

## POTENCIAL HIDROGEOLÓGICO DA BACIA DO PARANÁ — BRASIL

**Aldo da Cunha Rebouças**

Instituto de Geociências  
Universidade de São Paulo

### ABSTRACT

The sedimentary basin of the Paraná (1,600,000 km<sup>2</sup>) is the most important groundwater reservoir of the South America. The Brazilian portion (1,000,000 km<sup>2</sup>) is located between the parallel 16° and 32° south latitude and the meridian 47° and 56° of W longitude. The Paraná basin extends over the most developed region of Brazil with more than 40 M inhabitants.

A considerable number of deep wells (about 15,000) have been drilled by municipalities and industrial concerns. During the last decade utilization of ground water by wells continues to accelerate (20 wells per day), whose depths range from one hundred to two thousand meters, but only a small proportion are more than 500 meters to reach the best aquifer: the Botucatu sandstone.

The yield of the wells range from ten to more than one thousand cubic meters per hour; specific capacities between 0.02 to 15 cubic meters per hour per meter.

The exploitable reserves of the most important water-bearing formations are of about 80,000 M cubic meters per year.

Costs of pumped water mean 1/3 to 2/3 the costs of the surface water currently in use for the purpose of public water supply. The main task we are confronted is to speed up the exploitation of water resources, in view of the agricultural and industrial advances and development. The potentialities must be used, but that can only be accomplished when, without losing sight of reality, we make use of a rational and flexible planning.

### INTRODUÇÃO

A vasta Bacia Sedimentar do Paraná, localizada no centro-leste da América do Sul, abrange uma área de 1.600.000 km<sup>2</sup>, distribuídos pelos territórios de quatro países. A parte brasileira, objeto desta análise, atinge cerca de 1.000.000 km<sup>2</sup> e está compreendida entre os paralelos 16° e 32° de latitude sul e meridianos 47° e 56° de longitude W; a área restante encontra-se assim distribuída: Argentina - 400.000 km<sup>2</sup>, Paraguai 100.000 km<sup>2</sup> e Uruguai - 100.000 km<sup>2</sup> (Figura 1).

Avalia-se em quinze mil o número de poços em exploração. Assinala-se uma profusa bibliografia tratando de diferentes aspectos da exploração das águas subterrâneas da Bacia do Paraná, destacando-se: HAUSMANN, 1956, 1966; LEINZ & SALIENTIEN, 1962; MEZZALIRA, 1967, 1974, 1977; ARID, 1970; SINELLI, 1979; PEREZ et al., 1970; MAACK, 1970; BRITO NEVES & TOMAZ DE ALBUQUERQUE, 1973 e DAEE, 1974, 1976, 1979, dentre outros. Enfo-

cou-se os aspectos hidrogeológicos da área de um ponto de vista essencialmente quantitativo, uma vez que não existe, em geral, limitação de qualidade. Desse modo, os dados disponíveis em bibliografia relativamente profusa receberam um tratamento de homogeneização e foram complementados com aqueles por nós coligidos, visando, fundamentalmente, a caracterização dos parâmetros hidrodinâmicos e dimensionais dos principais sistemas aquíferos e avaliação dos recursos.

#### ELEMENTOS FISIO-CLIMÁTICOS

A Bacia Geológica do Paraná, pela sua grande extensão, apresenta diferentes tipos de clima, mercê das variações de latitudes que a abrangem (cerca de 20°), das condições de relevo (altitudes de 100 até a proximadamente 1.800 m) e de fatores meteorológicos diversos.

A análise do quadro morfológico, representado na escala 1:2.500.000, mostra que o traço característico é seu delineamento em altiplanos escalonados. Partindo-se do leste, transpõem-se sucessivas linhas de escarpas que representam os degraus. No Estado do Paraná esse aspecto é muito nítido. Assim, tem-se, de leste para oeste, os seguintes altiplanos: a Serra do Mar, o Planalto Central e o Planalto Ocidental da Serra Geral.

Em termos de hipsometria, podemos identificar quatro superfícies principais: 0-200m, 200-500m, 500-800m e 800-1.200m. Esculpidas em terrenos sedimentares sub-horizontais e de diversificada litologia, estas superfícies apresentam feições típicas de seus substratos: plataformas estruturais, perfis escalonados, testemunhos tabulares, mesas e formas afins, permanecendo a característica de planaltos dissecados, terminando em "cuestas" marcantes ou suavizadas.

O domínio hipsométrico de 500 a 800m, na sua forma tabular elevada, condicionando a formação de uma festonada e expressiva "cuesta", a chamada Serra Geral, corresponde à expressão dos extensos derrames basálticos. Pertence, também, a esta superfície, a "depressão periférica" (ALMEIDA, 1964), cujo relevo comporta muitas variações de altitudes, mercê da diversificada litologia, correspondendo à zona de afloramento das diversas formações sedimentares que constituem os sistemas aquíferos confinados da bacia. No extremo norte da área, destaca-se ainda o planalto arenítico (Formação Bauru), dissecado pela erosão regressiva dos rios.

A influência do relevo é muito importante na caracterização das condições de exploração dos aquíferos através de poços. Efetivamente, os níveis d'água dos aquíferos livres tornam-se profundos a muito profundos no domínio dos altiplanos e serras, enquanto podem chegar a ser subaflorantes nas zonas deprimidas do relevo. Os aquíferos confinados, mormente o sistema Botucatu, apresentam condições de artesianismo nos domínios hipsométricos situados abaixo de 500m, em média. REBOUÇAS (1976)

No amplo domínio da Bacia Sedimentar do Paraná há uma grande variação da cobertura vegetal, que vai desde extensas áreas de campos, intensamente utilizados para agricultura e pecuária, às áreas cobertas por densas matas virgens, passando por zonas de cerrado.

Os solos da bacia são, em grande parte, férteis, bem regados e drenados por sistema hidrológico favorável. Sob clima predominantemente saudável, as atividades agrícolas e pastoris atingem considerável extensão e intensidade. Com relação aos solos, a uniformidade é marcante. Predominam, na quase totalidade da bacia, solos lateríticos.

Cerca de 70% de sua área em território brasileiro pertence ao cinturão tropical.

A chuva constitui a forma principal das precipitações. Pode-se dizer que a neve, praticamente, não desempenha papel importante na área. O granizo é observado com mais frequência, mas é de importância local. O granizo é um fenômeno raro que se verifica ocasionalmente em pequenas partes da frente de aguaceiros. Por isso, o granizo escapa facilmente à observação nas estações meteorológicas e pluviométricas.

O mapa de isoietas (Figura 2) mostra que a pluviometria média anual (1931-1960) varia de 2.400 mm a 1.000 mm. O intervalo 1.200-1.400

mm abrange, virtualmente, todo o domínio intertropical da bacia sedimentar. Os valores superiores a 1.400mm formam figuras concêntricas, atingindo o máximo de 2.400 mm no domínio das terras montanhosas do Paraná e norte de Santa Catarina.

#### FEIÇÕES LITOESTRATIGRÁFICAS

A porção brasileira da Bacia Sedimentar do Paraná (1.000.000 km<sup>2</sup>) é o objeto principal deste estudo.

Globalmente, trata-se de uma bacia intracratônica de forma elíptica, com eixo maior de direção NE-SW, coincidindo, aproximadamente, com o curso atual do rio Paraná. Os sedimentos acumulados nesta ampla e vasta sinéclise (1.600.000 km<sup>2</sup>) alcançam um máximo de 7.825 metros de espessura total (Figura 3). São rochas de natureza litológica predominantemente clástica, que datam desde o Siluriano até o Cretáceo Superior, conforme a coluna ainda mais frequentemente adotada (NORTHFLEET et al., 1969).

#### OS AQUÍFEROS PRINCIPAIS

Os reservatórios de água subterrânea são unidades hidrogeológicas caracterizadas por: parâmetros dimensionais (extensão, espessura e geometria) que são impostos pela geologia estratigráfica e estrutural; por parâmetros hidrodinâmicos (transmissividade, armazenamento ou porosidade efetiva), que dependem dos padrões faciológicos; pelas condições de recarga e descarga; e pelas variáveis de estado que descrevem a situação do aquífero em cada instante (superfície piezométrica, importância das reservas, aspectos da qualidade, condições de exploração, etc.). A fim de bem operar o sistema aquífero para produção de água, é necessário dispor-se de todas essas informações, além dos aspectos de ordem técnica e econômica.

As características hidrodinâmicas foram obtidas através de análise dos perfis geológicos dos poços, dados de nível piezométrico, testes de bombeamento, análises granulométricas, determinações de permeabilidade de em laboratório e interpretação de diagrfias elétricas.

O sistema aquífero mais importante da região, representando cerca de 80% do potencial hidrogeológico da Bacia Geológica do Paraná, é o aquífero Botucatu. O conjunto arenoso Botucatu, Pirambóia e Rio do Rasto é, em sua quase totalidade, confinado e mergulha em direção ao centro da bacia, subjacente aos derrames de basalto da Formação Serra Geral. De segunda importância, do ponto de vista do potencial de exploração, aparecem as zonas aquíferas da Formação Serra Geral e o sistema formado pelas Formações Bauru e Caiuá. No quadro 1 apresentamos as características fundamentais destes sistemas principais. Vale ressaltar o intervalo de variação da vazão específica do aquífero Botucatu, função da característica do poço que isola mais ou menos o arenito Botucatu propriamente dito de excelente permeabilidade e capta os termos inferiores (Pirambóia - Rio do Rasto) por vezes muito argilosos. Aquíferos de menor importância, como as Formações Furnas, Palermo e Rio Bonito, além de passagens arenosas da Formação Estrada Nova e demais seqüências predominantemente pelíticas, encontram-se restritos a algumas zonas no domínio dos afloramentos. As possibilidades de exploração tronam-se rapidamente proibitivas, devido às grandes profundidades a que são projetadas, na medida que se caminha para o centro da bacia. Finalmente, as características faciológicas das seqüências encaixantes e condições de circulação fazem com que as possibilidades de ocorrência de água de boa qualidade sejam muito aleatórias. As salinidades são, geralmente, elevadas e apresentam um forte cheiro de gases. De modo geral, as melhores possibilidades ficam restritas aos domínios aflorantes.

Nos terrenos pertencentes ao embasamento cristalino regional, de idade pré-cambriana, as possibilidades hidrogeológicas são ligadas a características locais e excepcionais - zonas fraturadas e/ou muito impermeabilizadas. São, portanto, possibilidades que somente poderão ser de

finidas e precisadas através de estudos de detalhe; escapam, assim, ao objetivo e escala desta análise.

A literatura hidrogeológica arrola alguns estudos prévios que apresentam uma boa quantidade de dados sobre os aquíferos Bauru e Serra Geral, sinal evidente de sua importância regional. REBOUÇAS (1976).

Os parâmetros dimensionais foram obtidos através de análise das seções geológicas e perfis dos poços, de modo especial daqueles pertencentes a Petrobrás, tendo em vista que os demais são parcialmente penetrantes e oferecem dados pouco consistentes ou não oferecem informação nenhuma, com exceção da dúzia de poços profundos para água constante do quadro 2.

### AVALIAÇÃO DAS RESERVAS

A Bacia do Paraná constitui, sem dúvida, a mais importante província hidrogeológica do Brasil, em função da sua aptidão em armazenar e liberar grandes quantidades de água e pelo fato de se encontrar nas proximidades das regiões relativamente mais povoadas e economicamente mais desenvolvidas do país.

A avaliação quantitativa das reservas, conquanto a nível preliminar, é de fundamental importância para o planejamento da exploração dos aquíferos.

De forma praticamente unânime, consideram-se as reservas dos aquíferos sob três aspectos principais:

Reservas reguladoras, isto é, o volume de água da zona de flutuação (anual ou sazonal) do nível de saturação. Correspondem ao volume da realimentação anual ou estacional.

Reservas permanentes - volume de água da parte do aquífero situada abaixo da zona de flutuação anual ou estacional. Nas condições naturais, este volume varia somente em intervalos de tempo geológico. Assim, enquanto as reservas permanentes dão uma idéia da grandeza do volume de água armazenada no aquífero, as reservas reguladoras indicam as suas condições de recarga.

Recursos exploráveis - a capacidade de armazenamento de um aquífero pode ser fraca mas seu rendimento considerável se sua alimentação é assegurada. Inversamente, as reservas permanentes podem atingir dimensões consideráveis, mas ser fracamente realimentadas. Em consequência a grandeza dos recursos exploráveis poderá ser superior, igual ou inferior ao valor da recarga dos aquíferos no seu estado natural. Por outro lado, o bombeamento de água de um aquífero qualquer provoca um aprofundamento do seu nível e, conseqüentemente, aumento dos gradientes hidráulicos. Se o regime de fluxos ainda permanece linear, isto é, obedece à lei de Darcy, a vazão de escoamento aumentará proporcionalmente ao incremento dos gradientes hidráulicos. Tais efeitos são sobretudo sensíveis nos aquíferos livres, engendrando crescimento das taxas de recarga.

No quadro 3 apresentamos as ordens de grandeza das reservas dos aquíferos Botucatu e Bauru. A avaliação de reservas dos basaltos é pouco consistente face ao caráter relativamente localizado das zonas aquíferas. A sua avaliação só será possível quando dispusermos de dados que permitam estimar as proporções relativas entre domínios aquíferos e não aquíferos.

Tendo-se adotado, sistematicamente, grande margem de segurança nos cálculos, as reservas avaliadas podem ser encaradas como ordens de grandeza pessimistas. Não obstante, observa-se que os recursos exploráveis são cerca de vinte vezes superiores à demanda da população atual - (40 milhões), considerada a taxa "per capita" de 300 litros/habitante / dia.

Ressalte-se, ainda, que as potencialidades exploráveis não são valores numéricos constantes, pois, podem variar em função da evolução dos meios técnicos e financeiros de exploração, das influências sobre

os componentes do balanço, das condições econômicas dos projetos e da necessidade de se garantir o desenvolvimento de um contexto ecológico mais ou menos equilibrado.

#### ASPECTOS DE GESTÃO

Nesta análise deve-se considerar que os recursos explotáveis podem variar no espaço e no tempo, em função das condições hidrogeológicas, do efeito das explorações sobre o regime de fluxo nos aquíferos, da disposição e concepção das obras de captação e dos equipamentos de exploração, dentre outros fatores. Nestas condições a diferença que existe entre os aquíferos profundos ou confinados e os aquíferos livres e rasos tem influência não somente sobre as previsões relativas a sua exploração, bem como sobre a maneira de estudá-los e os objetivos a atingir em cada caso. Com efeito, os aquíferos livres e pouco profundos apresentam, normalmente, uma reserva reguladora muito importante em relação com a permanente. Em consequência, torna-se prioritária a avaliação precisa das reservas reguladoras e suas flutuações sazonais. A metodologia adotada pelo estudo reconhece, também, que toda e qualquer exploração de um aquífero livre engendra um abaixamento dos níveis de água e, consequentemente, induz maiores taxas de recarga. Ao contrário, os volumes armazenados nos aquíferos confinados, como o sistema Botucatu, praticamente não variam. Este comportamento é função da distância da zona de recarga e pode provir do fato de o fluxo subterrâneo ser muito lento. Por conseguinte, as condições de estado praticamente não sofrem as perturbações ou as acusações num lapso de tempo extremamente longo, em relação com as curtas flutuações climáticas. Nestes termos, no estudo da gestão do aquífero Botucatu para produção de água, prioridade deve ser dada à determinação das características dimensionais e hidrodinâmicas e condições de exploração, mediante o estabelecimento de modelos de gestão técnico-econômica. O escoamento deverá ser evidentemente estudado, mas, podemos nos contentar com um conhecimento esquemático, tendo em vista precisar as condições limites e o regime hidráulico do sistema aquífero em questão.

Ressalta-se ainda que, atualmente, o conceito clássico, segundo o qual não se devia explorar além das reservas reguladoras ou ativas, torna-se desprovido do sentido. Com efeito, toda e qualquer exploração dos sistemas aquíferos livres ou confinados vai se traduzir por uma nítida queda dos seus níveis piezométricos e, portanto, por uma inevitável redução de suas reservas permanentes e modificação das condições de recarga. A única resposta possível consiste na realização do modelo de gestão através das técnicas de análise de sistemas, as quais permitem o exame sistemático de um grande número de diferentes alternativas para atingir um objetivo, procurando aquela que é considerada ótima, de acordo com um critério adotado.

De primeira importância, em termos de volume das reservas, destaca-se o sistema aquífero Botucatu. Esse manancial ocorre virtualmente sobre todo o domínio da Bacia Geológica do Paraná. Ao contrário do aquífero Bauru, constitui um sistema confinado por excelência.

O sistema aquífero Botucatu mergulha em direção ao centro da bacia, subjacente aos derrames de basaltos da Formação Serra Geral. Se essa situação lhe propicia, de uma lado, uma excelente proteção contra os riscos de poluição, engendra, do outro lado, grande aumento dos custos de captação. As possibilidades de exploração tornam-se rapidamente proibitivas para os utilizadores em geral, na medida que se caminha para o centro da bacia. Ademais, as suas vazões potenciais são de tal forma importantes que se torna imprescindível a execução de poços convenientemente projetados e que visem uma máxima eficiência técnica e econômica. Esse é, aliás, o objetivo principal dos utilizadores de poços nos países mais ricos e desenvolvidos, onde não é concebível desperdiçar recursos hídricos ou financeiros.

Em termos de custo, verifica-se que, mesmo nas condições mais desfavoráveis, o valor monetário médio do metro cúbico produzido é inferior de 1/3 a 2/3 daquele que seria obtido dos mananciais de superfície

alternativos para o abastecimento de demandas situadas entre 300 e 700 m<sup>3</sup>/h. Portanto, sua utilidade, para abastecimento, em geral, poderá ser auferida através de seu conhecimento e da aplicação de técnicas de captação e de gestão dos recursos que visem a obtenção da máxima produtividade por m<sup>3</sup> de água disponível.

Outro uso potencial de grande alcance econômico e social das águas do sistema Botucatu e outros aquíferos profundos da bacia é representado pelos grandes volumes de águas quentes, com temperaturas entre 50 e 120°C. A exploração desse tipo de recurso geotermal, dito de baixa temperatura, tem um desenvolvimento muito recente. Destina-se, fundamentalmente, ao aquecimento e/ou refrigeração de casas, desenvolvimento de culturas de estufa, pisciculturas e centros de lazer.

A exploração desses recursos geotermiais poderá livrar do frio as mais importantes cidades interioranas da área e proporcionar um grande reforço dos seus potenciais turísticos. Nesse particular, vale destacar a condição excepcionalmente favorável, tendo em vista a existência de mais dois aquíferos sotopostos, com águas fortemente mineralizadas e mais quentes. Nesses termos, poder-se-ia explorar o aquífero Botucatu para uso múltiplo, ou reservá-lo para o abastecimento público e utilizar os aquíferos Palermo, Rio Bonito e Furnas como fontes geotermiais. As reservas, embora muito importantes, poderão receber uma recarga adicional mediante a injeção das águas usadas. Essa solução resolveria os problemas relativos ao rejeito das águas altamente mineralizadas através dos rios ou outros exutórios naturais.

O aquífero Bauru, muito embora ocupe menos de um terço da área, participa com perto da metade dos recursos exploráveis. Essa condição advém do fato de ser um sistema livre, local e ocasionalmente freático e submetido a uma abundante recarga. É, por conseguinte, um aquífero de fácil acesso às diferentes classes de utilizadores. Contudo, essa condição de ocorrência faz com que o manancial nele acumulado seja potencialmente muito vulnerável aos agentes poluidores. Os riscos são iminentes, face ao grande surto de desenvolvimento agro-industrial que experimenta a região.

Nos aquíferos das Formações Furnas, Palermo e Rio Bonito, passagens arenosas da Formação Estrada Nova e demais seqüências predominantemente pelíticas, as condições de ocorrência de águas de melhor qualidade ficam restritas às zonas de afloramento. Com efeito, as explorações tornam-se rapidamente proibitivas devido às grandes profundidades a que são projetadas, na medida que se caminha para o centro da bacia. Ademais, as condições de circulação fazem com que as águas se apresentem muito salinizadas.

## CONCLUSÕES

A análise desenvolvida serviu para evidenciar os aspectos fundamentais das condições hidrogeológicas da Bacia do Paraná, indicar a magnitude das reservas e delinear as perspectivas de utilização mais racional dos seus recursos hídricos subterrâneos.

Quanto aos aspectos de qualidade, vale destacar que as águas dos principais aquíferos são adequadas ao consumo humano e usos industriais em geral, recomendando-se tão somente uma cloração, tendo em vista garantir a qualidade higiênica ao longo da rede de distribuição.

Ao nível atual do abastecimento público, o grande alcance econômico reside ainda no fato de ser possível, através de um ou dois poços, atender a demanda dos complexos sócio-econômicos em desenvolvimento. Por outro lado, o plano de execução da alternativa referente às águas subterrâneas sendo mais facilmente adaptável, no espaço e no tempo à evolução da demanda, propicia um parcelamento dos investimentos. Considerando-se, ainda, que o aquífero Botucatu ocorre, virtualmente, sobre todo o domínio da Bacia do Paraná e encontra-se naturalmente bem protegido dos riscos de poluição, as suas águas podem ser captadas onde se fazem necessárias, salvo limitações locais e ocasionais impostas pela topografia.

Ao nível das explorações, ressalte-se a necessidade de um grande esforço, tendo em vista melhorar a qualidade técnica dos poços. As baixas vazões obtidas refletem, sem sombra de dúvida, as suas péssimas qualidades construtivas e operacionais. Ademais, os poços mal construídos ou utilizados de forma pouco adequada transformam-se em focos de contaminação do manancial explorado. Por tudo isso, urge que sejam estudados os meios de proteção da qualidade das águas dos sistemas aquíferos. As águas subterrâneas do sistema aquífero Bauru constituem, sem sombra de dúvida, o manancial de maior alcance social e econômico, por que se encontra relativamente ao alcance dos meios financeiros e técnicos da grande maioria dos utilizadores.

Ao nível dos projetos, somente a utilização de técnicas adequadas de exploração e de instrumentos de análise econômica possibilitarão avaliações mais precisas e a definição da gama de hipóteses de utilização dos potenciais hídricos da região de forma integrada. As decisões a tomar dependerão, forçosamente, da definição de uma política que vise o uso e a conservação dos recursos.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. de (1964) - Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista - IGG, Bol. 41 : 169-263. São Paulo.
- BRASIL, Serv. de Meteorologia (1970) - Atlas Climatológico do Brasil - Cons.Nac.Geogr., Rio de Janeiro.
- BRASIL, Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo-DAEE - (1972) - Estudo de Águas Subterrânea - Reg.Ad. 6 - 4 vol. Atlas, São Paulo.
- BRASIL, Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo-DAEE - (1974) - Estudo de Águas Subterrânea - Reg.Ad. 6 - 4 vol. Atlas, São Paulo.
- BRASIL, Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo-DAEE - (1976) - Estudo de Águas Subterrâneas - Reg.Ad. 7.8.9. - vol. 4. Atlas - São Paulo.
- BRASIL, Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo-DAEE - (1979) - Estudo de Águas Subterrâneas - Reg.Ad. 10.11. São Paulo.
- BRITO NEVES, B.B. de & TOMAZ, A.J.P. (1973) - Geologia e Províncias Hidrogeológicas de Santa Catarina - Anais XXVII Congr. Bras. Geol.
- HAUSMAN, A. (1956) - Relatório sobre a hidrogeologia da fronteira oeste do Rio Grande do Sul - (inédito). Notas para uma divisão regional do Rio Grande do Sul - Rev. Eng. do R.G.S., nº 34, 15-22, Porto Alegre.
- HAUSMAN, A. (1966) - Comportamento do freático nas áreas basálticas do Rio Grande do Sul - Bol. Paranaense de Geografia- nºs. 18.20 - Curitiba.
- LEINZ, V. & SALLENTIEN, B. (1962) - Água Subterrânea no Estado de São Paulo e regiões limítrofes - Bol. Soc. Bras. Geol. 11 (1) 27-36, ilustr. São Paulo.
- MEZZALIRA, S. (1967) - Atualização dos estudos e captação de água subterrânea feitos pelo IGG no Estado de São Paulo, 1965-1967. Bol. IGG 19: 83-91. Ilustr. São Paulo.
- MEZZALIRA, S. (1974) - Contribuição ao conhecimento da estratigrafia e Paleontologia do Arenito Bauru - IGG 51, São Paulo.
- MEZZALIRA, S. (1977) - Avaliação dos recursos hídricos da Bacia do Rio São José dos Dourados - São Paulo.
- NORTHFLEET, A.A.; MEDEIROS, R.A. & MHULMANN, H. (1969) - Reavaliação dos dados geológicos da Bacia do Paranã - Bol. Tec. Petrobrás, vol. 12, nº 3, julho-setembro, 291-343. Brasil.

- REBOUÇAS, A.C. (1976) - Recursos Hídricos Subterrâneos da Bacia do Paraná - Análise de Prê-Viabilidade. Tese Livre Docência. Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo - 143p. fig. ilustr. mapas. São Paulo.
- REBOUÇAS, A.C. (1978) - Potencialidades Hidrogeológicas dos Basaltos da Bacia Sedimentar do Paraná. Anais do XXX Cong. Bras. Geol. v.6, p. 2963-2979. Fig. Tab. Recife.
- REBOUÇAS, A.C. (1979) - Technical and Financial Approach on The Botucatu Aquifer Exploitation - Brasil III World Cong., vol. IV, p. 1772 - 1784. ilustr. México.
- SINELLI, O. (1974) - Vulnerabilidade dos Aquíferos Subterrâneos na região NNE do Estado de São Paulo - XXVIII Congr. Bras. Geol., Bol. 1. Resumo das Comunicações, 76-77. Porto Alegre.
- SINELLI, O. (1979) - Estudo de Águas Subterrâneas e Superficiais da Reg. de Ribeirão Preto - Conv. DAERP-FFCRP. USP. (inédito).



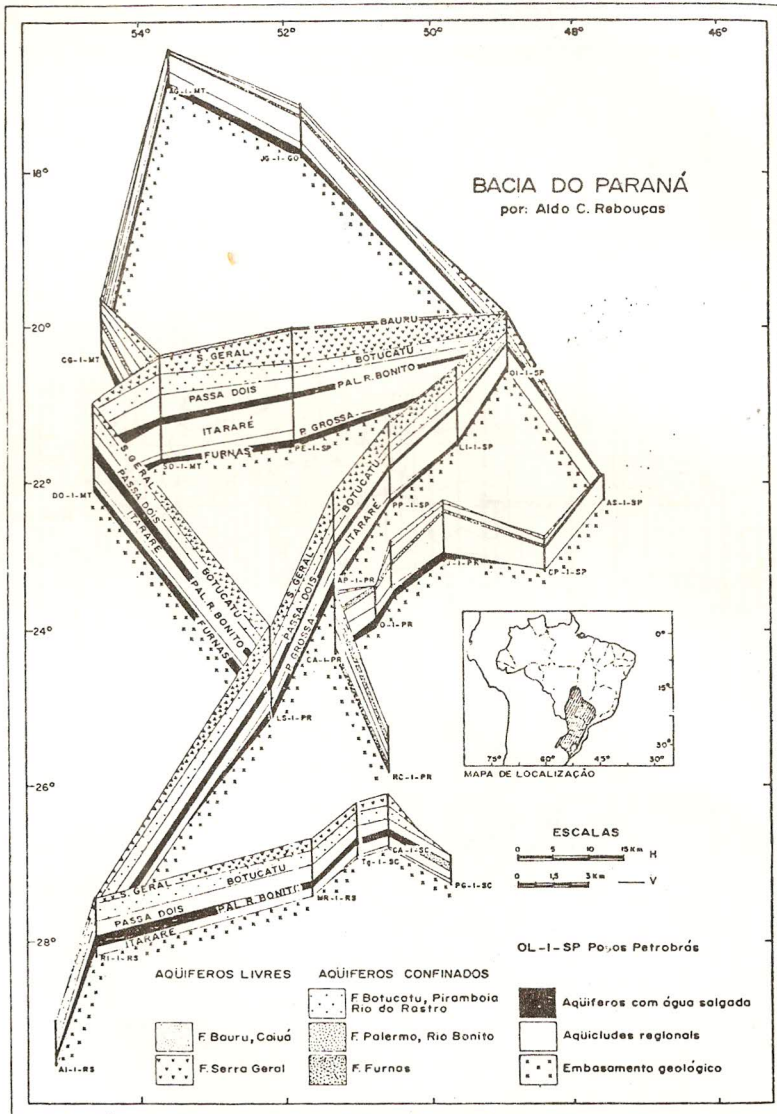
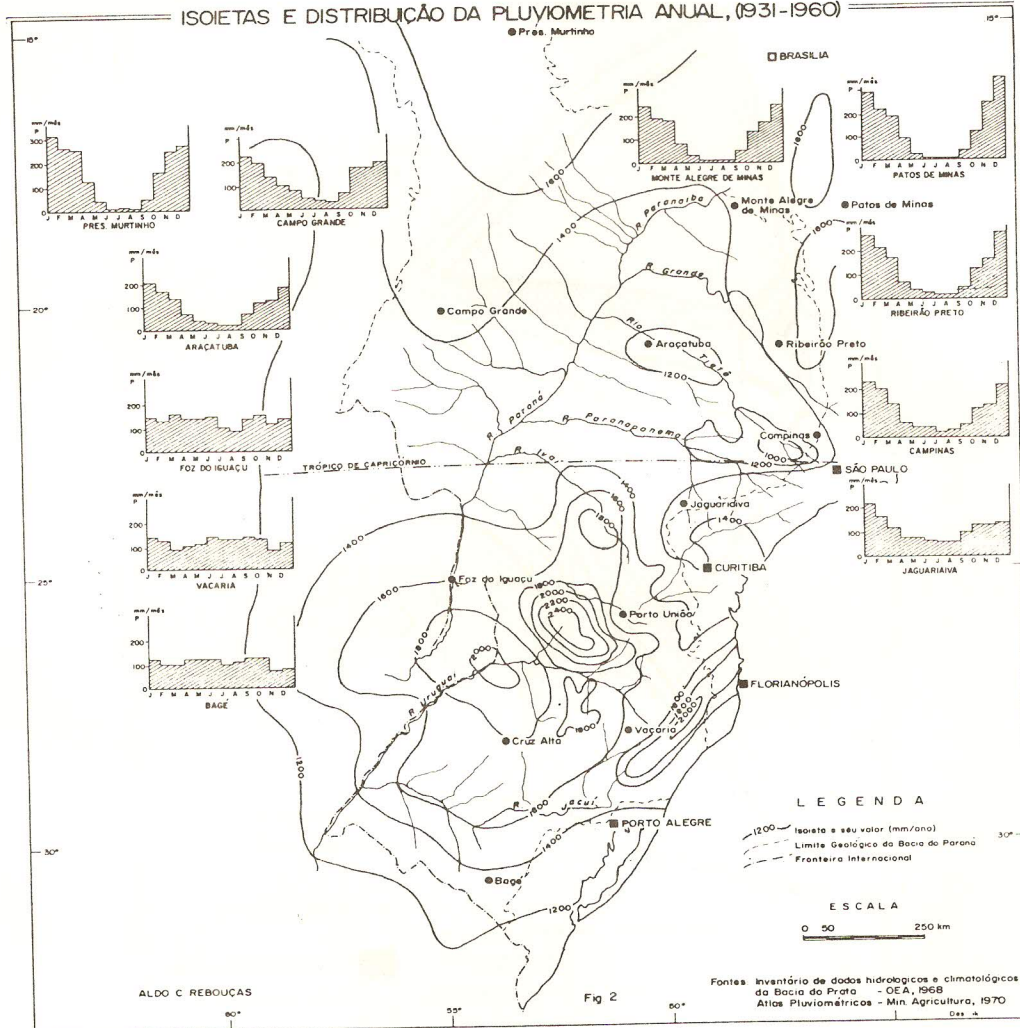
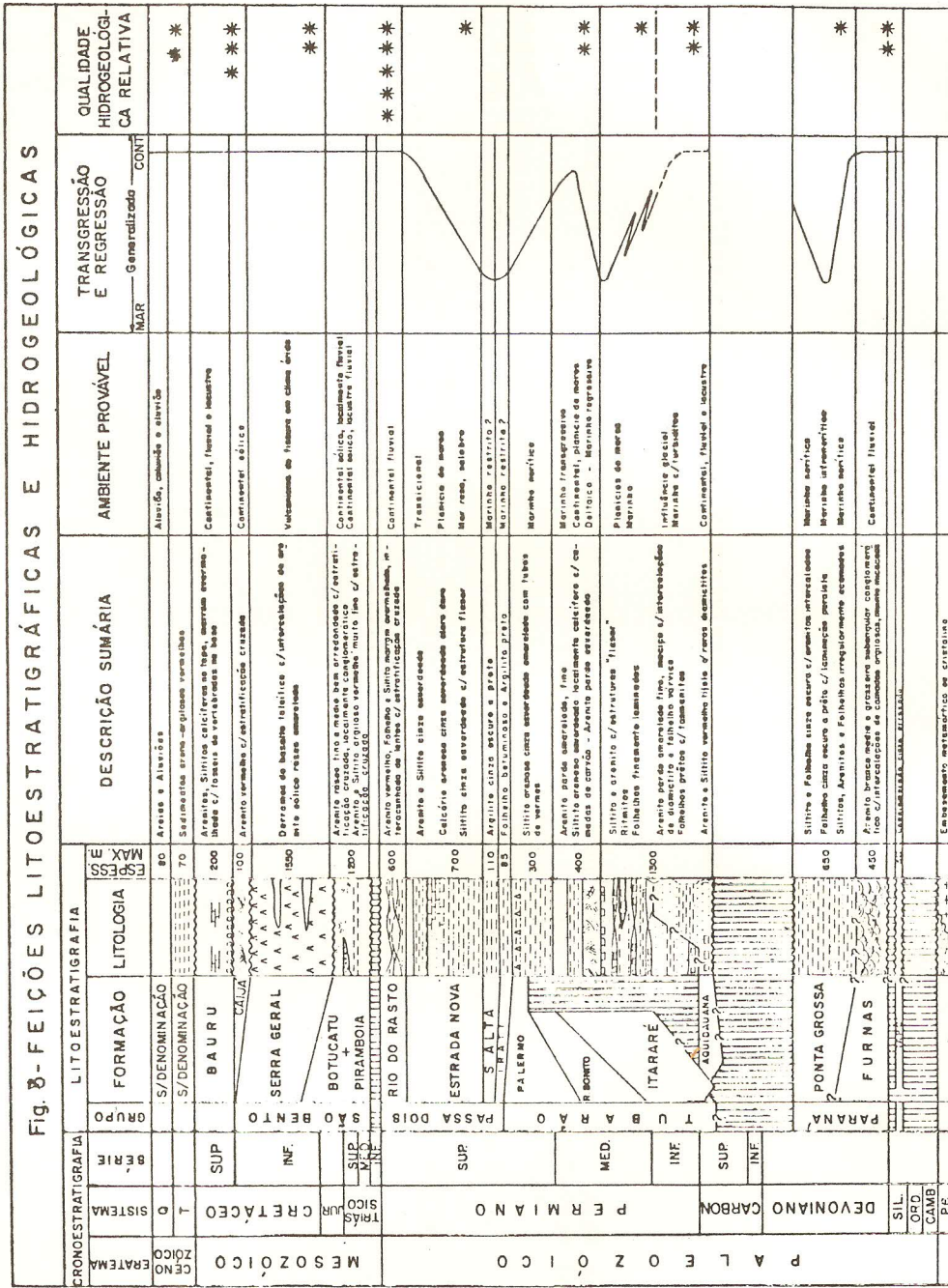


Fig. 1- DIAGRAMA PAINEL DAS CONDIÇÕES HIDROGEOLÓGICAS

# BACIA DO PARANÁ

ISOIETAS E DISTRIBUIÇÃO DA PLUVIOMETRIA ANUAL, (1931-1960)





Dados Litoestratigráficos: NORTHLEET, MEDEIROS E MUHLMANN  
Bol. Tec. PET. 12 (3) - 291 - 348 (1969)

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DOS PRINCIPAIS AQUÍFEROS

SISTEMA AQUÍFERO	ÁREA DE OCORRÊNCIA (km <sup>2</sup> )	ESP. MÉDIA DO AQUÍFERO (m)	PERMEABILIDADE Tipo m/s	COEFICIENTES $\mu$	VAZÃO ESPECÍFICA (m <sup>3</sup> /h/m)
BAURU	315.000	80	Interstício 10 <sup>-5</sup> a 10 <sup>-6</sup>	5 a 15%	0,5 - 2
BASALTO	720.000	100	Fraturas 10 <sup>-3</sup> a 10 <sup>-7</sup>	1 a 5%	0,02 - 3
BOTUCATU	818.000	300	Interstício 10 <sup>-2</sup> a 10 <sup>-5</sup>	10 a 20%	2 - 15

QUADRO 2 - POÇOS PROFUNDOS PARA ÁGUA

POÇOS	PROFUNDIDADE DO TOPO DO BOTUCATU	PROFUNDIDADE TOTAL DO POÇO
Itapolis	277	450
Monte Alto	464	581
Novo Horizonte	420	600
Campo Grande		
Catanduva	457	860
Lins	595	3.459
Barretos	600	720
São José do Rio Preto	790	1.100
Três Lagoas	823	4.560

QUADRO 3 - RESERVAS DOS PRINCIPAIS AQUÍFEROS

SISTEMA AQUÍFERO	RESERVAS REGULADORAS	RESERVAS PERMANENTES	RESERVAS EXPLORÁVEIS	NÚMERO DE POÇOS
BAURU	$74 \cdot 10^9$	$2.400 \cdot 10^9$	$24 \cdot 10^9$	12.000
BOTUCATU	$160 \cdot 10^9$	$48.021 \cdot 10^9$	$56 \cdot 10^9$	8.000