

---

# Avaliação das Reservas Subterrâneas do Aquífero Caiuá na Sub-Bacia do Rio dos Índios - PR.

André Celligoi\*

Maurício Moreira dos Santos\*\*

## RESUMO

O desenvolvimento agro-industrial na região noroeste do estado do Paraná vem provocando nos últimos anos o interesse pela exploração de água no Aquífero Caiuá. Em virtude disso, poços tubulares têm sido perfurados constantemente como forma de suprir a demanda de água, principalmente no sistema hídrico de abastecimento público dos municípios. Dessa forma, a necessidade de estudos avaliadores das reservas subterrâneas desse aquífero é de extrema importância. Para este fim, foi selecionada a sub-bacia hidrográfica do rio dos Índios objetivando um estudo local quanto à avaliação das reservas reguladoras e permanentes do Aquífero Caiuá no estado do Paraná. A reserva permanente, calculada em função da área de ocorrência do Aquífero Caiuá na sub-bacia do rio dos Índios, da espessura saturada média e da porosidade efetiva, foi estimada em  $11,4 \times 10^9 \text{ m}^3$ , enquanto que a reserva reguladora, a partir do cálculo das curvas de recessão dos rios, foi estimada em  $0,27 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** Aquífero Caiuá, reservas subterrâneas, rio dos Índios, curvas de recessão.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento agro-industrial do noroeste paranaense tem provocado nos últimos anos o aumento pela procura de água no Aquífero Caiuá. Dessa forma, poços tubulares têm sido perfurados como forma de suprir a demanda de água para o abastecimento público e de particulares. Segundo Celligoi (2000), um cadastramento revelou que nos últimos vinte anos foram perfurados mais de 500 poços tubulares que exploram o Aquífero Caiuá no Paraná, visando principalmente, abastecer total ou parcialmente a população urbana e rural dos municípios que compõem o noroeste do Estado.

Neste sentido, os estudos para avaliação das reservas reguladoras e permanentes do Aquífero Caiuá são primordiais, objetivando

futuramente que esse importante recurso subterrâneo natural de água, não seja afetado por superexplorações e/ou outras ações antrópicas. Através desses estudos, o planejamento sócio-econômico quanto ao abastecimento público e particular de água dos municípios pertencentes a região do Aquífero Caiuá no Paraná, pode ser melhor gerenciado, contribuindo efetivamente, para a gestão de exploração, evitando a degradação desse importante recurso.

Para a pesquisa foi selecionada a sub-bacia hidrográfica do rio dos Índios, com a finalidade de um estudo local quanto à avaliação dos recursos hídricos subterrâneos do Aquífero Caiuá no estado do Paraná. A área abrange a microrregião geográfica de Cianorte. Os municípios que a compõem possuem um ou mais poços perfurados na região estudada.

---

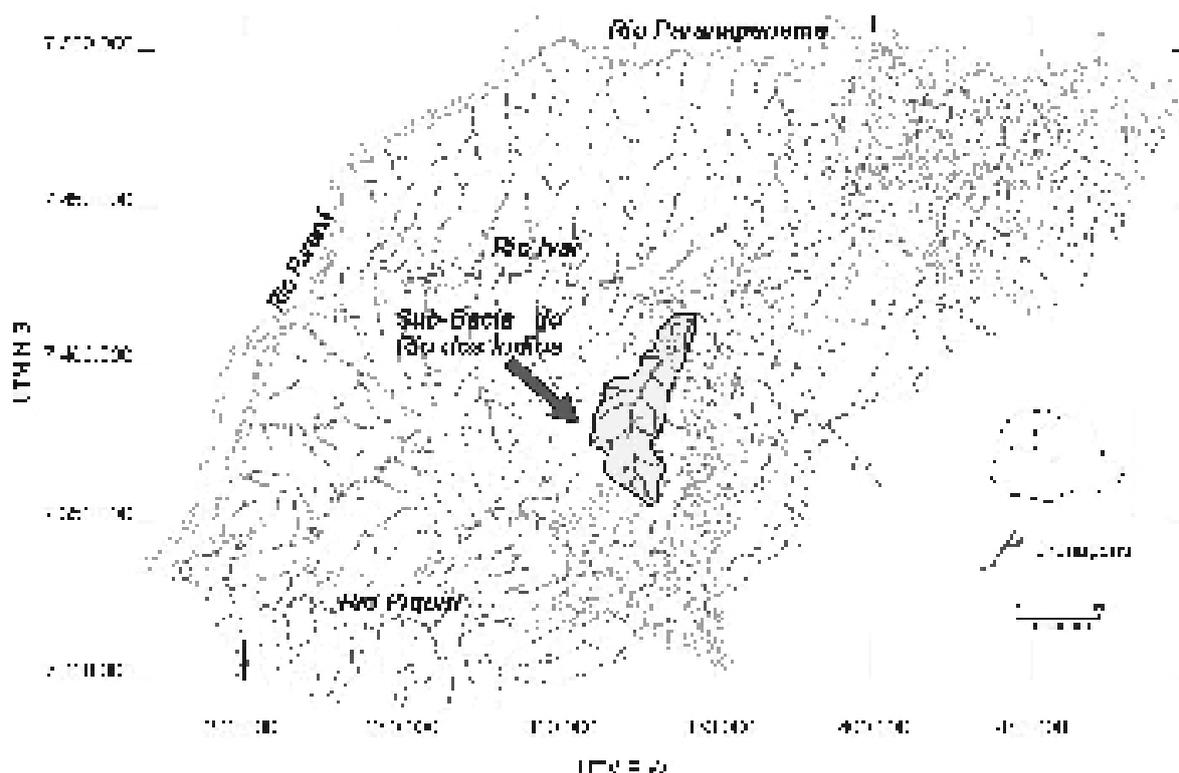
\* Professor Adjunto do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina, Caixa postal 6001, CEP: 86051-990 – Londrina – PR. E-mail: celligoi@uel.br

\*\* Bolsista do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina. E-mail: mau.geo@bol.com.br

## 1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A sub-bacia hidrográfica do rio dos Índios, inserida entre as coordenadas geográficas de longitudes 52°54' e 52°31' W, e de latitudes 23°21' e 23°54' S, localiza-se na região noroeste do estado do Paraná, onde afloram as rochas sedimentares cretáceas do Grupo Caiuá. A área pesquisada está delimitada pelos rios Paraná, Paranapanema e

Piquiri, respectivamente a oeste, norte e sul e pelo limite de ocorrência das formações a leste com a Formação Serra Geral, de idade Juro-Cretácea. O rio dos Índios, junto com os seus afluentes e contribuintes formam parte da bacia hidrográfica do Baixo Ivaí, que por sua vez, está inserida totalmente na da rede de drenagem do rio Paraná (Figura 1).



Fonte: Modificado de Celligoi (2000).

Figura 1 – Mapa de localização da sub-bacia do rio dos Índios - PR.

## 2. POÇOS CADASTRADOS

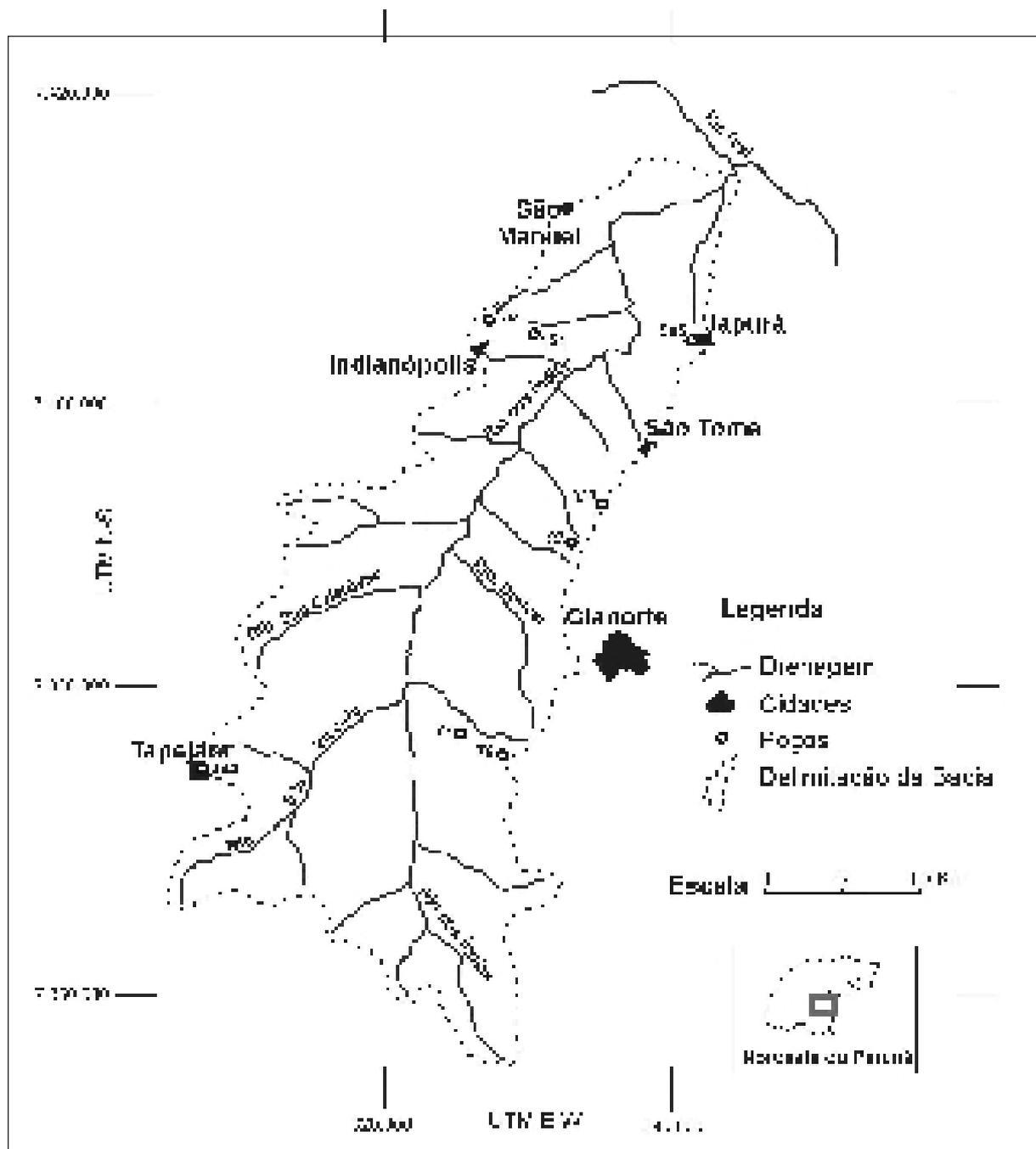
Localizados na sub-bacia do rio dos Índios – PR, foram cadastrados oito poços tubulares perfurados na região. O cadastramento dos poços tubulares teve por finalidade o relacionamento dos dados técnico-construtivos de cada obra, principalmente os de localização geográfica, profundidade, vazão, níveis d'água, entre outros. Tais poços são utilizados para suprir parcial ou totalmente o abastecimento público das áreas urbanas e rurais dos municípios de Cianorte,

Japurá, São Tomé, Tapejara, São Manuel e Indianópolis (Figura 2).

O cadastro dos poços na sub-bacia do rio dos Índios – PR foi possível a partir da obtenção do cadastro geral de poços da SUDERHSA (Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), órgão que pertence à Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Paraná e, a partir do cadastramento de 168 poços perfurados no Aquífero Caiuá, utilizados por Celligoi (2000). Este trabalho cadastral permitiu uma visão inicial relacionada à

exploração do Aquífero Caiuá visando o abastecimento público municipal da região em estudo, bem como à distribuição e loca-

lização geográfica dos poços perfurados na sub-bacia do rio dos Índios – PR (Figura 2).



Fonte: SUDERHSA – Cadastro de poços profundos.

Figura 2 – Mapa de localização e distribuição dos poços e municípios na sub-bacia do rio dos Índios

Os dados referentes aos poços localizados na área pesquisada revelaram que, todos os poços tubulares perfurados na sub-bacia do

rio dos Índios – PR pertencem às prefeituras municipais, com profundidades variando de 81 a 199 metros e vazão média de 4,7 m<sup>3</sup>/h para a região (QUADRO 1).

Quadro 1 – Poços cadastrados localizados na sub-bacia do rio dos Índios.

Cód. do Poço	Proprietário	Profundidade	Município	Q. m <sup>3</sup> /h
77	P. M. municipal	89,5	Cianorte	4,0
78	P. M. municipal	100	Cianorte	5,0
83	P. M. municipal	120	Cianorte	5,0
152	P. M. municipal	93	Indianópolis	2,0
154	P. M. municipal	96	Indianópolis	2,8
337	P. M. municipal	84	São Tomé	5,3
344	P. M. municipal	81	Tapejara	2,0
505	P. M. municipal	199	Japurá	12,0

Fonte: SUDERHSA– Cadastro de poços profundos.

### 3. CONTEXTO GEOLÓGICO

#### Geologia regional

A área pesquisada está inserida em relação ao seu contexto geológico, sobre as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral de idade Juro-Cretácea, bem como sobre os arenitos da cobertura suprabasáltica neocretácea, numa depressão de evolução geológica e de depocentro distintos dos da Bacia do Paraná, na denominada Bacia Bauru na qual os sedimentos estão relacionados aos grupos Bauru e Caiuá (FERNANDES, 1992). Além do noroeste do estado do Paraná, a cobertura suprabasáltica estende-se pelo Planalto Ocidental de São Paulo, parte oriental do Mato Grosso do Sul, parte do Triângulo Mineiro (MG) e sul do estado de Goiás (STEVANUX e FERNANDEZ, 1995).

A Formação Serra Geral é composta por basaltos pretos a cinza escuros, de estrutura maciça ou vesicular, fraturados e com o manto de intemperismo muito pouco presente em algumas localidades, até cerca de 30 metros nas regiões mais elevadas topograficamente (REBOUÇAS, 1976).

Sobrepondo-se a esta unidade, ocorrem os grupos Bauru e Caiuá. A primeira unidade citada é composta pelas formações Adamantina, Marília e Uberaba, verificando-se essas de pouca (localmente, o caso da Formação Adamantina), ou nenhuma ocorrência no noroeste do estado do Paraná. Dessa forma, não será tratado no presente trabalho do estudo

pormenor destas formações que constituem o Grupo Bauru, a ênfase será dada às rochas sedimentares constituintes do Grupo Caiuá, de maior ocorrência e extensão na área de estudo e constituinte do pacote sedimentar poroso do Aquífero Caiuá no Paraná.

O arenito Caiuá, anteriormente classificado como uma unidade pertencente ao Grupo Bauru é elevado à categoria de Grupo, graças aos estudos de Fernandes (1992) e constitui-se em três formações distintas: Formação Goio Êre, Formação Rio Paraná e Formação Santo Anastácio.

Segundo o autor as três formações citadas, foram acumuladas em ambiente desértico, geneticamente ligados, mas correspondentes a sub-ambientes distintos: zona central de sand sea, (Fm. Rio Paraná), zona de depósitos eólicos periféricos, (Fm. Goio Êre) e planícies de lençóis de areia (Fm. Santo Anastácio).

A Formação do Rio Paraná, apresenta no noroeste do estado do Paraná as maiores espessuras, na ordem de 250 metros. Segundo Celligoi (2000), sua litologia apresenta-se constituída de arenitos marrom-arroxeados, finos a médios, quartzosos, secundariamente subarcoseanos. Geralmente bem selecionados, com pouca ou nenhuma matriz silto argilosa, com estratificação cruzada de médio a grande porte. Os arenitos desta unidade são bem selecionados por lâminas ou estratos com grãos bem arredondados nas frações mais grossas, sendo que a maioria apresenta superfície fosca, encoberta por película ferruginosa (FERNANDES e COIMBRA, 1994).

A Formação Goio Êre ocorre na parte sudeste de afloramento dos Arenitos do Grupo Caiuá no estado do Paraná, é constituída de arenitos quartzosos freqüentemente subcorseanos, marrom-avermelhados a cinza arroxeados, de granulação fina a muita fina, ocasionalmente média. Dispõem-se em estratos tubulares de poucos metros de espessura com estratificação cruzada, intercalados com bancos de espessura métrica a decimétrica, de aspecto maciço ou estratificação subhorizontal mal definida (Ibidem).

A Formação Santo Anastácio, foi definida por Landim et al (apud FERNANDES e COIMBRA, 1994) como fácies independentes, de transição entre as unidades Bauru e Caiuá. Tal formação ocorre mais freqüentemente no estado de São Paulo, sendo mais restrito seu afloramento no estado do Paraná e com espessuras na ordem de no máximo de 70 metros. Segundo Fernandes e Coimbra. (1994), a formação é constituída por arenitos finos a muitos finos, com fração síltica subordinada, essencialmente quartzosos, caracteristicamente maciços.

#### Geologia local

A sub-bacia hidrográfica do Rio dos Índios está localizada na área de afloramento do Grupo Caiuá, mais extensivamente sobre a Formação Goio Êre, contato transicional com a formação Rio Paraná a noroeste, contatos erosivos com a formação Serra Geral a leste e com depósitos arenosos cenozóico, aluviais e coluviais no topo (Figura 3).

Na parte de menor espessuras dos arenitos que constituem o Grupo Caiuá na área em estudo, ocorre o contato litológico com os basaltos da formação Serra Geral, os quais afloram somente nas porções inferiores dos vales profundos por onde corre a drenagem do rio dos Índios (Figura 3).

A Formação Goio Êre sobreposta, possui arenitos aflorantes a sul e sudeste da área pesquisada, apresenta espessuras máximas na ordem de 50m em superfície (FERNANDES, 1992). Porém, na região da sub-bacia do rio dos Índios – PR, o cadastramento dos

poços tubulares revelaram profundidades do arenito que variaram de 47 a 120 metros, constituindo-se em espessura média na ordem de 87 metros em superfície.

A Formação Rio Paraná na área estudada, através do cadastro de poços tubulares perfurados na região e seus dados de profundidade, possibilitou a verificação de espessura média na ordem de 92 metros em superfície.

Os resultados apresentados por Fernandes e Coimbra (1994), quanto à quantidade de silte e argila presente na Formação Goio Êre e Formação Rio Paraná são muito semelhantes, apresentando médias de silte + argila em torno de 25% e teores de argila com médias de 10%, apenas diferindo quanto ao pequeno incremento de silte na Formação Goio Êre.

#### 4. HIDROGEOLOGIA

A partir do quadro geológico descrito, as formações pertencentes ao Grupo Caiuá tendem a se comportar como aquíferos, pois este fenômeno está ligado à acumulação de espessas camadas de sedimentos clásticos. Além disso, segundo Rebouças (1976), a Bacia do Paraná de acordo com a evolução da sedimentação, a partir de uma seqüência rítmica, aliada à geometria da estrutura em forma de bacia subsidente, propiciou a formação de aquíferos livres e confinados, a partir das bordas em direção ao centro.

O Aquífero Caiuá está inserido geologicamente ao pacote sedimentar das rochas suprabasálticas neocretáceas pós-basálticas da Bacia Bauru. No estado do Paraná, o referido aquífero, está inserido ao pacote arenoso do Grupo Caiuá, na qual, a área aflorante da deposição sedimentar apresenta características litológicas homogêneas, sem grandes quantidades de argila compactas. Portanto, Campos (1987) considera o mesmo, um sistema aquífero poroso e livre por toda sua extensão. Contudo, Rebouças (1976) coloca que localmente podem ocorrer pressões de confinamento, proporcionada pelas intercalações argilosas ou ocorrência de bancos calcífero.

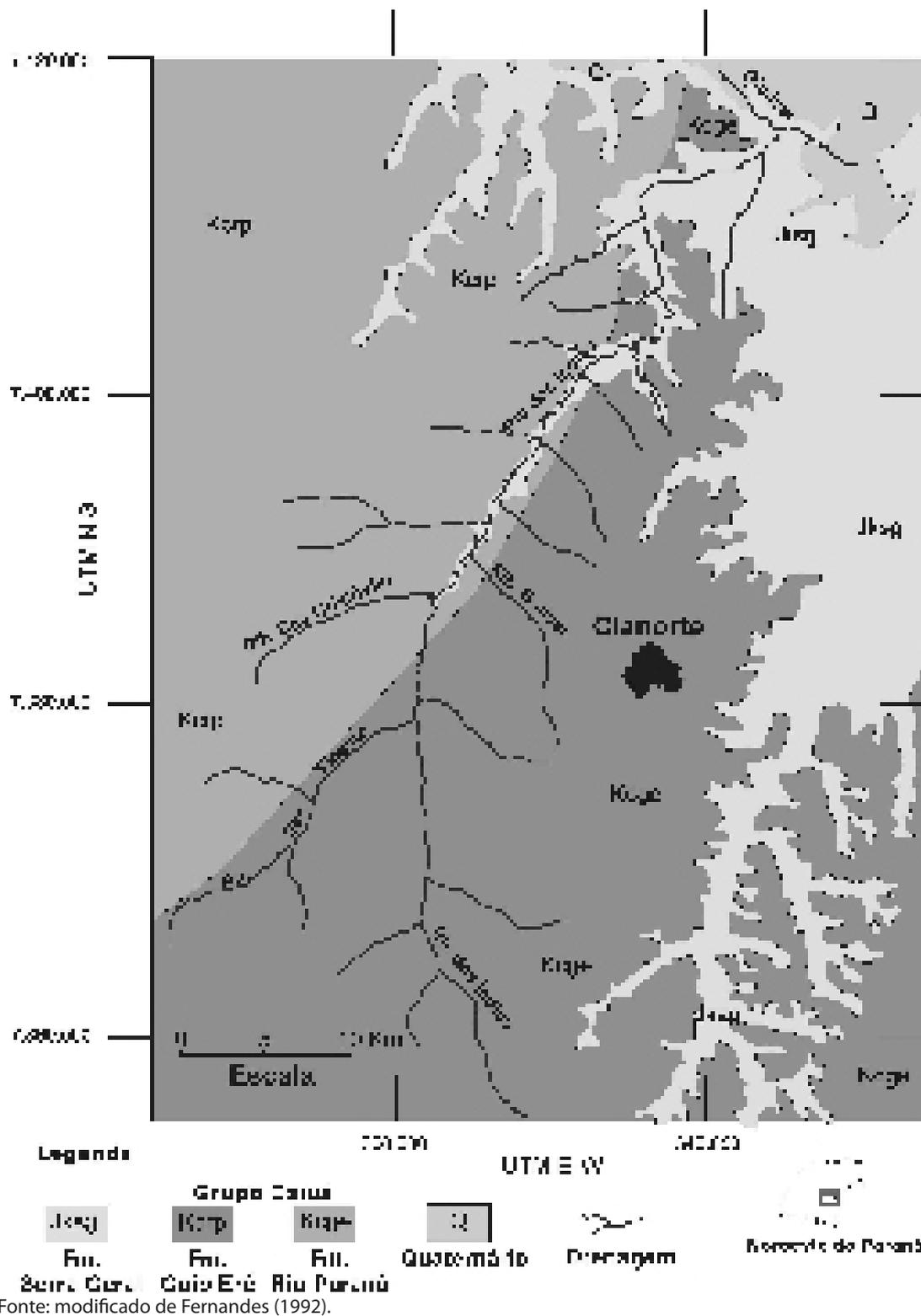


Figura 3 – Mapa Geológico local.

Os arenitos do Grupo Caiuá, quanto às suas capacidades da zona saturada, atingem espessuras na ordem de 50 a 100 metros, alcançando em média 80 metros de espessura. Os sedimentos desse Grupo no estado do Paraná estão assentados em discordância sobre o terreno mais antigo, mais especificamente, sobre as rochas basálticas da Formação Serra Geral.

A água acumulada no Aqüífero Caiuá na sub-bacia hidrográfica do rio dos Índios – PR, flui, em sua maior parte, para os rios e afluentes desta sub-bacia, alimentando o seu escoamento de base, enquanto que apenas uma pequena parcela infiltra-se no substrato rochoso, formado pelos basaltos.

Por sua vez, a bacia hidrográfica do Baixo Ivaí, que possui extensão de 29.452 Km<sup>2</sup> drena a totalidade da sub-bacia do rio dos Índios. O Baixo Ivaí é responsável, por cerca de 44% da área drenada do Grupo Caiuá no estado do Paraná e se desloca no sentido predominante de L para W, orientando a drenagem do rio dos Índios de sudoeste para nordeste.

## 5. CÁLCULO DAS RESERVAS PERMANENTES E REGULADORAS

### Precipitação e Temperatura

A recarga do Aqüífero Caiuá é extremamente facilitada, principalmente pelas formas tabulares ou suavemente onduladas do relevo e pela capacidade de infiltração relativamente grande do solo, aliadas a uma pluviometria regular (REBOUÇAS, 1976).

Neste sentido, a partir da estação pluviométrica de Cianorte, foi possível tomar os dados dos totais de precipitação e de temperatura diários dos anos entre 1976 e 1998 na região da sub-bacia hidrográfica do rio dos Índios, cedidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) a partir dos quais foram calculadas os totais de precipitação e médias de temperaturas anuais para os mesmos anos na região estudada.

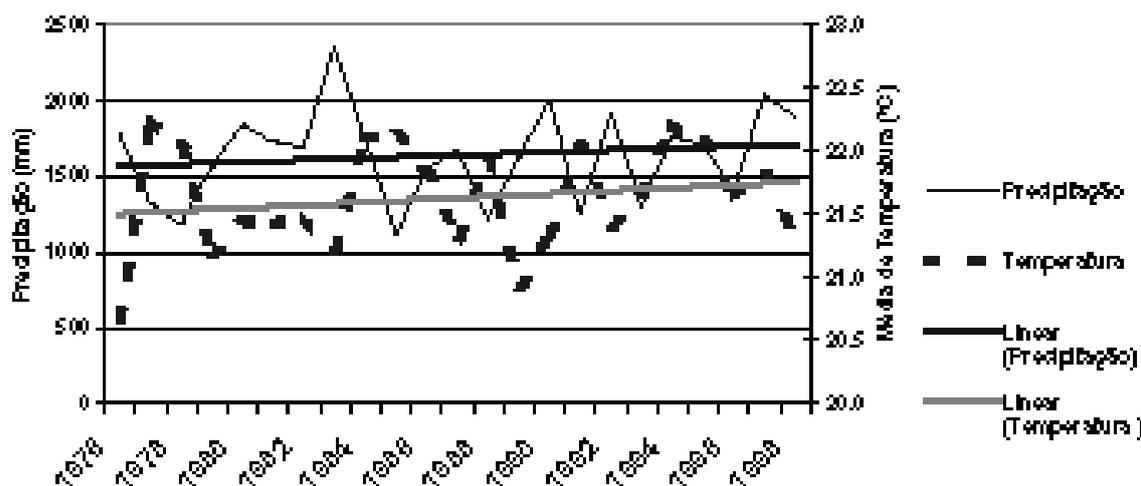
Analisando-se os totais pluviométricos no período de 1976 a 1998, foi verificada uma média de precipitação para a região da sub-bacia do rio dos Índios de 1642,47 mm anuais. Além disso, através dos dados obtidos referentes à precipitação e temperatura na estação pluviométrica de Cianorte, foi possível elaborar um gráfico com a finalidade da análise das linhas de oscilações das variáveis mencionadas no decorrer dos doze anos de medições (Figura 4).

Dessa forma, a partir desse estudo houve a contribuição para a avaliação das reservas subterrâneas na área pesquisada, pois a maior parte da infiltração originadas das precipitações pluviométricas que, chegam ao aqüífero como recarga, volta a sair do subsolo como escoamento de base dos rios, através de um ciclo anual.

O gráfico construído a partir dos dados da estação pluviométrica de Cianorte, indica a predominância do aumento da pluviosidade total anual, em contraposição da diminuição da média anual de temperatura e, vice versa. Contudo, ao analisar as linhas de tendências evidenciadas no gráfico, constata-se um aumento progressivo dos valores totais pluviométricos e das médias de temperaturas anuais no decorrer dos doze anos de medições (Figura 4).

### Reserva Permanente

Segundo Costa (1998), a reserva permanente constitui-se no volume hídrico acumulado em meio aqüífero, em função da porosidade efetiva e do coeficiente de armazenamento, não variável em decorrência da flutuação sazonal da superfície potenciométrica. Na área pesquisada esta teoria corresponde ao volume de água subterrânea localizado abaixo do nível mínimo de variação sazonal da superfície potenciométrica do Aqüífero Caiuá localizado na sub-bacia do rio dos Índios.



Fonte: IAPAR – Inventário da Estação Pluviométrica de Cianorte 1976 a 1998.

Figura 4 – Precipitação total anual, média de temperatura anual e linhas de tendências no período de 1976 a 1998, na estação pluviométrica de Cianorte.

Baseada em Celligoi (2000), a metodologia empregada para a estimativa da reserva permanente na área estudada, envolveu a área de ocorrência do aquífero na sub-bacia do rio dos Índios – PR, a espessura saturada e a porosidade efetiva.

Para o cálculo da reserva permanente (Rp), usou-se a expressão:

$$R = A \times b \times m_e$$

Sendo:

A = área de ocorrência do aquífero Caiuá na sub-bacia hidrográfica do Rio dos Índios (761,5 Km<sup>2</sup>)

b = espessura saturada média da área pesquisada (79,5 m)

m<sub>e</sub> = porosidade efetiva, calculada em laboratório (19,7%).

Então: 
$$R = 1,4 \times 10^9 m^3$$

### Reserva Reguladora

A reserva reguladora definida por Costa (1998), é o volume hídrico acumulado em meio aquífero, em função da porosidade eficaz ou do coeficiente de armazenamento

e variável anualmente em decorrência dos suportes sazonais de água superficial, do escoamento subterrâneo. Para esse estudo a teoria irá corresponder, ao volume de água da zona de flutuação sazonal, ou anual, do nível de saturação, acumulado em meio aquífero, contribuindo em sua descarga para a rede drenagem da sub-bacia do rio dos Índios – PR.

Existem vários métodos para a obtenção das estimativas das reservas reguladoras de aquíferos, para esse trabalho foi utilizada a metodologia de análise das curvas de recessão dos rios.

Domenico e Schwartz (apud Celligoi, 2000) definiram o termo recessão, referindo-se ao declínio da descarga natural de uma drenagem na ausência de entrada por precipitação e é assumida por leis de decaimento exponencial. O fluxo de base dos rios representa a retirada de água subterrânea do armazenamento, sendo conhecido como recessão de água subterrânea.

A recessão da sub-bacia do rio dos Índios – PR em diferentes anos, foi determinada através de uma série de segmentos de hidrógrafas inseridas na drenagem principal desta sub-bacia hidrográfica, na qual foi considerado o fluxo de base, tomando-se as medidas de vazão logo após os picos de

precipitação. Deste ponto em diante, até as próximas precipitações, o fluxo total é o componente do fluxo de base derivado da descarga de água subterrânea na drenagem. A curva gerada em escala logarítmica representa a curva de recessão da água subterrânea e pode ser descrita pela equação a seguir, utilizada por Celligoi (2000) e Rosa Filho (1993).

$$Q = Q_0 e^{-k}$$

Onde:

$Q_0$  = representa a descarga do rio dos Índios no início da recessão ( $m^3/s$ );

$Q$  = a descarga ( $m^3/s$ ) do rio dos Índios após um período  $t$  (dias);

$k$  = constante de recessão.

Para a realização do cálculo da reserva reguladora na área pesquisada, foram utilizados os dados de vazão fluvial obtidos na Estação Fluviométrica Japurá, pertencente à SUDERHSA, localizado no rio dos Índios nas coordenadas geográfica de latitude  $23^{\circ}26'00''$  S e longitude de  $52^{\circ}37'00''$  W (Figura 5).

Inicialmente, na catalogação dos dados fluviométricos, foram utilizadas estações localizadas geograficamente em outras micro bacias hidrográficas, porém devido à dificuldade de coerência de dados, descartou-se a utilização dos mesmos. Por efeito dessa problemática, foi selecionada a estação de Japurá para a continuidade da pesquisa, pois a análise dos dados de vazão diários desta estação fluviométrica revelou ser de boa confiabilidade, além disso, o rio dos Índios está localizado estrategicamente nos domínios aflorantes dos arenitos pertencentes ao Grupo Caiuá no Paraná, apesar de que nas partes de menor espessura o seu leito correr sobre os basaltos aflorantes.

Segundo os índices pluviométricos analisados entre os anos de 1976 a 1998, e a partir das medições das vazões do rio dos Índios, foram selecionados os anos 1985 e 1996 para o cálculo da curva de recessão. Esses dois anos indicados correspondem a índices de médias anuais pluviométricas inferiores a média geral medidas na estação pluviométrica de Cianorte.

Como critério de seleção, não foram utilizados apenas os anos de maior ou menor precipitação. Também foram consideradas as melhores curvas de recessão geradas a partir de diferentes gráficos evidenciando a vazão no rio dos Índios, bem como a coerência dos dados coletados para a estação fluviométrica de Japurá.

Para o cálculo da reserva reguladora do Aquífero Caiuá na sub-bacia do rio dos Índios – PR, tomou-se primeiramente o ano de 1985, que é um ano seco (Figura 6).

A descarga no início da recessão ( $Q_0$ ) é de  $17,8 m^3/s$ , passados 151 dias a vazão final ( $Q_t$ ) é de  $9,0 m^3/s$ , teremos que:

$$k = 0,0045$$

O volume da bacia contribuinte é dado por:

$$V_0 = \frac{Q_0 \times 8.400}{k}$$

Então:  $V_0 = 3,4 \times 10^3$

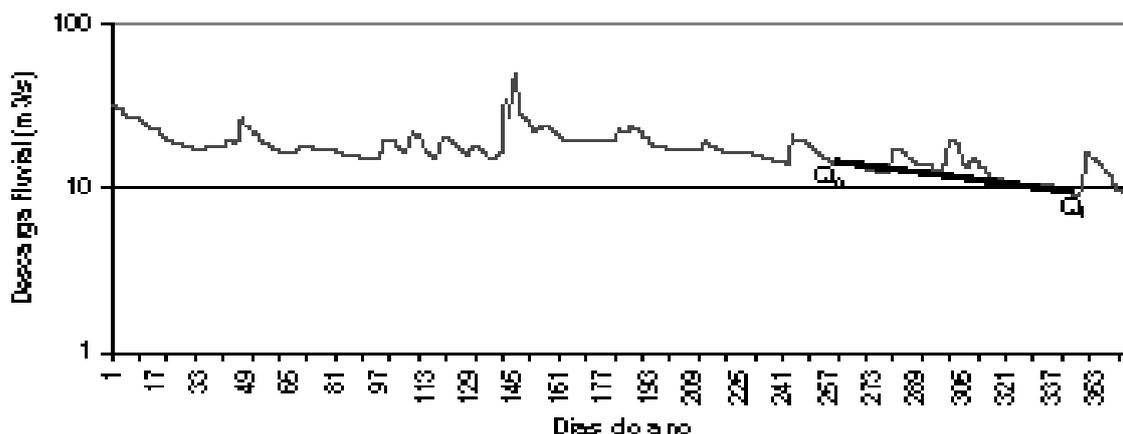
Sendo a área da sub-bacia do rio dos Índios – PR igual a (A)  $7,6 \times 10^8 m^2$ , a restituição média para o ano de 1985 pode ser calculada por:

$$h = \frac{V_0}{A}$$

$$V_0 = 448 m / ano$$

Para o ano de 1996 foram utilizados os mesmos parâmetros para a obtenção da recessão e da restituição média anual (Figura 7).





Fonte: SUDHERSA - Inventário da estação fluviométrica Japurá (1985).

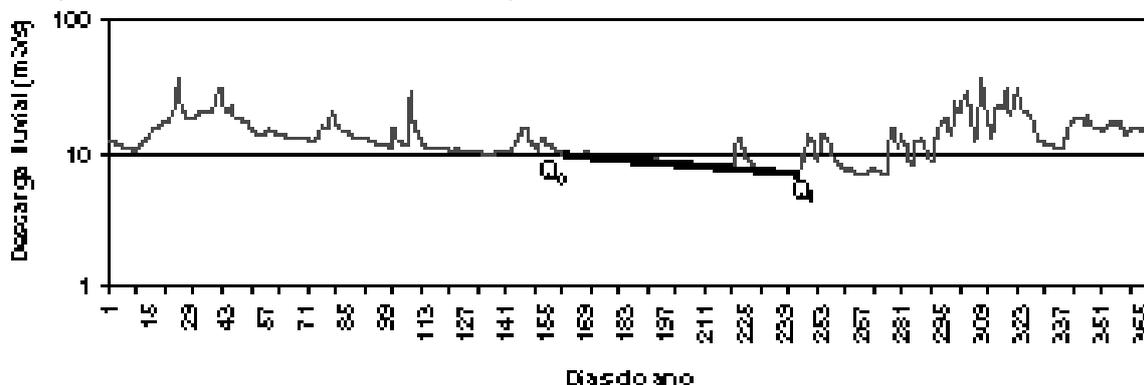
Figura 6 – Vazão diária do rio dos Índios em 1985, evidenciando o período de recessão.

O início da recessão a descarga ( $Q_0$ ) é de  $10,2 \text{ m}^3/\text{s}$  e ao final de 84 dias a vazão final ( $Q_1$ ) é de  $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Então teremos que:  $h = 256 \text{ mm/ano}$ .

Dessa forma, foram obtidos os valores de restituição de cada um dos anos ( $h_1$  e  $h_2$ ), assim possibilitando o cálculo da restituição

esta região recebeu a média pluviométrica de  $1268 \text{ mm}$  para o período amostrado, a restituição média perfaz cerca de  $27,7 \%$  da pluviometria anual.

O resultado obtido quanto à restituição média para o sistema aquífero na sub-bacia do rio dos Índios – PR, difere dos valores



Fonte: SUDHERSA - Inventário da estação fluviométrica Japurá (1996).

Figura 7 – Vazão diária do rio dos Índios em 1996, evidenciando o período de recessão.

alcançados por Celligoi (2000) para o Aquífero Caiuá no Paraná e Rebouças (1976) para o sistema aquífero Bauru, com valores de aproximadamente  $18 \%$  de restituição média anual da pluviometria.

Entretanto, segundo Rebouças (1976), estudos do DAEE revelam nos domínios de afloramento dos membros médio a inferior do pacote sedimentar do Grupo Bauru, uma restituição média de até  $30\%$  da pluviometria, resultado esse, relativamente próximo

ao valor indicado nesta pesquisa, (restituição média =  $27,7\%$ ). Esses valores refletem, em parte, a melhor aptidão do aquífero localizado na sub-bacia do rio dos Índios – PR em liberar grandes quantidades de água para a drenagem em relação aos outros sistemas aquíferos, mais ricos em cimento calcífero e/ou componentes argilosos, os quais dificultam uma maior percolação das águas subterrâneas.

Para o cálculo da reserva reguladora do Aqüífero Caiuá, na sub-bacia do rio dos Índios – PR, utilizou-se o valor médio anual de restituição da pluviometria para os dois anos selecionados ( $h_m = 352$  mm/anual), a área de ocorrência do aqüífero nesta Sub-Bacia ( $A_b = 7,6 \times 10^8$  m<sup>2</sup>). Sendo assim a reserva reguladora ( $R_r$ ) pode ser calculada por:

## 6. ESTIMATIVAS DE EXPLORAÇÃO HÍDRICA

Com base nos parâmetros de vazão analisados dos poços tubulares cadastrados na sub-bacia do rio dos Índios – PR e a partir do cálculo da reserva reguladora, torna-se possível estimar a exploração hídrica atual do Aqüífero Caiuá na região pesquisada, objetivando um estudo gestor dos recursos hídricos subterrâneos, sem causar impactos ambientais e evitando que o planejamento sócio-econômico dos municípios, quanto ao abastecimento público de água não seja prejudicado futuramente.

A vazão somada para os oito poços cadastrados foi de 38,1 m<sup>3</sup>/h. Após o período de um ano a demanda de água perfaz um total de  $278 \times 10^3$  m<sup>3</sup>, estimando-se um bombeamento contínuo de 20 horas diárias. Sendo a reserva reguladora calculada em  $0,27 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/ano, os poços utilizam apenas 0,1% do seu potencial.

## CONCLUSÕES

A sub-bacia do rio dos Índios está inserida na região noroeste do estado do Paraná, sobre a qual afloram as rochas sedimentares suprabasálticas referentes ao Aqüífero Caiuá. Em seu contexto geológico a área de estudo localiza-se sobre as formações que constituem o Grupo Caiuá, mais extensivamente a Formação Goio Êre em contato transicional com a Formação Rio Paraná e contato erosivo com a Formação Serra Geral.

O Aqüífero Caiuá consiste em seu pacote sedimentar um meio poroso, com características relativamente homogêneas, sem grandes quantidades de argila compactas, por isso, considerado como um sistema aqüífero livre em toda sua extensão.

A sub-bacia hidrográfica do rio dos Índios – PR abrange um área de 760 Km<sup>2</sup>, inseridos em seus limites oito poços tubulares e seis municípios que utilizam de suas reservas subterrâneas como forma de suprir a demanda de água, tanto urbana como rural. Os poços tubulares cadastrados possuem juntos vazão de 38,1 m<sup>3</sup>/h, com média de 4,7 m<sup>3</sup>/h de vazão do aqüífero.

A reserva permanente calculada na região estudada a partir de uma porosidade efetiva de 19,7% foi de  $11,4 \times 10^9$  m<sup>3</sup>, enquanto que as reservas reguladoras, calculadas a partir da curva de recessão do rio dos Índios nos anos de 1985 e 1986 foram de  $0,27 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/ano.

A avaliação das reservas subterrâneas do Aqüífero Caiuá na sub-bacia do rio dos Índios – PR, evidenciou que a exploração atual da água subterrânea está abaixo de seu potencial em armazenar água. Atualmente grande parte do abastecimento de água tanto para a zona urbana como rural dos municípios da região em estudo, é feita através da captação da água superficial. Tendo em vista a rápida degradação desse manancial, devido principalmente às ações antrópicas, os aqüíferos poderão deixar de ser verdadeiras reservas de água para a gestão e planejamento dos municípios, no que diz respeito ao abastecimento público.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, H.C.N.S. Contribuição ao estudo hidrogeológico do Grupo Bauru no Estado de São Paulo. 1987. Dissertação (Mestrado) – IG/USP, São Paulo.
- CELLIGOI, A. Hidrogeologia da Formação Caiuá no Estado do Paraná. 2000. Tese (Doutorado em Hidrogeologia) – IG/USP, São Paulo.
- COSTA, W. D. Avaliação de reserva, potencialidade e disponibilidade de aqüíferos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 8, Recife. Anais... Recife: ABAS, 1994.

FERNANDES, L. A. A cobertura cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema: os grupos Bauru e Caiuá. 1992. Dissertação de Mestrado – IG/USP, São Paulo.

FERNANDES, L. A., COIMBRA, A. M. O Grupo Caiuá: revisão estratigráfica e contexto deposicional. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, SBG, v. 24, n. 3, p. 164-176, 1994.

PARANÁ (Estado). Instituto Agrônomo. Inventário da Estação Pluviométrica de Cianorte.

PARANÁ (Estado). Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Paraná. Cadastro geral de poços profundos.

PARANÁ (Estado). Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Paraná. Dados da estação fluviométrica Japurá.

REBOUÇAS, A.C. Recursos hídricos subterrâneos da Bacia do Paraná – análise de pré-viabilidade. 1976. Tese (Livre Docência) – IG/USP, São Paulo. 143 p.

ROSA FILHO, E. F. Caracterização da depleção de um aquífero através do coeficiente de descarga, a, de Maillet. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, UFPR, v. 41, p. 125-144, 1993.

STEVAUX, J.C., FERNANDEZ, O. V. Q. 1995. Avaliação preliminar do potencial mineral da região noroeste do Estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, Curitiba, UFPR, v. 43, p. 119-133, 1995.

---

## Evaluation of the Groundwater Reserves of Caiuá Aquifer in the Sub-Basin of the Índios River - PR.

### ABSTRACT

The agriculture-industrial development in the northwest area of the state of Paraná, comes provoking in the last years the interest for the exploration of water in Caiuá aquifer. Tubular wells have been drilled as form of supplying the demand of water mainly in public provisioning of the municipal districts. In that way, the studies of the groundwater reserves of that aquifer is extremely important. For this end, the hydrographical sub-basin of the Índios river was selected objectifying a local study as the evaluation of the regulator and permanent reserves of Caiuá aquifer in the state of Paraná. The permanent reserve was evaluated in  $11,4 \times 10^9 \text{ m}^3$ , calculated in function of the area of occurrence of Caiuá aquifer in the sub-basin of the Índios river, the saturated thickness average and the effective porosity. The regulator reserve was evaluated in  $0,27 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{year}$ , starting from the recession curves of the Índios river.

**KEY-WORDS:** Caiuá aquifer, groundwater reserves, Índios river, recession curves.