

CONTRIBUIÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO ABASTECIMENTO DE CURITIBA-PARANÁ

Ernani Francisco da Rosa Filho¹; Eduardo Chemas Hindi¹ & Donizeti Antonio Giusti¹

Resumo - Os primeiros trabalhos desenvolvidos na área da hidrogeologia no Estado do Paraná foram iniciados na década de 40 e tiveram um incremento acentuado entre o período de 1988 e 1996, época em que instituições do Governo do Estado, assim como a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e várias empresas de perfuração de poços atuaram ativamente na prospecção, perfuração de poços e estudos sobre os aquíferos paranaenses. As águas captadas no aquífero embasamento cristalino, cuja vazão média é da ordem de 13.000 l/h/poço, são utilizadas para abastecer em torno de 76.000 pessoas; o volume anual produzido por este aquífero, incluindo os vários condomínios da cidade de Curitiba, é de aproximadamente 5.733.234 m³. A vazão média dos poços perfurados no aquífero cárstico é de aproximadamente 160.000 l/h; a população atualmente abastecida com águas deste aquífero gira em torno de 185.515 habitantes, o que corresponde a uma produção da ordem de 9.000.000 m³/ano.

Palavras chave - água subterrânea; poços tubulares; abastecimento público

1.INTRODUÇÃO

As destinações mais tradicionais para a água são o abastecimento público e industrial e a irrigação. A demanda mundial de água para o ano 2 000 é da ordem de 18.700 km³/ano, sendo que 600 km³/ano serão necessários apenas para o consumo humano, 9.000 km³/ano à diluição de esgotos, 7.000 km³/ano à irrigação, 1.700 km³/ano às indústrias e 400 km³/ano para outras finalidades (REBOUÇAS, 1980). Estima-se, em nível mundial, que o percentual atual da população que consome exclusivamente

água subterrânea é superior a 50 % e que aproximadamente 90 milhões de hectares têm sido irrigados com águas do subsolo (SOLLEY *et al.*, 1993). A utilização racional deste recurso é considerada como a base da riqueza das regiões oeste e central dos Estados Unidos. Mais ou menos 75% dos sistemas de abastecimento público da Europa são atendidos com águas subterrâneas, sendo que o percentual médio da população europeia atendida com este manancial gira em torno de 85 % (OECD, 1989).

No Brasil, cerca de 61 % da população se auto-abastece com água subterrânea, sendo 43 % por meio de poços tubulares, 12% por meio de fontes e 6% através de poços cacimbas (IBGE, 1991). É estimado que cerca de 75 % das cidades do Estado de São Paulo e mais ou menos 90% das cidades paranaenses são abastecidas com águas subterrâneas (REBOUÇAS, 1996).

O consumo de água *per capita* varia em função de fatores os mais variados, mesmo numa região homogênea. Para efeito de entendimento do que a vazão produzida por um poço pode representar ao abastecimento da população, considera-se como demanda por ligação residencial nas cidades paranaenses um valor da ordem de 1.000 l/dia. A título de exemplo, um poço que produz apenas 1.000 l/h, tem capacidade para abastecer em torno de 120 pessoas, sendo que um outro bombeado a uma taxa de 100.000 l/h ou 28 l/s pode abastecer uma cidade com uma população de aproximadamente 12.000 pessoas.

1.1. HISTÓRICO SOBRE O ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CURITIBA

A denominada Grande Curitiba compreende as cidades de Almirante Tamandaré, Colombo e Campina Grande do Sul, localizadas na bacia do Ribeira, bem como as cidades de Araucária, Curitiba, Piraquara, São José dos Pinhais e Pinhais, na bacia do Iguaçu, além de Quatro Barras, estando esta localizada no divisor de águas das bacias hidrográficas mencionadas. A população total atual destas cidades atinge cerca de 5.156.500 habitantes. A demanda total de água da população da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), que atualmente conta com uma população de aproximadamente 2,6 milhões de habitantes, é em torno de 6.400 l/s. O consumo doméstico estimado per capita varia entre 180 a 200 l/dia, sendo que as indústrias consomem cerca de 200 l/s (DALARMI, 1995).

Os mananciais captados na Serra do Mar, da ordem de 120 l/s, foram suficientes para abastecer Curitiba até o ano de 1945; nessa época a população era de apenas 150.000

¹ UFPR – Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas - Centro Politécnico - Jardim das Américas, CEP

peças. Com o aumento da população da ordem de quatro vezes em apenas 20 anos, o abastecimento passou a ser feito através da captação do rio Iraí, com uma produção máxima de 800 l/s, e através do rio Iguaçu, com mais 3.000 l/s. No final da década de 80, foi concluída a barragem do Passaúna, a qual possui uma capacidade nominal de 2.000 l/s. O total disponível atualmente corresponde a 5.800 l/s.

1.2. SISTEMA ATUAL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

O abastecimento de água de Curitiba é feito atualmente através da captação do rio Passaúna e do sistema Alto Iguaçu.

Na parte oeste da cidade de Curitiba, a captação é feita no rio Passaúna cuja capacidade operacional do sistema varia entre 1.300 a 1.700 l/s. A área da bacia hidrográfica do Passaúna, até o local da barragem, corresponde a 143 km². Destaque-se que é na sua porção norte que está localizado o aterro sanitário Lamenha Pequena (desativado no final da década 80).

Na parte leste de Curitiba, a captação é feita no rio Iraí, onde a produção máxima é limitada a 800 l/s, e no rio Iguaçu, cuja produção é da ordem de 3.000 l/s. O total disponível atualmente (Passaúna + Iraí + Iguaçu) corresponde a uma vazão de 5.800 l/s. O atual *deficit* é, portanto, da ordem de 600 l/s. Este valor deixa sem água uma população de aproximadamente 320 mil pessoas durante 60 horas por semana, o que equivale a dois dias e meio por semana ou dez dias durante um mês.

1.3. PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DOS SISTEMAS DE CAPTAÇÃO SEGUNDO O PLANO DIRETOR DE CURITIBA

A partir de procedimentos baseados na viabilização da potabilização de efluentes do rio Iguaçu, é proposto por DALARMI (1995) a construção de mais cinco barragens para captação dos seguintes rios: Iraí, Piraquara, Pequeno, Miringuava e Cotia/Despique. Segundo este autor, os sistemas de produção de água estariam representados por três sistemas, a saber: Iraí (barragens Iraí, Piraquara II e Pequeno), Miringuava (barragem no rio Miringuava) e Cotia/Despique (barragens no rio Cotia/Despique). A previsão de produção destes sistemas até o final do ano 2020 é de 12,74 m³/s, incluindo a "vazão emergencial"

de 600 l/s do aquífero cárstico que deveria ter entrado em operação em 1995. A localização das barragens, pode ser visualizada na Figura 1.

A interpretação da evolução desse plano é que as barragens Iraí, Piraquara e Pequeno deverão estar produzindo em torno de 9 m³/s no ano 2006. Esta produção inclui a vazão do atual sistema de abastecimento de Curitiba. Com o funcionamento da barragem Miringuava, no ano 2013, a produção do sistema deverá aumentar para 10,7 m³/s, e com o acréscimo a ser obtido com a barragem do Cotia/Despique, no ano 2020, a produção atingirá 12,74 m³/s. Partindo do pressuposto que a partir do ano 2000 o consumo per capita será em torno de 190 l/dia, a produção máxima prevista para este sistema, de 12,74 m³/s, poderá abastecer uma população de aproximadamente 5.800.000 habitantes.

Os estudos desenvolvidos pela JICA - Japan International Cooperation Agency (1995) propõem a construção das seguintes barragens: Piraquara II (0,7 m³/s; US\$ 18 milhões de dólares), Cotia/Despique (1,2 m³/s; US\$ 36 milhões de dólares), Alto Miringuava (1 m³/s; US\$ 30,5 milhões), Onças (0,6 m³/s; US\$ 18,6 milhões), Pequeno (0,9 m³/s; 30,6 milhões) e Faxinal (0,5 m³/s; US\$ 21,5 milhões). A produção destas barragens e os custos de construção correspondem a 6 m³/s e 195 milhões de dólares, respectivamente. É igualmente proposto pela JICA (1995) a perfuração de 28 poços tubulares com profundidade de oitenta metros/unidade para captar uma vazão de 1,3 m³/s (aquífero cárstico), a um custo estimado em 40 milhões de dólares.

O resumo do orçamento do Projeto Karst - Sítio Colombo, elaborado pela Sanepar, destaca as seguintes partes do sistema: captação (US\$ 575.931,00), adução de água bruta (US\$ 1 319.280,00), estação de tratamento de água (US\$ 1.442.521,00), estação elevatória de água tratada (US\$ 1.195.995,00), adutora de água tratada (US\$ 516.806,00), reservatório Colombo Sede (US\$ 470.239,00), adutora de água tratada por gravidade (US\$ 5.200.000,00), centro de reservação Colombo estrada/São Gabriel (US\$ 505.942,00), centro de reservação vila Guarani (US\$ 1.845.208,00), centro de reservação Santa Cândida (US\$ 531.000,00), rede de distribuição (US\$ 5.974.872,00) e itens especiais (US\$ 1.367.134,00). O valor total está orçado em torno de US\$ 20 944.933.

As projeções de crescimento e da demanda de água em cidades com peculiaridades como as que tem Curitiba é tarefa cujos resultados são muito imprecisos. O índice de ocupação de Curitiba, respectivo ao período de 1945 a 1980, foi da ordem de 6,8%. Para admitir uma população de 5.800.000 habitantes no ano 2020, o índice de crescimento a partir de 1997 deverá ficar restrito a 2,2%. Qualquer valor superior a este representará, sem dúvida, *deficites* no abastecimento de água da cidade. Tornam-se imprescindíveis, por esta

razão, investimentos na busca de novas alternativas para o abastecimento de água da Região Metropolitana de Curitiba, a exemplo dos mananciais subterrâneos armazenados nas rochas carstificadas da Formação Capiru, nas lentes e camadas arcoseanas da Formação Guabirota, no embasamento cristalino e nos aluviões do rio Iguaçu.

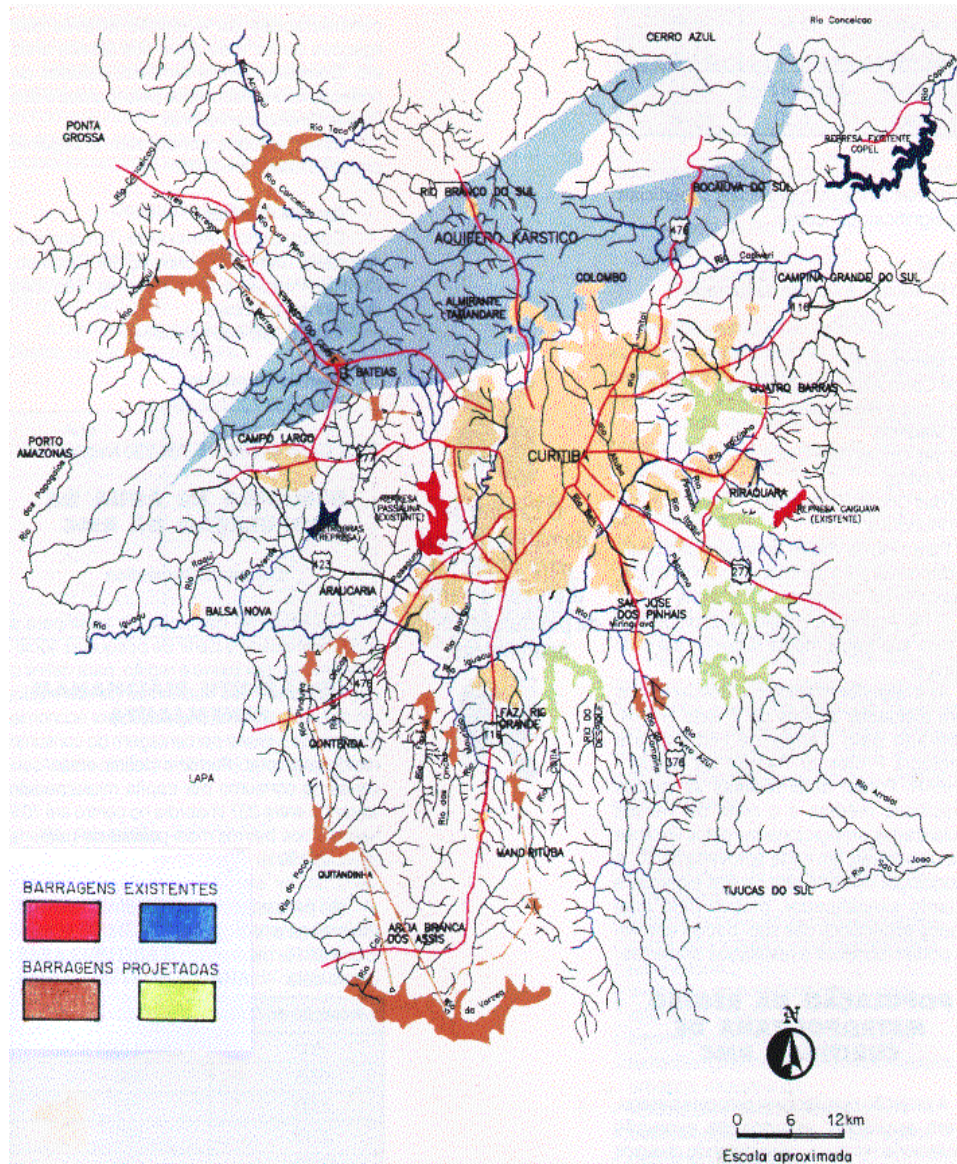


Fig. 1. Mapa com distribuição das barragens existentes e projetadas (DALARMI, 1995).

2. OS PRINCIPAIS AQUÍFEROS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (RMC)

O presente trabalho não tem o objetivo de tecer considerações aprofundadas a respeito dos parâmetros hidráulicos e hidroquímicos dos aquíferos que ocorrem na RMC. Os dados apresentados referem-se apenas às vazões dos poços utilizados nos sistemas de abastecimento público e aos teores dos elementos químicos presentes nas águas, destacando a adequabilidade de uso ao consumo humano.

2.1 AQUÍFERO EMBASAMENTO CRISTALINO

Os migmatitos, bem como as rochas granitóides e gnáissicas, representam as unidades aquíferas do embasamento cristalino da Região Metropolitana de Curitiba (RMC). Estas rochas ocupam uma área de aproximadamente 7.500 km², no Primeiro Planalto Parananense, numa faixa que abrange o município de Curitiba, parte dos municípios de Araucária, Almirante Tamandaré, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Colombo, Piraquara, Quatro Barras e São José dos Pinhais.

A taxa média anual de chuvas na região é em torno de 1.500 mm. A infiltração e a percolação das águas se faz através de geoestruturas em geral, a exemplo de diáclases e falhas geológicas. O manto de alteração das rochas e os sedimentos quaternários, encontram-se saturados com água e funcionam como reguladores da recarga dos aquíferos durante todo o ano. As estruturas através das quais circulam as águas distribuem-se preferencialmente entre 60 e 150 m de profundidade. SALAMUNI (1981) menciona a existência de fraturamentos de interesse hidrogeológico localizados aos 335 m de profundidade. A vazão média deste aquífero é da ordem de 13.000 l/h/poço e os valores máximos de capacidades específicas raramente superam 300 l/h/m.

O “banco de dados” da Suderhsa e os cadastros de poços das empresas Acquasul, Tecnopoços, Kupersul e Hidropoços, até o ano de 1995, totalizavam aproximadamente 1.500 poços. Esses poços produzem em média 4.000 l/h e são utilizados, na maioria dos casos, para atender condomínios, hospitais e postos de serviços em geral. Existem 24 localidades que são abastecidas com águas do embasamento cristalino. A média populacional dessas localidades é de 3.285 pessoas, sendo que a menor é habitada por 250 pessoas e a maior com aproximadamente 35.950 habitantes. O número total de habitantes que são abastecidos com águas do aquífero embasamento cristalino é de aproximadamente 76.285 pessoas, o que corresponde a 7.189 ligações. Considerando uma taxa média de bombeamento dos poços de 16 h/dia, o volume extraído por ano é de aproximadamente 549.234 m³/ano. Acrescentando ainda os 1.500 poços utilizados por vários condomínios e postos de serviços da RMC, com uma taxa média de bombeamento de mais ou menos 10 h/dia, explora-se desse aquífero mais 5.184.000 m³/ano. O volume explotado através dos dois grupos de poços, da Sanepar e privados, é da ordem de 5.733.234 m³/ano.

Em termos de qualidade, as águas dos migmatitos não apresentam restrições para o consumo humano. Elas são classificadas como bicarbonatadas cálcio-magnesianas e

contém teores de sólidos totais dissolvidos entre 100 e 150 mg/l, pH entre 6,5 a 7,2 e dureza inferior a 100 mg/l de CaCO₃. Entre os cátions, predominam o cálcio (2 a 20 mg/l) e o magnésio (0,5 a 12 mg/l) em relação ao sódio (1 a 3 mg/l) e ao potássio (1 a 2 mg/l).

2.2 AQUÍFERO CÁRSTICO

O aquífero cárstico da RMC, igualmente localizado no Primeiro Planalto Paranaense, está representado por mármores calcíticos e dolomíticos que ocorrem segundo faixas contínuas de extensão lateral de 15 km, associados a filitos e quartzitos numa sequência diferencialmente dobrada da Formação Capiru (BIGARELLA, 1948). As estruturas carstificadas desenvolvidas nas rochas carbonáticas distribuem-se preferencialmente até os 150 m de profundidade. A vazão média dos poços perfurados nas rochas carbonatadas-carstificadas é de aproximadamente 160.000 l/h ou 44 l/s, sendo que os valores de capacidade específica variam de 20 l/h/m a 100.000 l/h/m. (FONTANA & LISBOA, informação verbal).

A população atualmente abastecida com águas do aquífero cárstico gira em torno de 185.515 habitantes, sendo que aproximadamente 84.000 deste total reside na cidade de Curitiba. Excetuando-se as cidades de Almirante Tamandaré e Colombo, cuja população aproximada é de 93.000 pessoas, as demais localidades apresentam uma média populacional de 324 pessoas. O total de ligações atinge 20.302 unidades. A taxa média de bombeamento dos poços gira em torno de 16 h/dia, o que corresponde a um volume explotado da ordem de 9.028.153 m³/ano.

As águas do aquífero cárstico são de ótima qualidade para o consumo humano. Trata-se de águas classificadas como bicarbonatadas cálcio-magnesianas cujo teor médio de cálcio é igual a 27 mg/l, de magnésio 14 mg/l, de sódio 1,0 mg/l e de potássio 0,99 mg/l. Entre os ânions, o teor médio de bicarbonato gira em torno de 181 mg/l, de sulfato 3,8 mg/l e de cloreto 1,7 mg/l. De acordo com BONACIM (1996), a dureza total (CaCO₃) varia de 104 mg/l a 262 mg/l e segundo a classificação de SZIKSZAY (1993), tais valores enquadram este tipo de água como mediantemente a bastante duras. O pH varia 7,1 a 8,6, sendo a média em torno de 8,2.

2.3. AQUÍFERO GUABIROTUBA

O aquífero Guabirota é representado por lentes de areias arcoseanas que ocorrem intercaladas nos sedimentos pelíticos da bacia de Curitiba (argilitos e siltitos). Este pacote

sedimentar cuja espessura máxima atinge 80 m ocupa uma área de aproximadamente 400 km² na RMC. A Formação Guabirota foi sedimentada num ambiente de leques aluvionares coalescentes, bem como num sistema de drenagem entrelaçado ao lado de extensas playas (BECKER, 1982).

A vazão média dos poços perfurados na parte central da bacia de Curitiba, onde a distribuição das lentes de arcóseos é significativamente irregular, é da ordem de 5.000 l/h. Na região nordeste da cidade de Curitiba, especificamente na área de abrangência da bacia hidrográfica do Iraí, os arenitos arcoseanos ocorrem próximos do contato com o embasamento cristalino sob a forma de camadas contínuas, com espessuras que variam de 4 a 15 m. Alguns dos poços que seccionaram essas camadas produzem vazões de até 80.000 l/h. O índice pluviométrico da RMC é da ordem de 1.500 mm/ano. Estima-se que as camadas aquíferas do Guabirota, nesta região, tenham capacidade para produzir até 2.160 m³/h o que, num regime de 16 h/dia de bombeamento, representa uma produção de aproximadamente 12.600.000 m³/ano. Com este volume, é possível abastecer uma população de mais ou menos 172.800 pessoas.

As águas do aquífero Guabirota, em algumas áreas, apresentam teores de ferro que variam entre 0,05 a 5 mg/l e de manganês, que atingem valores de até 1,5 mg/l. A concentração média de sólidos totais dissolvidos é da ordem de 150 mg/l, a dureza total varia de 30 a 230 mg/l de CaCO₃ e o pH varia entre 6,8 a 8,1. A concentração de bicarbonatos atinge valores de até 195 mg/l, a de sulfato varia de 1,2 a 4,5 mg/l e a de cloretos gira em torno de 2 mg/l. Predominam os teores de cálcio até 30 mg/l, sendo que o magnésio varia entre 8 a 15 mg/l, o sódio entre 18 a 24 mg/l e o potássio entre 1,2 a 2,3 mg/l.

2.4. AQUÍFERO ALUVIONAR

Os sedimentos aluvionares que merecem destaque sob o ponto de vista hidrogeológico são representados pelas camadas de areias e de cascalhos existentes na calha do rio Iguaçu. Os sedimentos aluvionares do rio Pequeno, afluente do Iguaçu, possuem até 5 m de espessura e armazenam um volume de água igual a 4.048.335 m³ (ROCHA, 1996). Esta mesma autora menciona que de uma única cava com dimensão de 320 m x 80 m x 2,5 m, cujo volume armazenado é alimentado por águas oriundas do freático, foram extraídos aproximadamente 360.000 l/h. Após 24 horas de bombeamento, o rebaixamento resultante foi igual a 0,41 m. Embora estes resultados sejam indicativos de que esses sedimentos representem excelentes reservatórios de água, os mesmos,

lamentavelmente, não são reconhecidos como tal. Não se cogita, por esta razão, a possibilidade de preservar essas áreas para o aproveitamento do seu potencial hídrico.

3. QUADRO RESUMO DA POPULAÇÃO ABASTECIDA COM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA RMC

A população aproximada abastecida com águas subterrâneas na RMC e o volume anual aproximado produzido pelos poços tubulares profundos perfurados até o ano 1996, são apresentados a seguir.

Aqüífero	Pop. Abastecida	Volume prod. (m ³ /ano)
Embas. Cristalino	76 000	5 733 234
Cárstico	185 515	9 028 153
Guabirota	178 800	12 600 000
Total	434 315	27 361 367

4. CONCLUSÕES

O índice pluviométrico anual da RMC, da ordem de 1 500 mm, e a média das vazões dos poços tubulares do aquífero cárstico, de 260 000 l/h, do embasamento cristalino, de 4 000 l/h, e das camadas aquíferas da Formação Guabirota, de 5 000 l/h, demonstram a importância das águas subterrâneas para o abastecimento público de Curitiba. Portanto, não faz mais sentido fixar *a priori* e intransigentemente que somente os rios e as barragens são as soluções definitivas para resolver os problemas de falta de água de Curitiba. As análises para a definição de sistemas de abastecimento público devem contemplar, imprescindivelmente, aspectos técnicos, econômicos e ambientais dos recursos hídricos disponíveis.

BIBLIOGRAFIA MENCIONADA

- BECKER, R.D. 1982. Distribuição dos sedimentos cenozóicos da região metropolitana de Curitiba e sua relação com a estrutura geológica e morfológica regional. Tese de doutorado. UFRS, p 237. Porto Alegre.
- OECD-Organization for economic cooperation and development., 1989. Water resources management-integrated policies. p 199. Paris.

- REBOUÇAS, A.C. 1980. Estágio atual dos conhecimentos sobre águas subterrâneas do Brasil. Rev. Águas Subterrâneas. ABAS, **2**(1): 1-10
- REBOUÇAS, A.C. 1996. Diagnóstico do setor de hidrogeologia. Caderno técnico da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS. 46 p. São Paulo-SP.
- ROCHA, A.E. 1996. Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno. Tese de mestrado. UFPR. 156 p. Curitiba.
- SOLLEY, W.B.; PIERCE, R.R. & PERLMAN, H.A. 1993. Estimated use of water in the United States in 1990. U.S. Survey, Circular 1081.
- SZIKSZAY 1993. Geoquímica das águas. Boletim IG-USP, sér. didático, 5:1-166. São Paulo.