineralógica dos derrames basálticos na região de Londrina.

PALAVRAS CHAVES

Hidrogeologia; Rochas Fraturadas; Basalto, Qualidade, Localização de Poços, Produtividade.

INTRODUÇÃO

A região de Londrina - PR localiza-se na porção Sudeste da Bacia Sedimentar do Paraná, na qual afloram localmente as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral abrangendo diversos distritos e formando o maior centro urbano e industrial do norte do Estado do Paraná.

O rio Tibagi que se desloca de sul para norte, orienta a rede de drenagem desta

área, recebendo dentro da região metropolitana de Londrina, os ribeirões Lindóia, Coati, Cafezal e Cambé, sendo este último represado em um trecho para a formação do lago Igapó.

A distribuição de água para Londrina é feita pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) através de poços tubulares e de captações superficiais sendo estas últimas responsáveis por cerca de 83% do volume de água distribuídas e que provém da rede de drenagem descrita acima, principalmente do ribeirão Cafezal.

Entretanto, o desenvolvimento econômico e populacional desencadearam uma demanda progressiva de água para o consumo doméstico e industrial. Dessa forma, o aproveitamento da água subterrânea na cidade de Londrina, durante os últimos anos, tem sido utilizado como fonte complementar no sistema de abastecimento.

Os poços tubulares na cidade de Londrina contribuem com cerca de 17% do volume de água distribuída, através de 14 poços que juntos lançam uma vazão de aproximadamente 13.000 m<sup>3</sup>/dia em média. Nestes números não estão incluídos os poços de terceiros, os quais abastecem a maior parte da indústria e condomínios residenciais da região.

#### ELEMENTOS FISIOGRAFICOS

Totalmente inserido na folha topográfica SF-22 V-11-4 Londrina-DGTC-1962, escala 1:50.000, o Município de Londrina abrange, além do distrito de Londrina, mais 8 distritos: Warta, Maravilha, São Luis, Irerê, Paiquerê, Lerroville, Guaravera e Tamarana. Neste contexto geográfico a região metropolitana de Londrina, com aproximadamente 130 km de área, localiza-se nas coordenadas geográficas 23°23' S e 51°11' W com altitudes variando entre 470 e 600 m acima do nível do mar.

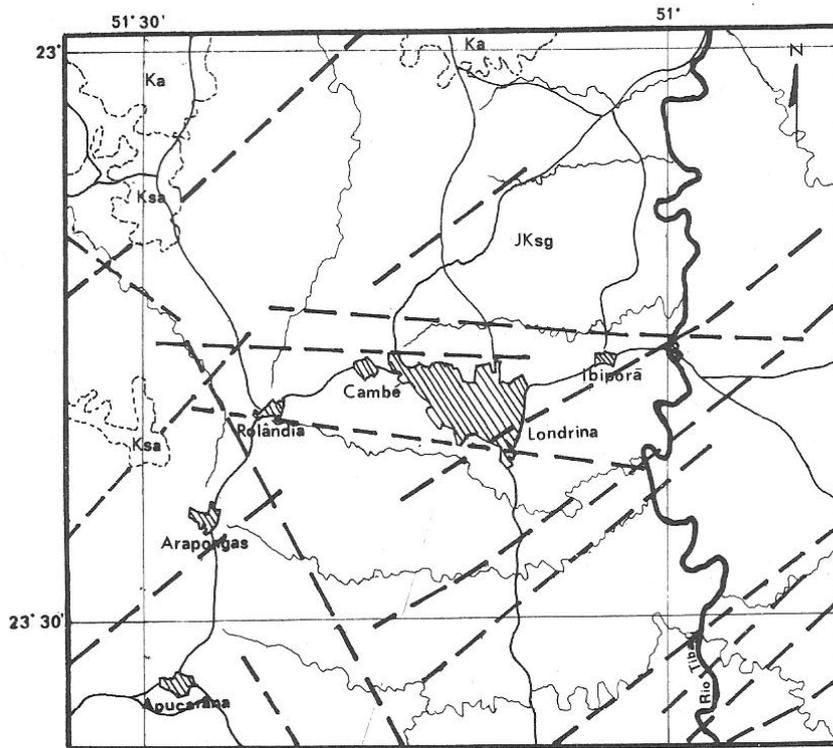
Observando-se as médias climatológicas do período entre 1958 a 1980, medidas na Estação Meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia de Londrina, pode-se dizer que a cidade de Londrina goza de uma temperatura média anual em torno de 20,7°C. O mês mais quente é fevereiro, apresentando temperatura média em torno de 23,9°C e os meses de junho e julho os mais frios, com temperaturas médias em torno de 16,6°C e 16,8°C respectivamente.

Londrina apresenta um total pluviométrico anual em torno de 1615 mm, sendo os meses mais chuvosos dezembro e janeiro, com médias pluviométricas acima de 220 mm e agosto o de menor precipitação, com 58 mm.

#### ASPECTOS GEOLÓGICOS

Segundo BIONDI (1963), a região de Londrina-PR localiza-se na porção sudeste da Bacia Sedimentar do Paraná, na qual afloram regionalmente as formações: Botucatu, Pirambóia e Serra Geral, bem como os sedimentos referíveis ao Grupo Bauru. (Fig. 1).

A Formação Botucatu é a unidade aflorante mais antiga na região, apresentando idades relacionáveis ao Jurássico. É constituída predominante por arenitos eólicos avermelhados de granulação fina a média com estratificações cruzadas de médio a grande porte. Localmente ocorrem depósitos de natureza areno-conglomerática e estratos restritos de siltitos e argilitos lacustres, bem como a presença de arenitos silicificados.



CONVENÇÕES GEOGRÁFICAS

-  cidade
-  vias de acesso
-  drenagem

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

-  contato inferido
-  falha e/ou fratura inferidas

UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

- Ka Formação Adamantina
- Ksa Formação Santo Anastácio
- JKsg Formação Serra Geral



situação da área no Estado

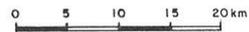


FIG. 1 — MAPA GEOLÓGICO — ESTRUTURAL

A Formação Serra Geral, de idade Juro-cretácea, é representada por uma sequência vulcânica constituída principalmente por uma série de derrames sobrepostos de basaltos e subordinadamente por riolitos, andésitos e traquitos, tendo cada der<sup>ra</sup>me espessuras que variam entre 5 e 25 m, com espessura total de 1500 m nas porções centrais da bacia. As estruturas principais constituem-se de grandes lineamentos e falhamentos com direção NW-SE e, subordinadamente NE-SW.

Segundo PICCIRILLO e MELFI (1988), a maioria dessas rochas vulcânicas são plotadas no campo toleítico, incluindo basaltos toleíticos, andesi-basaltos e andesi<sup>ti</sup>tos.

A cidade de Londrina localiza-se em sua totalidade sobre as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Tais rochas apresentam, via de regra, textura microcristalina, coloração escura, estrutura maciça e amigdaloidal ou vesicular, bem como intenso fraturamento.

A Formação Serra Geral é recoberta em discordância angular pelas várias formações que constituem o Grupo Bauru, constituído por pacotes arenosos de granulação fina a média.

#### HIDROGEOLOGIA

A região de Londrina, pelas suas características litológicas, apresenta duas formas de ocorrência de águas subterrâneas: o aquífero freático, que se relaciona à zona saturada da camada de solo e rocha alterada e as zonas aquíferas da Formação Serra Geral, que correspondem à rocha propriamente dita.

Em escala regional, as rochas vulcânicas desta formação constituem a camada confinante do aquífero Botucatu, bem como o substrato rochoso aonde se acumulam as águas provindas da cobertura sedimentar do Grupo Bauru.

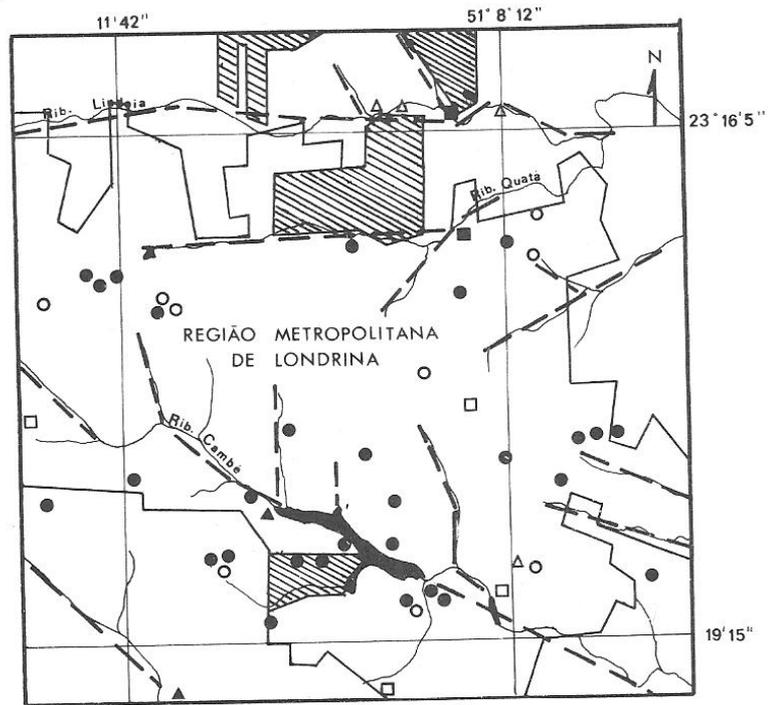
Ao contrário dos sistemas aquíferos sedimentares, os quais possuem uma certa homogeneidade física, o sistema Serra Geral, pelas suas características litológicas de rochas cristalinas, se constitui num meio aquífero de condições hidrogeológicas heterogêneas e anisotrópicas (Rebouças, 1978). Dessa forma, o modo de ocorrência da água subterrânea fica restrito às zonas de descontinuidade das rochas, sendo a vazão obtida em cada poço tubular, relacionável ao número e à condição de abertura das fraturas atravessadas pelas perfurações.

#### Poços Tubulares

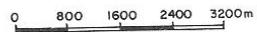
A necessidade de se minimizar os custos no abastecimento de água tem levado a maior parte do setor industrial e comercial, bem como condomínios residenciais, à utilização da água subterrânea como fonte complementar no abastecimento de suas propriedades. A utilização de poços tubulares tem sido a opção mais viável, na região metropolitana de Londrina, para o seu abastecimento de água.

Foi realizada uma análise cadastral de 170 poços tubulares na região, dos quais somente 47 puderam ser devidamente localizados e utilizados. (Fig. 2).

Os poços, que possuem em média 138 m de profundidade, revelam uma vazão média de 17,5 m<sup>3</sup>/h, vazão esta considerada satisfatória para meios fraturados. Entre tanto, através de um tratamento estatístico simples, foi revelado que 47% dos poços possuem vazões menores que 10 m<sup>3</sup>/h e que desta classe predominam poços com vazões entre 2 e 4 m<sup>3</sup>/h e 6 a 8 m<sup>3</sup>/h, podendo até muitas vezes serem secos (6,4% do total dos poços). Os dados de capacidade específica também são muito variáveis, com média de 1,29 m<sup>3</sup>/h.m, com valor máximo de 16,5 m<sup>3</sup>/h.m e mínimo de



CONVENÇÕES



- Area abastecida por captações superficiais
- Area abastecida por poços tubulares
- Represa
- Drenagem
- Falha e/ou fratura

POÇOS CADASTRADOS

- $Q \leq 10 \text{ m}^3/\text{h}$
- $10 < Q \leq 20 \text{ m}^3/\text{h}$
- $20 < Q \leq 30 \text{ m}^3/\text{h}$
- $30 < Q \leq 40 \text{ m}^3/\text{h}$
- ▲  $40 < Q \leq 50 \text{ m}^3/\text{h}$
- △  $Q > 50 \text{ m}^3/\text{h}$

FIG. 2 - MAPA DE POÇOS CADASTRADOS

0,09 m<sup>3</sup>/h.m com moda de 0 a 1 m<sup>3</sup>/h.m.

Os tipos de controles sobre as perfurações nessa litologia, amplamente discutidos por FRAGA (1986), REBOUÇAS (1978) e outros autores são: estruturas aliadas a alinhamento de drenagens; espessuras dos derrames em virtude dos tipos texturais e estruturais que possam advir; corpos intrusivos e recobrimento sedimentar. Destes, o principal fator a ser observado é o de estruturas aliadas a drenagens, em virtude de que fraturamentos tectônicos subverticais, uma vez cortando as estruturas intraderrames, poderão favorecer a circulação e o armazenamento de água.

Em Londrina, diversos alinhamentos são evidenciados, sendo alguns muito marcantes, como o do ribeirão Lindóia, ribeirão Quatá e ribeirão Cambé. Os poços localizados junto a estes alinhamentos quando devidamente controlados, possuem vazões um tanto maiores que os demais. Um exemplo é o alinhamento do ribeirão Lindóia, que possui vários poços com vazões superiores a 50 m<sup>3</sup>/h e um com 81 m<sup>3</sup>/h.

Os outros alinhamentos não são contemplados com essas características, embora não se descarte a possibilidade de outras regiões serem delimitadas, uma vez que a maioria dos poços particulares não possuem hoje confiabilidade quanto aos dados de vazões, em virtude da forma precária com que são feitos os testes de bombeamento que, com bombas subdimensionadas não contém muitas vezes, nem os dados dos níveis estático e dinâmico. Este fato compromete até mesmo os resultados de capacidade específica, os quais são usados amplamente para avaliação de produtividade, mesmo sendo este um aquífero com entradas de água pontuais.

#### Captações rasas

As captações rasas, através de poços rasos ou cacimbas, constituem-se em uma das alternativas de exploração de água para as zonas periféricas de Londrina. Poços cacimba consistem em escavações de diâmetro, em geral, entre 0,9 e 1,1 m, até uma profundidade que ultrapassem o nível freático médio, estando este na camada de solo ou rocha alterada.

Segundo Duarte e Kanehisa (1986), a conservação deste tipo de captação é precária, permitindo a entrada de vetores e insetos, além de materiais poluentes diretamente através dos orifícios deixados para a passagem de tubos e fiações ou mesmo por formigueiros. Várias são as fontes de poluições por atividade domésticas, destacando entre elas: fossas secas e negras, estas mais comuns, além de fossas sépticas, esgotos e resíduos sólidos.

De 33 poços visitados, 26 são de captação através de bombas e 7 são de captação manual, através de sarrilhos. Observa-se que tanto por captação motorizada, quanto manual, a proteção sanitária destes deixa muito a desejar, utilizando para tal caixas de madeira não recomendáveis, ou mesmo lajes ou tijolos com orifícios, permitindo com isto a introdução de agentes estranhos, bem como a falta de estruturas que protejam contra a infiltração direta de águas de chuva e enxurradas.

A falta de informação e principalmente a inexistência de recursos econômicos levam os usuários deste tipo de água à construção e localização equivocada e precária dos poços e dos despejos de efluentes domésticos.

#### ASPECTOS GEOQUÍMICOS

As rochas basálticas da Bacia do Paraná constituem termos de séries toleíticas, quer em caracteres de gênese, quer em evolução (Rüegg;1975), incluindo basaltos toleíticos, andesi-basaltos e andesitos (Piccirillo e Melfi, 1988). Desta análise detalhada, evidencia-se uma diferenciação generalizada onde predominam vários tipos de andesitos, dacitos e riódacitos.

Uma análise da distribuição de frequência dos óxidos nas rochas evidencia uma predominância de sílica sobre os demais óxidos e o óxido de cálcio sobre o de magnésio e sódio, tanto na região de Londrina, quanto na média geral da Bacia.

Para as considerações sobre os aspectos geoquímicos das águas subterrâneas foram coletadas 11 amostras de água, pela SUREHMA, para análises físico-químicas de poços tubulares da região metropolitana de Londrina.

Os resultados desta análise foram plotados no diagrama de Piper, sendo possível então obter-se uma visão sucinta das características químicas das águas do aquífero Serra Geral nesta região. Embora sendo poucas as amostras analisadas, já fornecem uma forte tendência, que é a das águas bicarbonatadas cálcicas.

Tal classificação tem ampla relação com a natureza química dos derrames basálticos, na qual, segundo a distribuição de frequência dos óxidos nas rochas, predomina o óxido de cálcio sobre os de sódio e magnésio, bem como os altos teores de sílica dissolvida (37 mg/l) e sólidos totais dissolvidos (140 mg/l).

Ainda sobre o caráter cálcico dessas águas subterrâneas é válido mencionar que as águas podem circular pelas vesículas e amígdalas distribuídas pela rocha e se enriquecem de cálcio, uma vez que as mesmas se encontram muitas vezes parcialmente ou totalmente preenchidas por calcitas e zeólitas.

Quanto aos índices de saturação e de potabilidade, as águas se classificam como ligeiramente corrosivas, porém de boa potabilidade. Quando à taxa de absorção de sódio, estas se classificam como sendo muito boa para irrigação de áreas cultivadas, não havendo restrições ao tipo de cultura a ser desenvolvida.

#### CONCLUSÕES

Devido às características litológicas das rochas basálticas, a circulação e o armazenamento da água subterrânea ficam restritos a fraturas, falhas, bem como às feições ligadas ao fluxo e resfriamento da lava.

A utilização de poços tubulares tem sido uma opção viável para a utilização da água subterrânea como forma de minimização dos custos no abastecimento do setor industrial, comercial e residencial.

A análise cadastral de 47 poços, com média de 138 m de profundidade, revelou uma vazão média de 17,5 m<sup>3</sup>/h. Grande parte dos poços pertencentes à companhia de água de Londrina localizados junto aos alinhamentos estruturais principais, possuem vazões que chegam a 81 m<sup>3</sup>/h. Conclui-se, assim, que um controle estrutural, como mencionado anteriormente, sobre a locação dos poços é de extrema importância.

Observa-se, entretanto, que diversos poços localizados junto a alinhamentos estruturais não possuem vazões que se destacam da média. Explica-se isto no fato de que muitos dos testes de bombeamento realizados em poços de particulares são feitos com bombas subdimensionadas, não contendo, muitas vezes, nem valores dos níveis estático e dinâmico. Dessa forma, o resultado geral na distribuição dos poços e vazões assume uma forma quase que aleatória, como visto na Fig. 2, não

possuindo um padrão compatível com as estruturas geológicas mencionadas.

Regiões periféricas da cidade não atendidas por rede de distribuição recorrem frequentemente a captações rasas, como poços cacimba, na necessidade de suprimento de água em pequenas propriedades. Nas regiões visitadas, essas captações possuem quase sempre conservação precária e proteção sanitária a desejar, sendo necessárias orientações técnicas quanto à construção, bem como à locação em relação aos despejos de efluentes domésticos.

As águas coletadas dos poços tubulares e que foram classificadas como bicarbonatadas cálcicas, demonstram uma relação com a natureza química dos derrames basálticos, em virtude da distribuição de frequência dos óxidos principais nas rochas, onde predomina o óxido de cálcio em relação aos de sódio e magnésio, bem como também dos altos teores de sílica dissolvida nas águas. Há de se mencionar que o caráter cálcico das águas subterrâneas pode ter contribuição das vesículas e amígdalas da zona de desgaseificação dos derrames, uma vez que as mesmas, na região, são preenchidas por calcitas e zeólitas.

#### BIBLIOGRAFIA

- Biondi, J.C. (1983). Mapa geológico do Estado do Paraná - escala 1:500.000, Mineropar - inédito.
- Corrêa, A.R. (1982). Características climáticas de Londrina - IAPAR - Circ. nº 5 2ª ed.
- Duarte, U. & Kanehisa, M.S. (1986). Captações rasas em zonas urbanas. 4º Cong. Bras. Águas Subt. Brasília - DF. Anais 237-250.
- Fraga, C.G. (1986). Introdução ao zoneamento do sistema aquífero Serra Geral no Estado do Paraná. Dissertação de mestrado IG/USP.
- Piccirillo, E.M. & Melfi, A.J. (1988). The mesozoic flood volcanism of the Paraná Basin: petrogenetic and geophysical aspects. I.A.G. 600 p.
- Rebouças, A.C. (1978). Potencialidades hidrogeológicas dos basaltos da Bacia do Paraná no Brasil. An. XXX Cong. Bras. Geol. Recife. PE.
- Rüeg, N.R. (1975). Modelos de variação química na província basáltica do Brasil meridional: características de teor, distribuição geográfica e diferenciação. Tese de Livre-Docência IG/USP.