

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA PARA
SELEÇÃO DE ÁREAS ADEQUADAS À ATIVIDADES
INDUSTRIAIS NA REGIÃO METROPOLITANA DE
CAMPINAS - SP (R.M.C.).**

Douglas Ávila Pascoal

Orientador: Prof. Dr. Alberto Pacheco

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF-14/2002)

SÃO PAULO
2002

Universidade de São Paulo
Instituto de Geociências

**Aplicação de uma metodologia para seleção de áreas
adequadas à atividades industriais na região
metropolitana de Campinas - SP (R.M.C.).**

Douglas Ávila Pascoal

Orientador: Prof. Dr. Alberto Pacheco



Trabalho de Formatura

DEDALUS - Acervo - IGC



30900011573

São Paulo
2002

11
P281
DA. 2

Universidade de São Paulo
Instituto de Geografia

Aplicação de uma metodologia para seleção de áreas
adequadas à atividades industriais na região
metropolitana de Campinas - SP (R.M.C.)

Douglas Silva Frazão

Orientador: Prof. Dr. Alberto Pereira

Tribuna de Fomento

DOAÇÃO IGC-USP
Data: 20/03/03

São Paulo
2003

"A Loucura de Deus é mais sábia que a sabedoria do homem e a fraqueza de Deus
mais forte que a força do homem."

1 Coríntios 1:25

"O universo me espanta eu não posso imaginar este relógio tão perfeito exista e não
tenha um relojoeiro."

Raul Seixas

Escravos cardíacos das estrelas
Conquistamos todo o mundo antes de nos levantar da cama
Mas acordamos e ele é opaco,
Levantamo-nos e ele é alheio,
Saímos de casa e ele é a terra inteira,
Mais o sistema solar e a via Láctea e o indefinido.

Olha que não há mais metafísica no mundo senão chocolates.
(Come chocolates pequena suja, come chocolates!)

Pudesse eu comer chocolates com a mesma verdade com que comes!

A Tabacaria , Fernando Pessoa.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho aos meus pais, Vitória e Luiz pela dedicação e luta.

Meus sinceros agradecimentos as instituições e amigos pela colaboração :

À Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental-CETESB,

Ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo-IGc,

Ao orientador, Prof. Dr. Alberto Pacheco,

Ao Setor de Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas-EQSS-EQSE,

Ao Eng. Agr. Cláudio Dias

À Geog. Rosângela Pacini Modesto

À Geol. Amélia Fernandes

Índice:

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
Identificação.....	8
1. Apresentação.....	8
2. Introdução.....	9
2.1. Aspectos Gerais.....	9
2.2. Localização da Área e acessos.....	10
2.3. Levantamento do uso das águas subterrâneas.....	11
3. Objetivos.....	13
4. Justificativas.....	13
5. Caracterização hidrogeológica.....	14
5.1. Geologia da Área.....	14
5.2. Unidades Aquíferas.....	18
5.2.1. Cristalino.....	18
5.2.2. Itararé.....	20
5.2.3. Diabásios.....	21
5.2.4. Cenozóico e Aluviões.....	22
6. Materiais e Métodos.....	23
6.1. Métodos de trabalho.....	23
6.2. Metodologia Aplicada.....	25
6.3. Resultados parciais.....	30
6.3.1. Vulnerabilidade.....	30
6.3.2. Recarga.....	31
7. Integração.....	41
7.1. Discussão.....	43
8. Legislação.....	44
9. Conclusão.....	45
10. Recomendações.....	48
11. Bibliografia.....	50

FIGURAS

Figura 1- Área de Estudo.....	11
Figura 2- Esquema conceitual do risco de contaminação das águas subterrâneas.....	28
Figura 3- Esquema global da metodologia aplicada.....	29
Figura 4- Modelo conceitual de circulação das águas subterrâneas.....	32
Figura 5- Perfil típico de um vale na região de Deccan na Índia.....	37
Figura 6- Modelo simplificado de ocorrência da água subterrânea no aquífero Serra Geral.....	37

TABELAS

Tabela 1- Parâmetros Hidrogeológicos.....	27
Tabela 2- Ocupação/Vegetação em área, na R.M.C	38
Tabela 3- Classificação de áreas prioritárias para recarga.....	40
Tabelas 4- Índices e classes respectivas.....	41
Tabela 5- Cruzamento das Classes e níveis de exigências resultantes.....	42

GRÁFICOS

Gráfico 1- Quantidade de poços tubulares profundos industriais, por sistema aquífero.....	12
Gráfico 2- Volume explorado por dia, por sistema aquífero.....	12
Gráfico 3- Vazão média dos poços, por sistema aquífero.....	12

ANEXOS

Anexo 1 -Perfis Construtivos.....	54
Anexos 2 -Área de Estudo.....	55
Manchas Urbanas.....	
Carta de Uso e Ocupação.....	
Anexo 3- Mapa Geológico.....	56
Anexo 4- Mapa de Vulnerabilidade Natural.....	57
Anexo 5- Mapa Pedológico.....	58
Anexo 6- Mapas de Recarga.....	59

Declividade.....	
Descontinuidades Estruturais	
Vegetação.....	
Densidade de drenagens.....	
Anexo 7- Mapa do Potencial de Recarga.....	60
Anexo 8- Mapa de Implantação Industrial.....	61

RESUMO

O projeto apresenta uma aplicação metodológica para seleção de áreas aptas à implantação industrial de grande porte na Região Metropolitana de Campinas (R.M.C.).

Em complemento ao gerenciamento integrado dos recursos naturais desenvolvido na Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB), a ampliação do parque industrial na R.M.C. deve destacar áreas com características físicas que assegurem o funcionamento de novos empreendimentos industriais, de modo que minimizem os possíveis impactos de poluentes nas água subterrâneas.

O recurso cartográfico foi utilizado na síntese, tradução e espacialização do conhecimento hidrogeológico onde a vulnerabilidade específica é apresentada em função de características hidrogeológicas, geológicas e geomorfológicas da área associando-se ao conceito de degradação das águas por cargas de alto potencial poluidor.

As informações apresentadas destacam a fragilidade do meio físico aplicadas a contaminantes persistentes e móveis, com ênfase nas suas características de atenuação mais efetivas (Geometria do aquífero, dispersão e tempo), além da proteção de áreas prioritárias para recarga.

Os tratamentos em geoprocessamento resultaram em quatro níveis de exigências para implantação podendo ser relacionados à alto (N), médio alto (PN), médio baixo (PA) e baixo (A), respectivamente, dispostos em uma carta de aptidão do meio físico.

ABSTRACT

This work presents a methodology for selection of capable areas for industrial implantation applied in the Metropolitan Area of Campinas (R.M.C.), as subsidize to the pollution prevention and control actions.

In complement to the integrated management of the pollution control already done by the Environmental Protection Agency of Sao Paulo State (CETESB), it is here proposed that the enlargement of the industrial park in R.M.C. should be made in areas with physical characteristics that minimize the possible impacts of pollutant in the quality of the groundwater, considering the geometry of the aquifer, dispersion of pollutant, besides the protection of priority recharge areas.

The cartographic resource was used in the synthesis and spacialization of those characteristics where the vulnerability of the aquifers is presented in function of the hidrogeology, geology and geomorphology of the area, associated to the concept of the degradation of the waters for loads of high pollutant potential.

The treatment of the obtained information by geoprocessing resulted in four levels of demands for implantation: high, medium high, medium low and low; respectively: N, PN, PA and A; disposed in a thematic map of the physical middle, in scale 1:100.000.

Identificação.

Universidade de São Paulo Instituto de Geociências	
Disciplina Interdepartamental 044-500:	Trabalho de Formatura – T.F.
Projeto: nº 14	Aplicação de uma metodologia para seleção de áreas adequadas à atividades industriais na R.M.C..
Aluno:	Douglas Ávila Pascoal
Orientador:	Prof. Dr. Alberto Pacheco
Apoio:	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB)

1. Apresentação.

O projeto desenvolvido fez uma avaliação hidrogeológica prática através da montagem e análise de um banco de dados georreferenciado, que permitiu a aplicação de uma metodologia para seleção de áreas adequadas a atividades industriais na Região Metropolitana de Campinas (R.M.C.), utilizando-se de técnicas interpretativas e de geoprocessamento, em apoio a políticas preventivas de gerenciamento ambiental.

Os trabalhos foram auxiliados pelo projeto base “Diagnóstico de novas formas de gerenciamento Ambiental na região de Paulínia”, coordenado pelo Eng. Cláudio Darwin Alonso, em atividades na Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB). Este possui variadas frentes de desenvolvimento articuladas nos diferentes setores da CETESB e Secretaria do Meio Ambiente (SMA), dentre eles o Setor de Qualidade de Solos e Águas Subterrâneas (EQSS), responsável pelos trabalhos relativos aos solos e águas subterrâneas.

2. Introdução.

2.1. Aspectos Gerais.

O projeto pretende complementar informações ao gerenciamento dos recursos naturais da (R.M.C.), que vem sendo desenvolvido pela (CETESB), em cumprimento do decreto estadual 32.955/91 que regulamenta a lei nº 6.134 de junho de 1988.

A lei dispõe sobre a preservação e conservação dos depósitos naturais de águas subterrâneas do Estado de São Paulo envolvendo a avaliação, planejamento e gerenciamento e outorga, assim como a fiscalização dos direitos de uso desta água.

Visando a conservação, proteção e manutenção do equilíbrio natural das águas subterrâneas e serviços de abastecimento público, a legislação prevê o estabelecimento de áreas de proteção. Estas são classificadas em: áreas de proteção máxima, áreas de restrição, e áreas de proteção de poços e outras captações.

As áreas de proteção máxima compreendem , no todo ou em parte, zonas de recarga de aquíferos altamente vulneráveis à poluição e que se constituem em depósitos de águas essenciais ao abastecimento público.(Art. 20, item I, seção II)

Tendo em vista a implantação industrial de grande porte na R.M.C., o projeto proposto encontra seu respaldo legal no cumprimento do artigo-21º/I , que proíbe a implantação industrial de alto risco ambiental, pólos petroquímicos, carboquímicos e cloroquímicos, usinas nucleares e quaisquer outras fontes de grande impacto ambiental ou extrema periculosidade nas áreas de proteção máxima, que será o principal alvo deste trabalho.

Em termos de proteção das águas subterrâneas, a ampliação do parque industrial deve considerar as áreas com características físicas que assegurem, quando

do funcionamento de novos empreendimentos industriais, a minimização dos impactos de poluentes nas águas subterrâneas.

Nestas condições o conhecimento hidrogeológico não se restringe apenas aos profissionais da área, mas também pretende atingir uma demanda constituída por pessoas legais. Isto, principalmente, devido ao crescimento substancial de trabalhos integrados de planejamento que visam a obtenção de respostas simples e diretas às necessidades surgidas. A cartografia é um dos recursos mais utilizados na síntese, tradução e espacialização do conhecimento hidrogeológico pois facilita ao usuário a sua compreensão.

2.2. Localização da Área.

A área de estudo situa-se, aproximadamente a 150Km da capital do Estado de São Paulo, entre os paralelos $22^{\circ}57'30''\text{S}$ e $22^{\circ}30'00''\text{S}$ e meridianos $47^{\circ}22'30''\text{W}$ e $46^{\circ}55'00''\text{W}$. Os municípios abrangidos pelo estudo pertencem à Região Metropolitana de Campinas, compreendendo Americana, Arthur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Holambra, Hortolândia, Jaguariúna, Nova Odessa, Paulínia e Sumaré, além de Limeira. (Figura 1.,e anexo.2.)

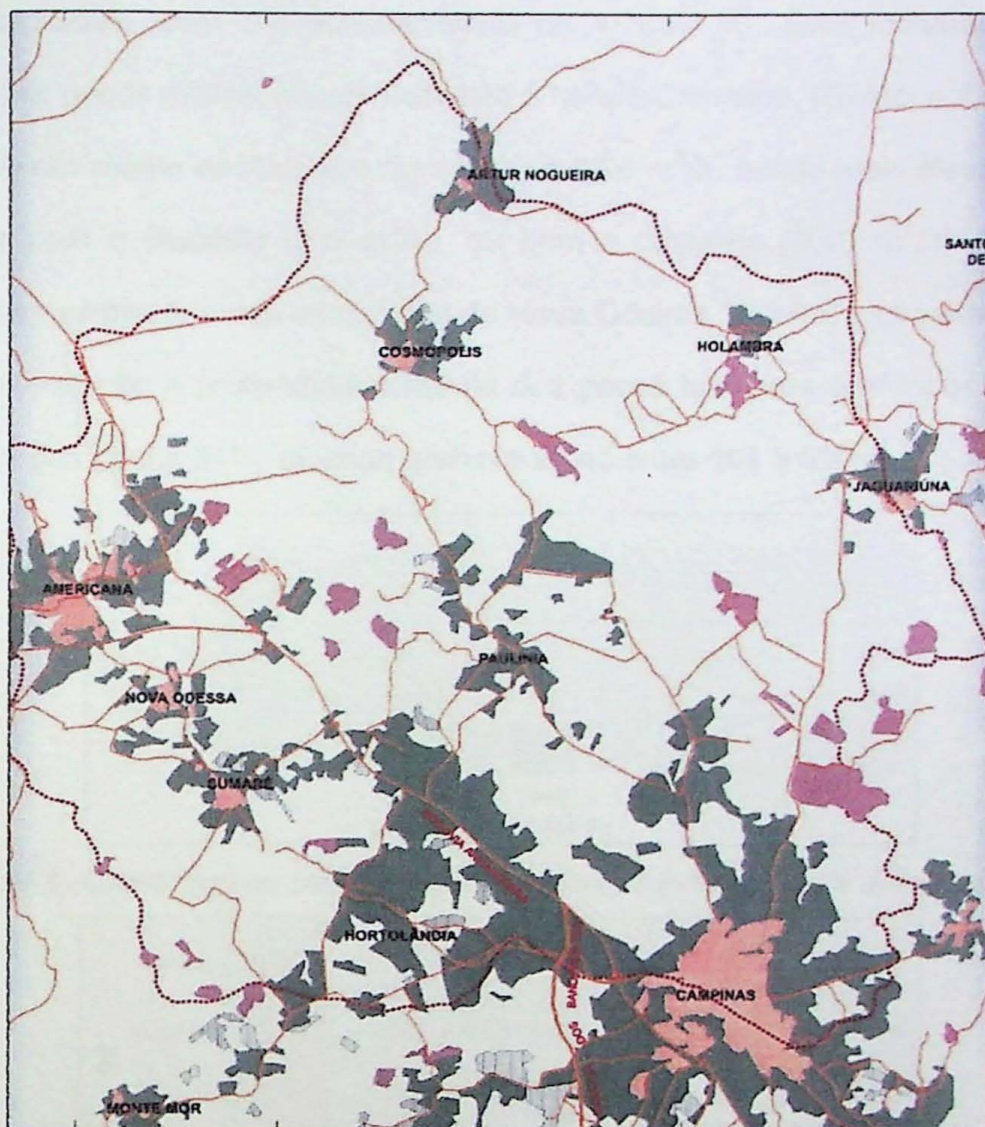


Figura 1. Área de estudo.

2.3. Levantamento de uso das águas subterrâneas

O setor de Qualidade de solos e Águas Subterrâneas (EQSS), em conjunto com as Agências regionais da CETESB, realizou um levantamento do uso das águas subterrâneas nas indústrias da área baseados nos seguintes dados: denominação, localização dos poços, coordenadas UTM, dados de construção, vazão, profundidade, tempo de bombeamento, data de perfuração, cota do nível estático e dinâmica e o relatório técnico final de perfuração do poço tubular profundo. (Relatório Interno)

O tratamento destes dados mostram que o aquífero mais explorado na região é o Aquífero Itararé, com um volume diário de 15.600 m³. Este mesmo é também explorado por poços mistos, Itararé/Diabásio e Itararé/Cristalino. (Gráficos 1,2,3)

A vazão média do Aquífero Itararé é de 8,26 m³/h, sendo mais elevada quando se mistura com o diabásio (8,5 m³/h), ou com o cristalino (9,43 m³/h). As maiores vazões foram verificadas nos municípios de Nova Odessa 30 m³/h, e Limeira 32,9 m³/h.

Com relação a profundidade média dos poços tubulares profundos, uma parte significativa dos poços 81%, alcança profundidades entre 101 e 300m.

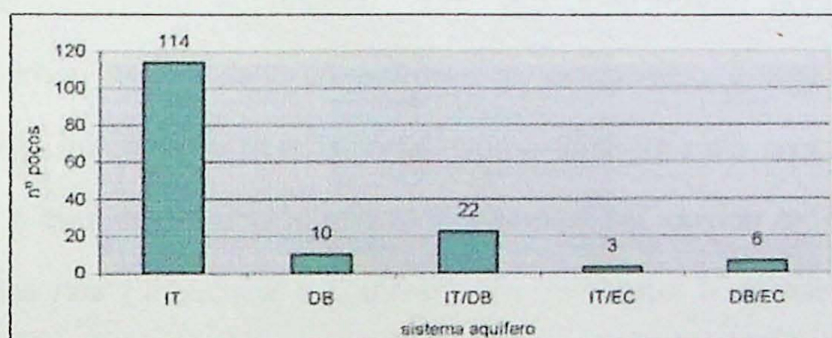


Gráfico 1. Quantidade de poços tubulares profundos industriais, por sistema aquífero

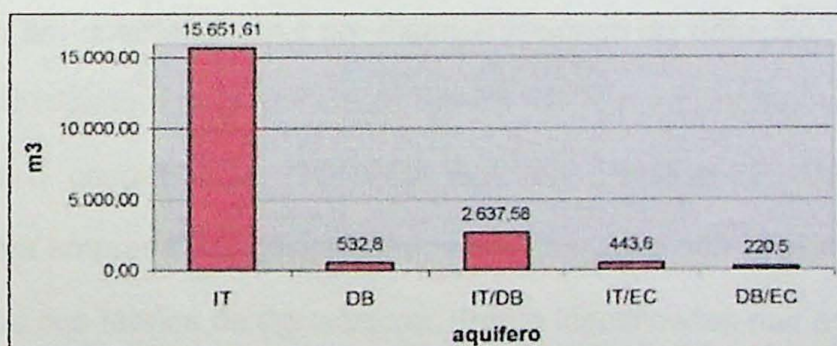


Gráfico 2. Volume explorado por dia, por sistema aquífero.

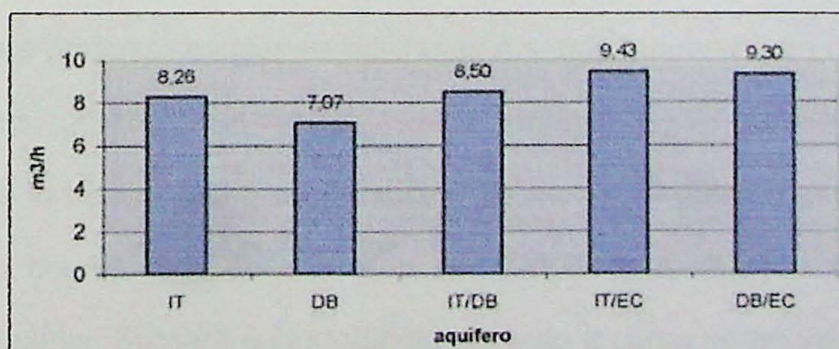


Gráfico 3. Vazão média dos poços, por sistema aquífero.

3. Objetivos.

O projeto teve por objetivo principal a aplicação de uma metodologia na seleção de áreas mais aptas à implantação industrial de grande porte e alto risco ambiental, como pólos petroquímicos, carboquímicos e cloroquímicos, visando o apoio ao gerenciamento e proteção dos recursos hídricos da Região Metropolitana de Campinas.

Com o desenvolvimento dos trabalhos confeccionou-se um mapa de classificação de risco para implantação industrial na escala 1:100.000.

4. Justificativas.

A região de estudo, face ao seu local estratégico, sempre se caracterizou como pólo de desenvolvimento econômico, com alto crescimento populacional. A água subterrânea tornou-se um recurso estratégico, econômico e social, em função do desenvolvimento industrial e populacional. Como também pelo problema da escassez em qualidade e quantidade do recurso hídrico superficial, devido às limitações da bacia hidrográfica dos rios Piracicaba e Capivari, em comportar a demanda local. Além do fornecimento de água por parte da bacia para o sistema Cantareira de São Paulo.

A área em questão possui um extenso histórico de poluição, que recentemente vem sendo divulgado pelos principais meios de comunicação, com um destaque principal para o caso SHELL QUÍMICA S.A. em Paulínia-SP (Bairro Recanto dos Pássaros). Esta empresa admitiu publicamente a poluição das chácaras vizinhas à área onde funcionou sua fábrica de agrotóxicos. Foram identificados nas águas subterrâneas organoclorados, como o eldrin, dieldrin e aldrin, além de hidrocarbonetos halogenados e metais pesados podendo causar sérios danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Segundo (IG-CETESB-DAEE, 1997 e 1998) a região apresenta uma das mais altas taxas de industrialização do estado, mais de seis indústrias por município, áreas de deposição de resíduos sólidos e/ou atividades de mineração nos municípios de Campinas, Paulínia, Sumaré e Hortolândia. Quanto a carga potencial poluidora de N-N₃

os municípios de Campinas, Hortolândia e Sumaré possuem cargas elevadas e Paulínia, Americana e Cosmópolis cargas moderadas.(*carta de uso e Ocupação do solo, em anexo.2.*)

Os trabalhos realizados por (PEREIRA, 1996) revelam um alto índice de exploração pela relação consumo/reserva ativa estimada, indicando porcentagens de exploração de cerca de 79% da reserva natural, correspondendo a 54% da reserva total da R.M.C..

5. Caracterização Hidrogeológica

5.1. Geologia da Área

A Região Metropolitana de Campinas situa-se na borda leste da Bacia do Paraná. Na região oriental da área é encontrado o embasamento cristalino, constituído por rochas metamórficas Pré-Cambrianas de alto e médio graus do complexo Itapira e por intrusões de granitos, de idade Neo-Proterozóica e Cambriano-Ordoviciano (Granitóides Jaguariúna, Granitos Morungaba e Itu); a oeste por sedimentos da bacia do Paraná, Subgrupo Itararé constituído por rochas de variadas litologias com alto grau de complexidade faciológica decorrente de seu ambiente deposicional. Ocorre também diabásios da formação Serra Geral intrudindo as rochas sedimentares em forma de sills e diques, principalmente na região central da área de estudo.(*anexo.3.*)

Extensos corpos de sedimentos Cenozóicos cobrem, em grande parte os sedimentos do Subgrupo Itararé na porção centro-nordeste. Há nas margens dos rios a presença de depósitos aluvionares Quaternários.

As rochas metamórficas são predominantemente gnaissica, **do Complexo Itapira**, diferenciadas em dois grupos de rochas indicativas de posições estratigráficas segundo BASEI (1986): Domínio Itapira, constituído por ortognaisses de idade Proterozóico médio ou inferior cinza a cinza azulados, hololeucocráticos a leucocráticos,

homogêneos e de granulação fina a média, e composição leucotonalítica com fácies granodioríticas e graníticas; e o grupo Itapira, composto pelos seguintes grupos: granada-biotita-gnaisses granoblastico cinza que passam localmente a granada-muscovita-biotita xisto feldspático e a sillimanita granada-biotita-gnaisses; biotita-hornblenda-gnaisses, cinza a cinza escuros, bandados com alternância de rochas de composições anfibolíticas, dioríticas, quartzo-dioríticas e tonalíticas, granodioríticas, e por fim granada-biotita plagioclásio gnaiss cinza, grano-lepidoblástico grosso a granoblastico médio e listrado com intercalações de biotita e/ou hornblenda-biotita gnaiss cinza.

Em Campinas o complexo possui três domínios estruturais distintos: o domínio ocidental, caracterizado por predominância da foliação gnaissica de orientação NE, passando a WNW na parte norte do município; o domínio intermediário, de direções NNE, entre a zona de cisalhamento Campinas e a zona de cisalhamento Valinhos com a ocorrência de rochas intensamente deformadas (IG,1993). O terceiro domínio encontrado na parte oriental, entre os granitos Morungaba é conhecido como a lente gnaissica de Joaquim Egídio, e os gnaisses estão com foliação blastomilonítica e intensamente deformados.

Os seguintes grupos litológicos ocorrem na região de Campinas: os gnáisses bandados, (hornblenda)-biotita ou biotita-hornblenda gnaisses; biotita-gnaiss laminado a bandado cinza médio; biotita gnáiss granitóide homogêneo ou granito pouco foliado cinza médio ou claro e anfibólio-biotita gnáiss granitóide, cinza rosado ou levemente esverdeado médio inequigranular. Existem os gnaisses xistosos ocorrendo entre as zonas de cisalhamento, constituindo-se de gnaisses peraluminosos ou (muscovita)-granada-sillimanita-biotita gnáisses xistoso. No grupo das granadas-biotita-gnaisses ha o predomínio de granada-biotita gnaiss cinza médio, com olhos de feldspatos

centimétricos, biotita-gnaiss fitado e biotita gnaiss granitóide, com rochas subordinadas.

O granitóide Jaguariúna situa-se na parte oeste do embasamento cristalino, limítrofe aos sedimentos do Subgrupo Itararé e diabásios da formação Serra Geral, abrangendo os municípios de Campinas, Jaguariúna e Santo Antônio da Posse. Na região mais ao norte da área, encontram-se biotita-granitos equigranulares e anfibólios granitóides, de tonalidade cinzento claro a róseo, foliado a maciço, equigranular fino ou médio. Subordinadamente as essas rochas são encontrados gnáisses xistosos. Nas demais áreas de afloramento desses granitóide são encontrados os hornblenda-biotita granitos gnaissicos porfiríticos ou facoidais, cinza rosados a rosa acinzentados, granulometria fina a média e inequigranular, de composição granítica e os biotita-granito gnaissico inequigranular, rosa acinzentados a cinza rosados, inequigranulares, eventualmente porfiróides a porfiríticos, homogêneos, de granulação média a grossa. (IG,1993; 1995)

O granitóide Morungaba, também de idade Neoproterozóica, situa-se na parte leste do embasamento, especificamente a leste dos municípios de Campinas, Valinhos e Vinhedo. Os tipos de rocha mais representativos são: os biotita-granitos equigranulares leucocráticos, orientados de cores rósea a rósea acinzentada e cinzenta rosada, granulação de média a grossa, os biotita-granitos equigranulares hololeucocráticos, maciços de coloração rósea e granulação média a fina, biotita-granitos equigranulares finos com muscovita e granada, biotita-granitos porfiríticos róseos de granulação grossa a muito grossa, e quartzo feldspato pórfiro ou granitóide pórfiro que ocorrem com dique de orientação N-S e NE-SW, associados geralmente as principais zonas de fraturas e/ou falhas.

Nas zonas de cisalhamento Campinas e Valinhos, ocorrentes em faixas que cortam de sudoeste a nordeste, encontram-se rochas com alto grau de deformação e

com tipos litológicos característicos, como os milonitos quartzo-feldspáticos e protomilonitos a blastomilonitos.

Na porção centro-oeste da área afloram os sedimentos do **Subgrupo Itararé** recobrando o embasamento cristalino em contato discordante e erosivo, com mergulhos regionais suaves para oeste. A grande complexidade de se determinar a estratigrafia do Subgrupo Itararé é devido ao seu ambiente e período deposicional, a controvérsias existentes, onde muitos autores consideram glacial, outros que parte da sedimentação ocorreu em épocas não glaciais e, outros pós-glaciais.(IG, 1995)

As unidades faciológicas encontradas na R.M.C. são: arenitos médio a grossos, bem selecionados, subarcoseos, com presença de estratificação cruzada de médio a grande porte plano-paralela; ocorre em pacotes de espessura métrica e estão associados arenitos finos a médios, bem selecionados, maciço com estruturas de fluidização, conglomerados polimíticos, grossos e arenitos conglomeráticos estratificados; arenito finos ou muito finos (silto-argiloso), com grande variedade de laminações; ritmitos com alternância de lamina ou camadas argilosas e arenosas com arenitos muito finos ou laminados, argilosos ou siltosos e lamitos maciços; ritmitos, constituídos de arenitos finos passando gradativamente a argiloso no topo; lamitos e arenitos pelíticos, maciços com grânulos esparsos e ocasionais blocos e raros matacões.

Os diabásios pertencentes a formação Serra Geral possuem idade Juro-Cretácia e ocorrem em forma de sills e diques, constituem corpos de extensão limitada dispersos predominantemente nos sedimentos do Subgrupo Itararé. Segundo IG (1995) os corpos mais alongados tendem a se orientar nas direções NE, NW e EW, estas preferenciais de fraturamentos anteriores e/ou contemporâneos ao evento magmático. O maior corpo encontra-se na parte central da área de estudo, em Campinas, onde se notam juntas subverticais de direções preferenciais N30W e N48E. Basicamente são descritos como diabásios de granulação fina a muito fina. de coloração cinza escura a

preta e estrutura maciça, constituídos principalmente por plagioclásio ripforme e clinopiroxênios.

Os depósitos Cenozóicos apresentam-se em grandes extensões na região, subdivididos segundo IG (1995) em duas unidades de mapeamento: os depósitos fluviais do tipo meandrante como lamitos, arenitos quartzosos, argilosos siltosos, lamitos argilosos e conglomerados; e depósitos coluvionares com lamitos e arenitos pelíticos.

Em geral, estas coberturas Cenozóicas recobrem os topos e meia encostas de relevos suaves de colinas amplas. IG (1995) correlacionam essas formações com a formação Rio Claro e supõe idade Terciária para estes depósitos.

Os depósitos aluvionares de idade Quaternária são compostos de areias finas a grossas, sedimentos silto-argilosos com lentes de areia micácea fina a muito fina, argilas e siltes.

5.2. Unidades Aquíferas.

5.2.1. Sistema Cristalino.

O sistema cristalino é de idade Arqueano/Eo-Paleoproterozóico de extensão regional, fissurado de caráter eventual, livre a semi-confinado, heterogêneo, descontínuo e anisotrópico. As suas águas são classificadas hidroquimicamente como bicarbonatadas-cálcicas, e secundariamente sódicas.

Este sistema ocupa uma área de 1117 Km² correspondendo a partes do município de Campinas, Indaiatuba, Santo Antônio da Posse, e aos municípios de Vinhedo, Valinhos e Jaguariúna com sua parte aflorante na porção leste da Região Metropolitana de Campinas. Situa-se no Planalto Atlântico (Planalto de Jundiá) seu relevo é acidentado e possuidor das maiores altitudes e declividades da área de estudo.

As rochas que o compõe apresentam diversos tipos de fraturamento, que condicionam o armazenamento e a transmissão da água subterrânea nesses terrenos. As zonas de cisalhamento Campinas e Valinhos constituem-se das estruturas mais notáveis da área: possuem direção NE e largas faixas de rochas miloníticas.

As mudanças abruptas das trajetórias dos rios Jaguari e Atibaia denunciam o fenômeno de movimentação dessas zonas. Secundariamente, as falhas normais de direção NE e NS e as falhas transcorrentes e cavalgamento, de sentido NW e EW são vistas na parte do extremo Leste e norte da área. Em geral, o sistema cristalino apresenta-se bastante fraturado: praticamente todas as drenagens estão condicionadas às estruturas do terreno.

Nas áreas de ocorrência das zonas de cisalhamento e na área entre elas, a direção predominante N40E (aproximada) de fotolineamento são concorrentes a essas estruturas. (IG, 1993)

Nas regiões central e à oeste, o sistema aquífero cristalino é encoberto pelos sedimentos do Subgrupo Itararé, onde se inicia a Bacia Sedimentar do Paraná na área de estudo. Os desníveis topográficos do cristalino também são notados, revelando uma superfície bastante acidentada existindo altos estruturais (a mais alta chegando à cota de 600m dentro do Subgrupo Itararé), dispostos em direção NE, indicando regiões mais elevadas e possíveis estruturas nesta direção. Na região norte e à sudoeste da área de estudo ocorrem baixos estruturais.(PEREIRA, 1996)

Estes baixos estruturais presentes na porção N e SW da área e o alto estrutural na parte central, seriam correspondentes à parte limítrofe sul do bloco Pirapitingui, bloco Mumbuca e ao bloco Americana, respectivamente.

Na porção sul da área de estudo o lineamento Porto Feliz – Jacutinga delimita o bloco estrutural Capivari do bloco Viracopos-Indaiatuba, que por sua vez é limitado em sua parte norte pelo bloco Americana e leste pelo bloco Mumbuca.

Na porção aflorante do cristalino, há a presença do bloco Campinas, definido pelo lineamento Araçoiaba – Jacutinga e zona de cisalhamento de Valinhos, do bloco Jaguariúna no extremo NE; Bloco Jundiá e Itu ao sul da área.

O manto de alteração nas rochas cristalinas apresenta-se nesse aquífero com espessuras variando de 0 a 50m. Sua composição granulométrica varia de argilosa a arenosa, dependendo da composição mineral e textural da rocha mãe, e caracteriza-se como material friável, não consolidado.

Os maiores valores de espessura do manto de alteração ocorrem no contato entre o embasamento Cristalino e a Bacia Sedimentar do Paraná e nas rochas gnaissicas do Complexo Itapira, principalmente na parte sudeste e centro-leste da área.

Essas ocorrências do manto de alteração são encontradas nas superfícies mais arrasadas do cristalino: os tipos de relevo predominante são as colinas, morros e morrotes. As rochas graníticas possuem maior resistência ao intemperismo físico e químico em detrimento dos gnaisses; conseqüentemente apresentam os terrenos de maiores elevações topográficas e os relevos mais acidentados (escarpas), como também os mais baixos valores de espessura de manto de alteração. (PEREIRA, 1996)

5.2.2. Aquífero Itararé.

O aquífero Itararé é de idade Carbonífero Superior/Permiano de extensão regional, granular (localmente fissurado), livre a semi-confinado, heterogêneo, descontínuo, anisotrópico (localmente descontínuo e isotrópico). As suas águas são classificadas hidroquimicamente como bicarbonatadas-sódicas; e quanto a vulnerabilidade regionalmente possuem um índice que varia de Baixo-alto a Baixo-baixo.

O aquífero Itararé pertencente ao Sistema aquífero Tubarão ocorre na porção centro-oeste da Região Metropolitana de Campinas, em contato discordante e erosivo com o embasamento cristalino.

Os sedimento do Subgrupo Itararé na região representam ambientes deposicionais distintos: as associações faciológicas de sedimentos pelíticos (ritmitos e diamictitos, lamitos com seixos) depositados em ambiente de plataforma, como correntes de turbidez e produtos de retrabalhamento de depósitos glaciais em ambiente marinho; as associações de arenitos são resultantes de deposição de sedimentos em sistemas deltáicos. Essas litologias apresentam-se muito litificadas e algumas vezes com estrutura rúpteis.

Os sedimentos lamíticos possuem maior área aflorante na região, geralmente formados por relevos originários de processos de dissecação (colinas pequenas). Em geral, os arenitos afloram nos topos, na parte superior das vertentes ou em relevos de formas suaves (as colinas amplas, médias e amplas com topos subhorizontalizados).

As variações de espessura dos sedimentos são concordantes com a morfologia do embasamento cristalino; assim as maiores espessuras de sedimentos encontra-se na bacia hidrográfica do rio Capivari, nos municípios de Monte Mor, Hortolândia e Americana, onde são observadas espessuras da ordem de 300 a 400m em poços tubulares profundos. Já ao norte são encontradas espessuras da ordem de 300m (município de Engenheiro Coelho).

5.2.3. Diabásios.

O aquífero dos diabásios pertence ao sistema aquífero Serra Geral de idade Juro-Cretácia, sua extensão é limitada, fissural de caráter eventual, livre a semi-confinado, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico. As suas águas são classificadas hidroquimicamente como bicarbonatadas-cálcicas, e secundariamente magnesianas.

Os corpos de diabásios, intrusivos na porção sedimentar da área e em alguns pontos no embasamento cristalino, apresentam em forma de diques, sills, lacólitos ou corpos irregulares de diversos tamanhos e a variadas profundidades. Segundo IG (1995), os diabásios são encontrados como corpos irregulares alojados

preferencialmente na interface entre o embasamento cristalino e a base dos sedimentos do Subgrupo Itararé, atingido espessuras que podem superar 300m. O contato dessas rochas com as encaixantes é abrupto, muitas vezes subvertical.

Os maiores corpos aflorantes situam-se em Campinas (porção central) com uma área de cerca de 150 Km² e em Santo Antônio da Posse (NE da área) com cerca de 300 Km².

Os corpos de diabásio, de extensão limitada, estão distribuídos na direção preferencial NW e NE, concordantes com as principais estruturas da região, como também com a direção dos corpos de diabásio por todo o estado.

5.2.4. Cenozóico e aluviões.

O aquífero dos depósitos Cenozóicos possuem extensão limitada, granular, caráter livre, descontínuo, heterogêneo e anisotrópico; e quanto a vulnerabilidade regionalmente seu índice varia de Alto-alto a Médio-baixo.

Os depósitos cenozóicos apresentam-se em grande extensão, principalmente na porção leste e norte da área, e ao sul, em corpos menores. Esses sedimentos foram subdivididos em unidades litológicas como: coberturas arenosas, lamitos e arenitos pelíticos, siltitos/arenitos e areias com matriz argilosa correspondentes à formação Rio Claro, de idade Terciária.

Esses sedimentos são pouco litificados e apresentam espessuras que podem atingir de 35 a 40 m; ocorrem em topos de relevos suaves (colinas amplas e amplas de topos subhorizontalizados), capeando sedimentos do Subgrupo Itararé, e subordinadamente diabásios e rochas do embasamento cristalino.

Os depósitos Cenozóicos e aluviões comportam aquíferos freáticos, dada sua posição estratigráfica (em áreas elevadas, correspondendo a áreas de recarga locais) e espessuras pouco expressivas, são considerados importantes fontes de recarga para outros aquíferos como também para captações de menor porte: cacimbas e fontes. Os

aluviões ocorrem predominantemente associados aos rios Jaguari, Atibaia, Capivari e Jundiá; apresentando pouca espessura, e um nível d' água subaflorante a aflorante tratando-se de zonas de descargas locais altamente vulneráveis.

6. Materiais e Métodos.

6.1.Métodos de trabalho.

ZUQUETTE (1987) realizou um amplo estudo de variadas metodologias, observando que os mapas podem ser classificados quanto a diferentes aspectos: conteúdo (mapas fundamentais, cartas derivadas, cartas interpretativas), finalidade (carta de uso geral, carta de uso específico), escala (grandes, intermediárias, pequenas) entre outros. Essas diferentes classificações variam em função da metodologia aplicada e/ou linha teórica-conceitual considerada.

O processo tem por finalidade levantar e analisar os atributos que compõem o meio físico, sejam eles geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos e outros. Tais informações devem ser manipuladas de maneira tal que possam ser utilizadas para fins de engenharia, planejamento, agronomia, saneamento e outros. Com o uso de processos de seleção, generalização, adição e transformação, para que possam ser relacionadas, interpretadas e no final representadas em mapas, cartas e anexos, sempre respeitando os critérios do mapeamento geotécnico. (Zuquette, 1987 apud VEDOVELLO, 2000)

O processo de desenvolvimento do projeto, em atendimento aos seus objetivos, teve como base interpretações hidrogeológicas, hierarquização dos parâmetros, e o apoio fundamental de técnicas de geoprocessamento (SIG).

Os sistemas de informação georreferenciados (SIG) têm como fundamental característica de acordo com CÂMARA & FREITAS (1994) "a capacidade de armazenar, recuperar e analisar mapas em um ambiente computacional". As funções

de um SIG são definidas sobre os seguintes aspectos: **a organização dos dados, sua visualização, consulta espacial, combinação, análise e predição**; envolvendo por extensão da visualização, a produção cartográfica e conseqüentemente o apoio a decisões.

Este conjunto de funções foi realizado visando o objetivo final de apoio a uma decisão administrativa de gerenciamento ambiental, reunindo as características hidrogeológicas mais aptas à proteção dos recursos e implantação industrial na R.M.C..

Através do levantamento das informações existentes sobre a R.M.C. foi formado um **banco de dados** o qual foi organizado através da formatação e conversão a um mesmo referencial.

Os mapas elaborados foram **visualizados** individualmente e em partes como resultados parciais nas variadas fases do processamento. **A consulta espacial** do banco de dados permitiu uma análise regional da distribuição em área dos variados parâmetros envolvidos tais como: declividade, principais divisores de águas regionais, vegetação, falhas, densidade de drenagens, vulnerabilidade e pedologia.

Os dados espaciais combinados nas diferentes fases resultaram em um "plano de informação" final de favorabilidades, segundo as características dos terrenos, aliada à produção cartográfica (produção de legendas, padrões gráficos, e índices de favorabilidade).

A análise dos mapas partiu da sobreposição dos diferentes parâmetros hidrogeológicos, como "planos de informação", nas diferentes fases de avanço do conhecimento e isolamento das características dos terrenos. A locação das áreas favoráveis através da **análise espacial de predição**, utilizou a combinação dos atributos por índices somáticos conforme já utilizado por metodologias aplicadas a outros fins, como é detalhada em EASTMAN et alii (1993, 1995) e BONHAM-CARTER (1998, 1994).

Os rotinas de geoprocessamento efetuadas basearam-se na simples sobreposição em algumas fases utilizando o programa corelDraw e em outras a combinação dos resultados parciais utilizando o programa microStation Comand Window, e Spring. A obtenção dos índices de favorabilidade/exigências é detalhada no item 6.2..

6.2. Metodologia Aplicada.

Tendo em vista a implantação industrial de grande porte na R.M.C., o projeto proposto pretendeu atender ao artigo-21º/I, que proíbe nas área de Proteção Máxima a implantação industrial de alto risco ambiental, pólos petroquímicos, carboquímicos e cloroquímicos, usinas nucleares e quaisquer outras fontes de grande impacto ambiental ou extrema periculosidade.

Além das exigências legais, os trabalhos realizados pelo IG-CETEB-DAEE (1997) fazem recomendações importantes de ordem técnica a respeito das implantações industriais e ao planejamento ambiental/territorial para o Estado:

- A preocupação com as indústrias classificadas como de elevado potencial de carga, mesmo quando locadas em áreas de baixa vulnerabilidade, advém o fato de que “todo aquífero é vulnerável a contaminantes persistentes e móveis”.
- Algumas atividades humanas deverão ser proibidas de se instalar num primeiro momento, em áreas de alta ou mesmo de média vulnerabilidade; como é o caso de indústrias de grande porte: pólos petroquímicos, cloroquímicos, etc...
- Nas áreas de alta vulnerabilidade, tal condição é uma exigência; em áreas de baixa vulnerabilidade, dependerão do tipo de instalação e do uso local do recurso hídrico subterrâneo.
- O programa efetivo de instalação deverá incluir um estudo hidrogeológico, que permita definir a direção de fluxo com segurança, além de parâmetros hidráulicos

mínimos, locação e perfuração de poços de monitoramento (simples, multi-níveis, etc) parâmetros e frequência de amostragem e uso de laboratórios confiáveis.

Para uma avaliação sistemática do grau de risco, tratando-se da escala de 1:100.000, normalmente urbana/municípios (1:50.000 a 1:100.000, dados de 1-2 Km) conforme a tabela de níveis de avaliação de risco de contaminação da águas subterrâneas (Foster & Hirata ,1988 apud IG-CETESB-DAEE, 1997), deve-se ter em pauta os seguintes aspectos-chave: análise baseada em dados existentes, ênfase em aspectos qualitativos, sem amostragem, perfurações não justificáveis, possíveis coletas de dados de campo.

A aplicação prática de classificação do meio físico exigiu uma simplificação dos parâmetros hidráulicos e físico-químicos em função da complexidade dos fatores envolvidos, o espaçamento dos dados, sua disponibilidade, e aplicabilidade à escala de trabalho.(*Tabela 1.*)

Segundo o esquema conceitual do risco de poluição das águas subterrâneas (FOSTER & HIRATA, 1988); quando trabalha-se com cargas de alto potencial poluidor, a área do campo de risco baixo a muito baixo, torna-se restrita correspondendo a áreas de alta capacidade de atenuação e inacessibilidade hidráulica, como observado no esquema na:(*Figura 2.*)

Tabela 1. Parâmetros hidrogeológicos.

Avaliação Sistemática	Fatores envolvidos	Dados disponíveis e aplicáveis à escala de trabalho (Estudos Regionais)
Vulnerabilidade Geral	•Características litológicas •Áreas de recarga e descarga •Tipo de aquífero •Litologia da zona vadosa •Profundidade do NA •Tipo de solo •Permeabilidade dos aquíferos •Topografia, entre outros.	•Tipo de aquífero •Litologia da zona vadosa •Profundidade do NA (FORSTER&HIRATA,1988) •Intensidade de fraturamento (interseções de fraturamentos) (IG-FEHIDRO,2001(no prelo))
Áreas prioritárias para Recarga	•Características hidráulicas do solo e rochas •Topografia •Disponibilidade hídrica •Cobertura vegetal •Teor de umidade (capacidade de campo) •Rugosidade da superfície •Forma da bacia •Evapotranspiração •Tipo de aquífero, entre outros.	•Topografia •Tipo de solo •Vegetação •Principais divisores d' águas regionais •Densidade de drenagens •Descontinuidades estruturais •Tipo de aquífero

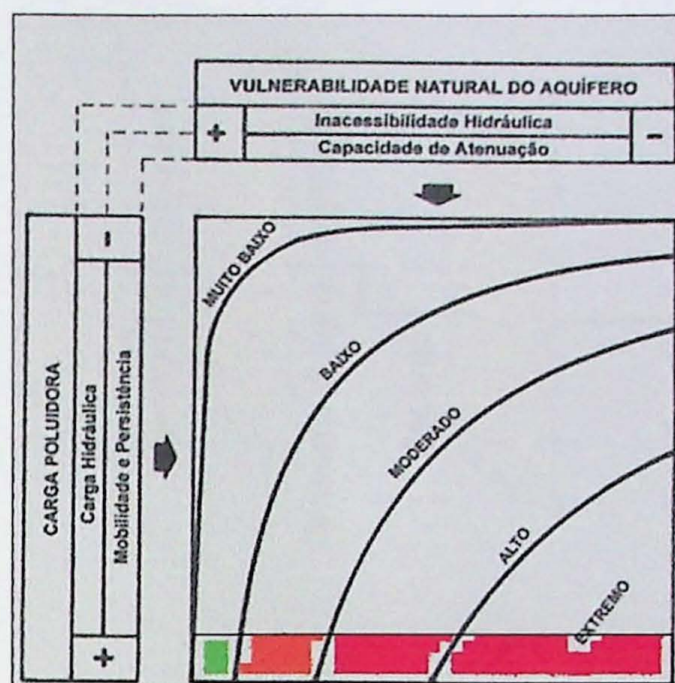


Figura 2. Esquema conceitual do risco de contaminação das águas subterrâneas (FOSTER & HIRATA, 1988).

Para cargas elevadas, móveis e persistentes as características hidráulicas mais importante seriam a geometria, os processos de dispersão e o tempo de transito; específico para cada contaminante. (HIRATA, R.C.A.; REBOUÇAS, A.C., 2000.)

Pela necessidade de classificação do meio físico incluindo no todo ou em parte as áreas de recarga (áreas de proteção máxima) elaborou-se uma aplicação metodológica para definição de áreas mais adequadas à implantação industrial com o seguinte esquema global de interações e sobreposições: (Figura 3.)

As áreas de implantação industrial foram definidas pela sobreposição de dois "planos de informação" (Vulnerabilidade, Recarga) obtidos a partir dos resultados parciais. A cada resultado parcial atribuiu-se uma porcentagem de importância de 50% no contexto global da análise de favorabilidade, de modo que as combinações de seus respectivos índices respeessem as exigências técnicas e jurídicas de implantação.

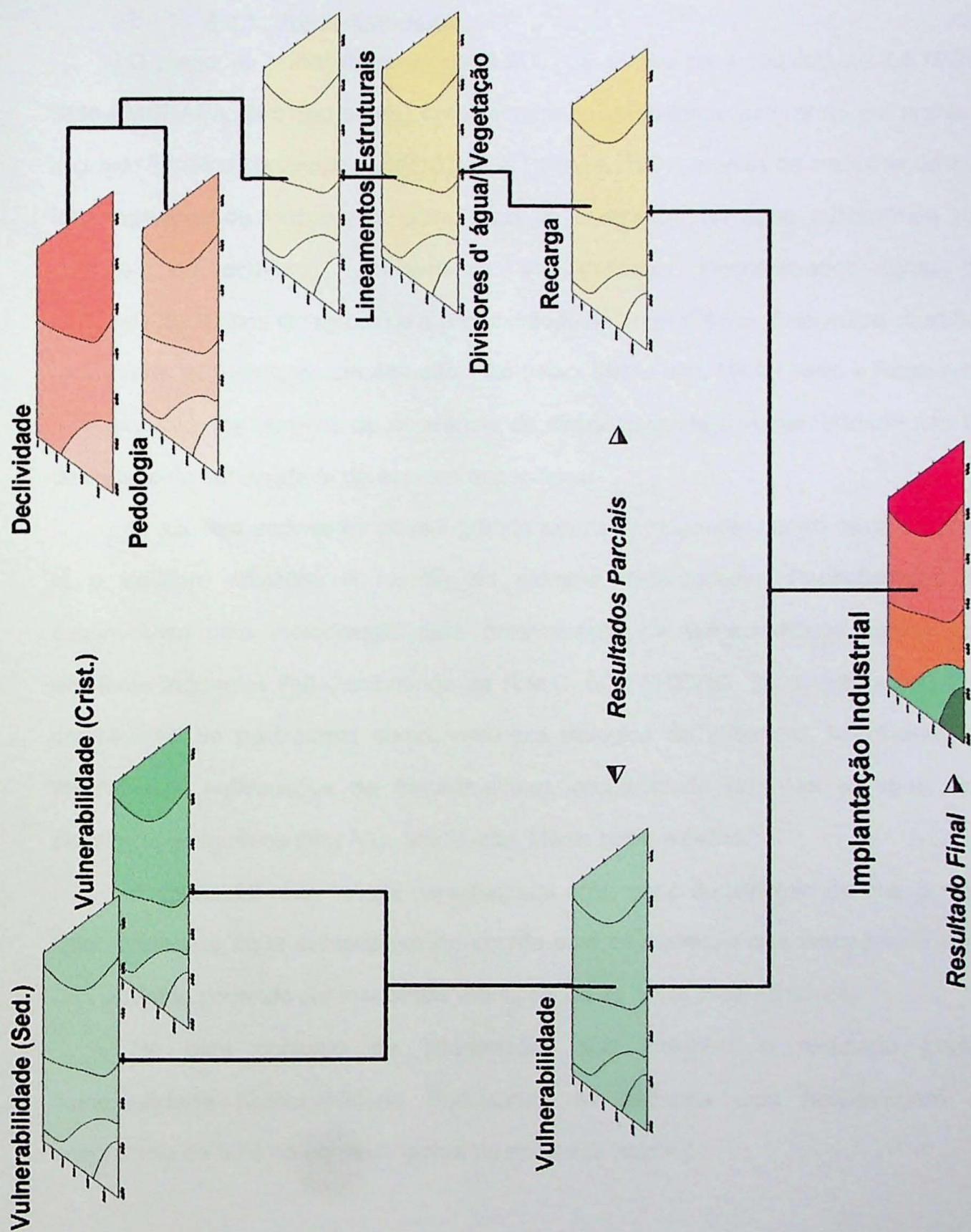


Figura 3. Esquema global da metodologia aplicada (sobreposições).

6.3. Resultados parciais.

6.3.1. Vulnerabilidade.

O mapa de vulnerabilidade da R.M.C. na escala de 1:100.000 (IG-CETESB-SMA-EMBRAPA, 2001(no prelo)) caracteriza a vulnerabilidade natural de um aquífero segundo o método proposto por FOSTER & HIRATA (1991) através da combinação dos fatores/parâmetros disponíveis como: tipo de ocorrência da água subterrânea (ou condição do aquífero), característica dos materiais inconsolidados (grau de consolidação e tipos litológicos) e a profundidade do nível d' água. Este mapa classifica os terrenos sedimentares em Alto-alto, Alto-baixo, Médio-alto, Médio-baixo e Baixo-Alto; com exceção dos terrenos de ocorrência de diabásios onde a vulnerabilidade não foi definida, pela necessidade de estudos específicos.

O aquífero sedimentar possui grande extensão na porção centro-oeste da área, já o aquífero cristalino é restrito ao extremo leste-sudeste. Recentemente foi desenvolvida uma metodologia para determinação da vulnerabilidade natural dos aquíferos fraturados Pré-Cambrianos da R.M.C. (IG-FEHIDRO, 2001; (no prelo)) pela combinação de parâmetros como: natureza litológica do substrato, intensidade de fraturamento (interseções de fraturamentos), profundidade do nível d' água; que classificou os terrenos em : Alto, Médio-alto, Médio-baixo e Baixo.

A vulnerabilidade natural caracterizada aqui, parte do princípio de que o meio físico protege a água subterrânea de acordo com os materiais que compõem a zona não saturada podendo ser mapeadas identificando as áreas mais sensíveis.

Há este conjunto de informações que integram o resultado parcial vulnerabilidade (vulnerabilidade Sed.+Crist.) foi atribuída uma porcentagem de importância de 50% no contexto global da análise.(*anexo.4.*)

6.3.2. Recarga.

As características de circulação das águas subterrâneas dependem principalmente de três fatores: climatologia, hidroclimatologia, geologia (Litologia e tectônica), e geomorfologia. O mapa de recarga elaborado partiu do cruzamento dos principais parâmetros disponíveis que condicionam a recarga.

Tratando-se de uma escala de 1:100.000 os parâmetros considerados foram: a declividade, a infiltração e de modo auxiliar a densidade de drenagens, falhamentos, vegetação e os principais divisores de águas regionais.

Em um sistema complexo com uma dada geologia, morfologia e clima estabelece-se um sistema de fluxo, existindo áreas de recarga, descarga e áreas de transferências. As áreas de recarga possuem preferencialmente componentes verticais descendentes de fluxo, já as áreas de descarga componentes verticais ascendentes e as áreas de transferência um fluxo de componentes horizontais conectando as áreas anteriores.

O modelo conceitual de circulação d' água adaptado de FREEZE & CHERRY (1979) destaca aspectos fundamentais para definição das áreas prioritárias de recarga contemplando as características de fluxo local, intermediário e regional assim como as áreas de recarga locais em um meio homogêneo.(Figura 4.)

O sentido de fluxo nos subsistemas local e intermediário, podem ter sentidos contrários ou mesmo oblíquos ao fluxo regional com renovações do reservatório à curto prazo sujeitos a fatores climáticos. Entretanto, a comunicação entre os fluxos intermediários e regionais são relativamente mais lentos ocasionando uma segregação hidrogeoquímica mais marcante.

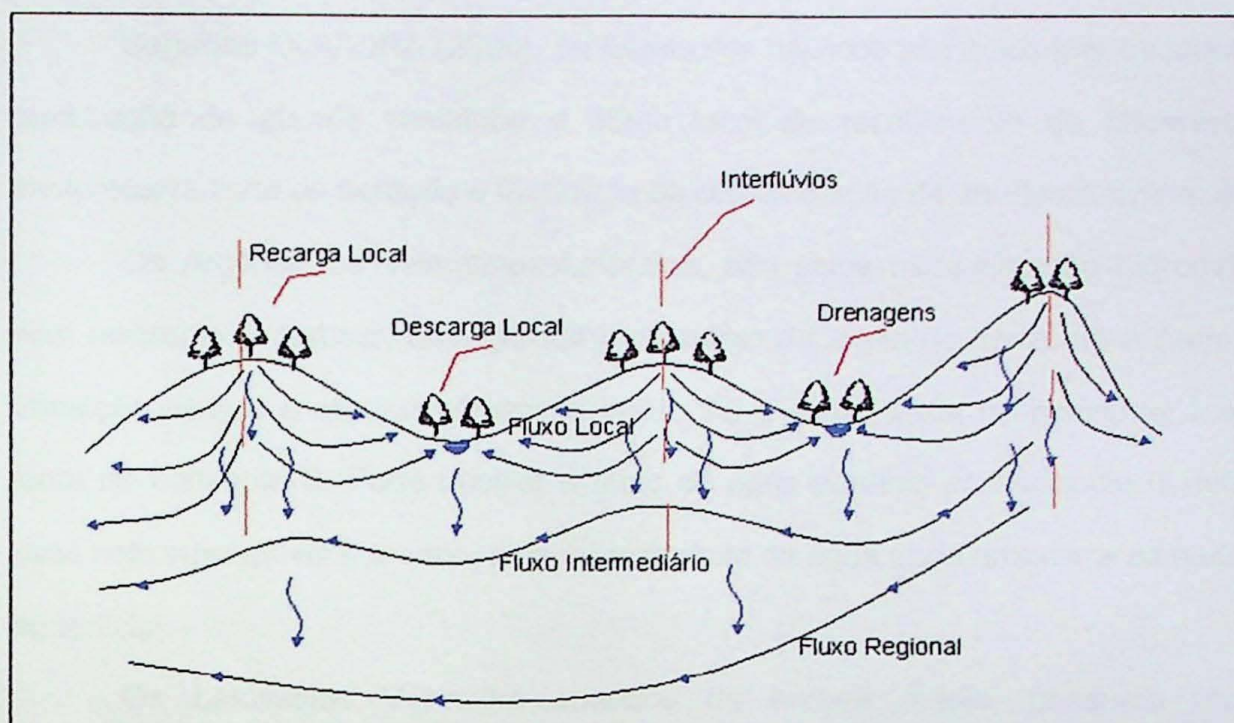


Figura 4. Modelo conceitual de circulação das águas subterrâneas adaptado de FREEZE & CHERRY (1979) .

Um importante fator geométrico do modelo de fluxo é a capacidade de atenuar baixas concentrações de contaminantes muito persistentes em zonas de descargas locais, próximas aos rios por exemplo, pois estas zonas podem promover a dispersão do contaminante devido a concentração de vários tubos de fluxo.(HIRATA & REBOUÇAS, 2000).

Para definição das classes que relacionam declividade e infiltração confeccionou-se uma tabela que classificou o potencial de recarga (alto, médio e baixo) de acordo com os principais solos presentes na área de estudo, suas características composicionais tais como textura e porcentagem em peso de argila , além das limitações e favorabilidades da implantação por classes de declividades.(Tabela 4).

A área de estudo, no entanto, não apresenta desníveis topográficos acentuados, (variação max. de 500 à 680m) de modo que a recarga dependerá quase que exclusivamente da permeabilidade determinada em função dos tipos de solos e rochas.

Segundo OLIVEIRA (2000), os Gleissolos háplicos são solos inadequados para construção de aterros sanitários e como local de recebimento de efluentes pela inexpressiva zona de aeração e facilidade de contaminação de aquíferos.(*anexo.5.*)

Os Argilossolos Vermelhos-Amarelos, são solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural, com grande incremento de argila do horizonte A para o B. A transição para B é abrupta. Assim, a infiltração é mais rápida no horizonte A e mais lenta no horizonte B. Pode ocorrer o fluxo de água paralelo ao horizonte B, tornando esse solo susceptível à erosão, pois o movimento da água pode arrastar a camada mais superficial.

Os Latossolos Vermelho-Amarelos de textura média, possuem um teor relativamente elevado de areias, conferindo-lhes uma geometria de poros onde os macroporos são preponderantes. Nesta situação e devido a impedimentos internos, a permeabilidade da água através do solo é rápida.

Os Latossolos Vermelhos de textura argilosa são qualificados como excelente material para piso de estradas, por serem solos fáceis de escavar e ainda bastante profundos sendo apropriados para cemitérios e aterros sanitários.

Analisando os perfis construtivos de 16 poços industriais (*cedidos pela CETESB em anexo.1.*) localizados nos municípios de Paulínia, Americana e Sumaré observou-se a existência de uma camada de solo argiloso, produto de alteração do diabásio, com em média 7 metros de espessura e boas características de contenção e proteção aos níveis mais profundos.

A priori, a análise de espessura do solo de alteração não foi considerada, pois os dados disponíveis mostram que este atributo é extremamente variável e portanto não

mapeável na escala de trabalho. Devendo ser levada em conta nos trabalhos de maior detalhe para regiões menores.

Pela necessidade da engenharia de declividades inferiores a ~20% na implantação industrial, foram definidas áreas que reúnem as características mais propícias à implantação industrial e zonas prioritárias para recarga.

O aquífero Cenozóico pela sua pouca espessura, situação estratigráfica e topográfica (em topos e colinas) qualifica-o como áreas-fonte (recarga) para outros aquíferos, para captações de menor porte como os cacimbas e as fontes, classificado como alto potencial de recarga.

No mapa de densidade de drenagens (*em anexos.6.*) os terrenos cristalinos apresentam uma visível impermeabilidade em relação aos terrenos sedimentares. Sendo as áreas prioritárias de recarga condicionadas e intrinsecamente associadas a aspectos estruturais e secundariamente à declividade, para o aquífero superficial.

Informações auxiliares:

A circulação das águas subterrâneas na área assumem uma situação complexa definida pela intersecção de diferentes sistemas aquíferos. Os fluxos de caráter local possuem uma influência direta da topografia direcionando as linhas de fluxo e contribuindo com perdas para o fluxo intermediário/regional. (*Figura 4.*)

As estruturas de grande porte compartmentam os sistemas em blocos estruturais, responsáveis pela circulação da água subterrânea e consideradas zonas de recarga associadas à áreas de maior produtividade de poços, juntamente com as fraturas e falhas normais existentes.

Entretanto, trabalhos recentes desenvolvidos por FERNANDES & RUDOLPH (2001), realizados na mesma área de projeto, destacam que uma grande porcentagem dos poços associados aos lineamentos cartografáveis (prováveis fraturas que se estendem em subsuperfície) apresentam produtividades baixas. Isto devido

principalmente a baixos valores de densidade de fraturamento e aberturas efetivas pequenas.

O método DTH⁽¹⁾ aplicado em seus estudos considera a abertura das fraturas como o fator mais importante que controla a condutividade hidráulica na rocha. Pela análise dos lineamentos e o conhecimento da evolução tectônica da área (FERNANDES, 1997), constatou-se que as fraturas geradas por mecanismos de extensão (campos tensionais relacionados a eventos tectônicos recentes de idade Cenozóica e Quaternária) tendem a ter aberturas efetivas maiores que as geradas por mecanismos de cisalhamento (eventos tectônicos mais antigos).

Porém o método é mais eficiente quando aplicado à áreas pequenas em zonas de relevo pronunciado, pela facilidade de reconhecimento dos lineamentos, maior numero de dados e famílias. O que não ocorre nos estudos regionais, pelo grande espaçamento dos dados e relevos suaves que dificultam o reconhecimento dos lineamentos.

O mapa de lineamentos portanto, foi construído com base nas interpretações fotogeológicas de PIRES NETO (1996) destacando os principais lineamentos e fraturas que separam os blocos estruturais excluindo as zonas de cisalhamento regionais, por apresentarem aberturas efetivas menores e resultantes de esforços tectônicos compressivos.(em anexos.6.)

As falhas normais na região apresentam direção NE e NS, as falhas transcorrentes e cavalgamento NW e EW são vistas na parte do extremo leste e norte da área. Em geral o sistema aquífero cristalino apresenta-se bastante fraturado; praticamente todas as drenagens estão condicionadas as estruturas do terreno. Nas áreas de ocorrência das zonas de cisalhamento e na área entre elas, a direção predominante N40E (aproximado) de fotolineamentos são concordantes a essas estruturas (IG, 1993).

⁽¹⁾ Método DTH: Traçado cuidadoso de lineamentos a partir de fotos aéreas, permitem a predição de locais preferenciais para exploração de águas subterrâneas.

Os corpos de diabásio intrusivos na porção sedimentar e também em alguns pontos do cristalino ocorre na forma de dique, sills, lacólitos ou corpos irregulares de diversos tamanhos e variadas profundidades. De idade Juro-Cretácio, geralmente associado aos sistemas de drenagem da bacia e no leito dos principais rios da região encaixado como corpos de menor extensão e contatos subverticais nas direções preferenciais NW e NE, concordantes com as principais direções estruturais da região. As duas maiores extensões de corpos de diabásio situam-se na parte central (Campinas) possivelmente um lacólito colocado no contato bacia-cristalino com uma área de 150Km² e profundidades de até 300m; o outro corpo situa-se ao norte da área em Santo Antônio da Posse.

A seleção direcionou as áreas prioritárias de recarga para os corpos de diabásio de menor extensão (associados aos falhamentos) excluindo os maiores, por apresentarem melhores condições de proteção. Nestes maciços são esperadas descontinuidades a qualquer profundidade de caráter subhorizontal com alta condutividade hidráulica (contato entre derrames) entre corpos tabulares quase estanques que podem assegurar melhores condições de atenuação e contenção de contaminantes. Podem ocorrer também possíveis fraturas subparalelas aos contatos com outras formações que devem ser consideradas nos trabalhos locais.

Os trabalhos de (REBOUÇAS & FRAGA, 1988) sobre as rochas vulcânicas no Brasil apontam preferencialmente dois condicionamentos distintos assumidos pelos mecanismos de recarga: a infiltração de águas pluviais a partir de rupturas regionais importantes, e a infiltração de águas armazenadas nas coberturas sedimentares pós-basálticas. No caso dos diabásios outro fator importante seria a conectividade das fraturas e falhas verticais a sub verticais com os planos/falhas de alta permeabilidade dos contatos entre derrames. (LERNER; ISSAR; SIMMERS, 1990)(Figura 5.)

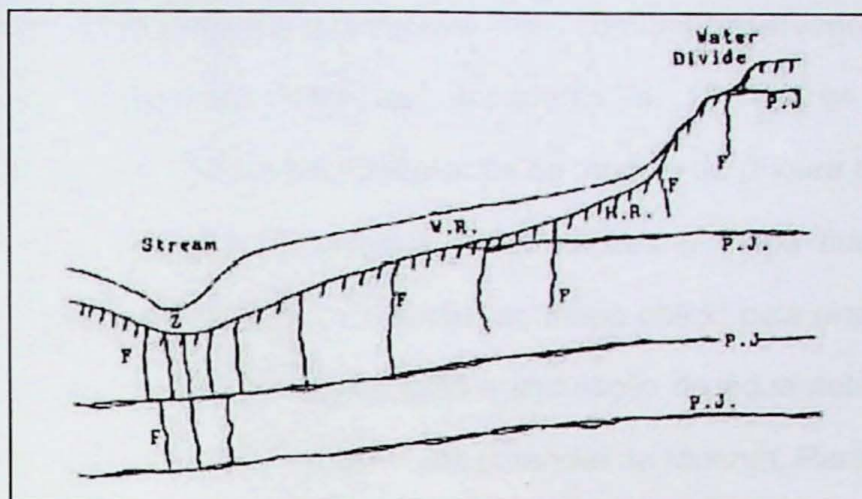


Figura 5. Perfil típico de um vale na região de Deccan na Índia. (Limaye, 1986 apud LERNER; ISSAR; SIMMERS, 1990); F - fissure, fracture or joint; H.R. - hard rock; P.J. - permeable junction between lava flows; W.R. - soil and wethered rock; Z - zone of fissure concentration.

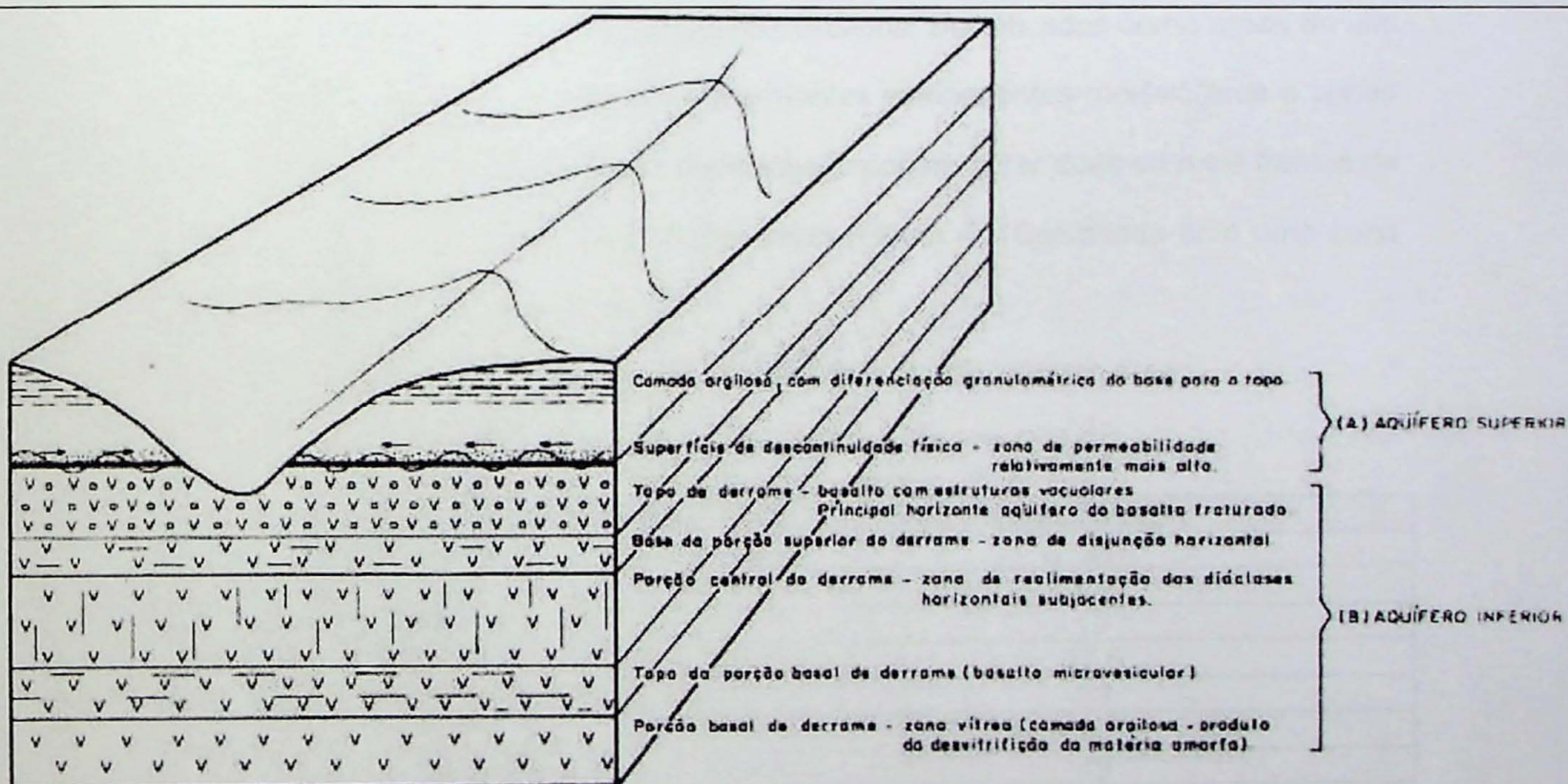


Figura 6. Modelo simplificado de ocorrência da água subterrânea no aquífero Serra Geral (Fraga, 1986 apud REBOUÇAS & FRAGA, 1988).

As estruturas, ocorrências e aquíferos mais comuns observados em derrames com espessuras aproximadamente ou superiores a 15 metros descritas em (REBOUÇAS & FRAGA, 1988) estão destacadas no modelo da (Figura 6.).

Através destes dados descritos e interpretações o mapa com as principais falhamentos foi incorporando de modo auxiliar ao mapa obtido pela relação declividade versus infiltração. A facilidade de percolação e circulação da água subterrânea nestas áreas as tornam zonas importantes, com alto potencial de recarga. Para estas zonas foi atribuído um limite de segurança de 500m a partir do eixo principal das estruturas, distância esta relativa; pois a uma tendência geral de diminuição do fraturamento como afastamento deste eixo necessitando de estudos em detalhe, mais criteriosos.

Juntamente com o plano de informação estrutural foram acoplados em mapa os principais divisores de água regionais identificados, classificados como áreas de alto potencial de recarga, por constituírem importantes componentes morfológicos e zonas de recarga locais; pois em caso de contaminação podem gerar duas ou mais frentes de pluma devido ao seu caráter de fluxo dispersivo (Figura 4.). Delimitada com uma zona de segurança de 500m.(em anexo.6.)

Com relação à vegetação, temos a seguinte distribuição em área:

Tabela 2. Ocupação/Vegetação em área na R.M.C..

Tipos de Vegetação/ Ocupação	Área em Km ²
Agricultura/pastagens	1.381
Urbana	357
Expansão Urbana	19
Reflorestamento	37.5
Matas	33
Chácaras	40.5
Capoeira	49
Área Total	~2.460

Dados CETESB, 2001.(relatório interno)

As matas e áreas de reflorestamento, pela proteção natural oferecida e conseqüente qualidade das águas percoladas receberam a classificação de alto potencial de recarga.(em anexos.6.)

A elevadíssima taxa de exploração da reserva ativa regional (PEREIRA, 1996) e a diminuta extensão em área total das matas e áreas de reflorestamento (*Tabela 2.*) evidenciam uma importante contribuição na recarga em área dos terrenos de atividades agrícolas/pastagens por apresentarem melhores condições de infiltração além de sofrerem recarga artificial (irrigação); caracterizando assim áreas essenciais para reposição das reservas.

A disponibilidade de água na área, segundo (PEREIRA, 1996), aponta um maior excedente hídrico (mm) nas unidades climáticas localizadas no extremo leste e centro, relacionáveis portanto a um maior potencial de recarga, devido a sua disponibilidade à infiltração. Estas áreas são coincidentes com os terrenos Cenozóicos que podem ser identificados no mapa de densidade de drenagens como terrenos relativamente mais permeáveis (baixa densidade) prioritários para recarga.(em anexos.6.)

A análise da distribuição das linhas equipotenciais na RMC realizadas por PEREIRA (1996) mostram importantes zonas de recarga localizadas na porção Sul, central e nordeste individualizadas pela existência de divisores situados entre os rios Capivari e Atibaia e em terrenos situados na margem direita do rio Jaguari coincidentes com as zonas climatológicas de maior excedente hídrico e menores taxas evapotranspiração.

As áreas de descarga regionais situam-se na porção centro-oeste e sudoeste, nos rios de maior porte como o Atibaia o e Jaguari; (represa de Salto Grande e arredores), o Capivari, o ribeirão Quilombo (afluente da margem esquerda do rio Piracicaba), e o rio Jundiáí.

Classes de potencial de Recarga:(anexo.7.)

Tabelas 3. Classificação de áreas prioritárias para recarga.

- **Alto:** Falhas, corpos de diabásio de menor extensão, principais divisores de água regionais, matas e áreas de reflorestamento, terrenos Cenozóicos.

Tipos de Solos	Textura	Unidades em Mapa	Declividades
Gleissolos háplicos	Média/Argilosa	Gx7	Todas as declividades
Argilosolo Vermelho Amarelo	Média/Arenosa	PVA13, 38, 39, 53, 58.	< 20%
Argilosolo Vermelho Amarelo	Média/Argilosa e argilosa	PVA8, 17, 20, 22.	< 5%

- **Médio:**

Tipos de Solos	Textura	Unidades em Mapa	Declividades
Argilosolo Vermelho Amarelo	Média/Arenosa	PVA13, 38, 39, 53, 58.	> 20%
Argilosolo Vermelho Amarelo	Média/Argilosa e argilosa	PVA8, 17, 20, 22.	> 5%
Latassolo Vermelho Amarelo	Média	LVA4, 9, 12, 25, 31, 38.	Todas as declividades
Latossolo Vermelho	Argilosa	LV4, 17, 50, 53.	< 5%

- **Baixo:**

Tipos de Solos	Textura	Unidades em Mapa	Declividades
Latossolo Vermelho	Argilosa	LV4, 17, 50, 53.	> 5%

7. Integração.

Determinados os fatores de análise e as classes que irão compor a carta final, foram definidos os critérios para classificação dos níveis de exigências. A sua definição consistiu em estabelecer uma relação entre os índices das respectivas classes (resultados parciais: Vulnerabilidade, Recarga) que irão compor a carta final.

Buscando uma avaliação mais restritiva em função das cargas potenciais envolvidas a análise partiu da interrelação de fatores hidrogeológicos, geológicos e geomorfológicos e suas influências frente a aplicação considerada.

O cruzamento de classes foi adaptado de ZUQUETTE (1993); pela análise baseada na interrelação dos múltiplos atributos, onde um dado fator e respectiva classe pode apresentar significado ou importância variável em função da classe de um outro fator de análise; atribuição de pesos e somatório de valores para as diferentes classes, na qual cada combinação apresentará uma classificação frente a implantação segundo níveis de exigências/favorabilidade.

Para cada plano de informação obtido como resultado parcial (Vulnerabilidade e Recarga), foi atribuída uma porcentagem de importância de 50% no contexto global da análise. Multiplicando os índices das classes por seus respectivos pesos e somando através dos cruzamentos possíveis, obtêm-se valores expressos em porcentagem distribuídos entre os níveis de exigências/favorabilidades. (Tabela 4.)

Tabela 4. Índices e classes respectivas

Vulnerabilidade	Potencial de Recarga	Níveis de Exigências (%)
Alto (0,75)	Alto(0,75)	N (> ou = 60%)
Médio Alto(0,45)	Médio(0,40)	PN (< 60% à > ou = 50%)
Médio Baixo(0,35)		PA (< 50% à > ou = 40%)
Baixo(0,15)	Baixo(0,15)	A (< 40)

Tabela 5. Cruzamento das Classes e níveis de exigências resultantes.

Vulnerabilidade →				
Potencial de Recarga] ↓	Alta	Média Alta	Média Baixa	Baixa
Alto	N	N	N	N
Médio	N	PN	PN	PA
Baixo	N	PA	A	A

Níveis de Exigências e restrições:

N – Áreas recomendáveis a proteção com níveis de vulnerabilidade alta e/ou alto potencial de recarga. Baixa capacidade do aquífero e das camadas superficiais de atenuar possíveis contaminantes, consideradas prioritárias para recarga.

Estas características indicam as principais áreas de fragilidade dos recursos subterrâneos e portanto devem ser tratadas sob uma óptica preventiva pelas políticas de gestão.

PN – Áreas provavelmente não recomendáveis à ocupação com níveis de vulnerabilidade média/alta ou média/baixa combinadas com áreas de médio potencial de recarga.

PA – Áreas provavelmente recomendáveis à ocupação com níveis baixos combinados com médios, tanto de vulnerabilidade como de potencial de recarga. Estas áreas podem apresentar vulnerabilidade média/alta necessitando de estudos mais específicos de locação em escala apropriada.

A – Áreas recomendáveis à ocupação com níveis de vulnerabilidade média/baixa ou baixa combinadas com baixo potencial de recarga. A vulnerabilidade indica boas condições de contenção dos sedimentos inconsolidados e tipos litológicos assim como solos predominantemente de textura argilosa com baixo potencial de recarga.

Estas características reúnem as melhores condições para a ocupação industrial tendo em vista uma política de gestão preventiva regional, apresentando também declividades propícias a implantação (<20%). Não excluindo a necessidade de estudos hidrogeológicos em detalhe, que permitam definir a direção de fluxo com segurança, além de parâmetros hidráulicos mínimos, locação e perfuração de poços de monitoramento (simples, multi-níveis, etc) parâmetros e frequência de amostragem e uso de laboratórios confiáveis.

7.1. Discussão.

Os cruzamentos resultaram em quatro níveis de exigências para implantação podendo ser relacionados à alto, médio alto, médio baixo e baixo; respectivamente : N, PN, PA e A.(*anexo.8.*)

A análise realizada recomenda a implantação de atividades industriais potencialmente poluidoras nas áreas classificadas como **(A)** Áreas recomendáveis à ocupação com níveis de vulnerabilidade média/baixa ou baixa combinadas com baixo potencial de recarga, como já descrito no item (6.2.) algumas atividades humanas

deverão ser proibidas de se instalar num primeiro momento, em áreas de alta ou mesmo de média vulnerabilidade como é o caso de indústrias de grande porte: polos petroquímicos, cloroquímicos, etc... Nas áreas de alta vulnerabilidade, tal condição é uma exigência; em áreas de baixa vulnerabilidade, dependerão do tipo de instalação e do uso local do recurso hídrico subterrâneo.

O conhecimento sobre a adequação do terreno à empreendimentos com potencial poluidor não impede a instalação de atividades industriais em áreas desfavoráveis, porém, implica em uma série de estudos detalhados das características físicas do local "in situ", em conjunto com a análise do potencial de poluição específico ao empreendimento e do uso, atual e futuro, da água subterrânea do local.

As áreas correspondentes aos diabásios foram classificadas somente quanto ao potencial de recarga sendo destacadas suas fragilidades e qualidades. Os trabalhos que caracterizam a vulnerabilidade natural classificam os terrenos sedimentares e o cristalino, indicando a necessidade de estudos específicos ainda não realizados.

8. Legislação.

Cabe também informar que existe leis de âmbito federal e estadual que devem ser aplicadas no decorrer do processo de implantação.

Legislação Federal:

- Decreto nº76.389, de 03 de outubro de 1975 – Dispõe sobre as medidas de preservação e controle da poluição industrial de que trata o decreto-lei nº1.413, de 14 de agosto de 1975 e dá outras providências.
- Lei nº6.803, de 02 de julho de 1980 – Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências

Legislação Estadual:

- Lei nº1.817, de 27 de outubro de 1979 – Estabelece os objetivos e as diretrizes para o desenvolvimento industrial metropolitano e disciplina o zoneamento industrial, a localização, a classificação e o licenciamento de estabelecimentos industriais na Região Metropolitana da Grande São Paulo, e dá providências correlatas.
- Decreto nº13.095, de 05 de Janeiro de 1978 – Aprova o regulamento da lei nº1.817, de 27 de outubro, nas matérias relativas à localização, à classificação, ao licenciamento de estabelecimento industriais na Região Metropolitana da Grande São Paulo e sua fiscalização.
- Lei nº3.811, de 30 de agosto de 1983 – Altera a disposição da lei nº1.817, de 27 de outubro de 1978, na parte referente à classificação de zonas de uso industrial.

9. Conclusões.

O reconhecimento de que as águas subterrâneas constituem uma reserva estratégica e vital para o abastecimento da região, face a sua complexa situação ocupacional e de uso no Estado de São Paulo, induz a implementação efetiva de políticas e de ações regionais, voltadas a sua proteção.

É preciso preservar áreas propícias para a infiltração no solo das águas das chuvas, denominadas áreas de recarga dos aquíferos, permitindo assim o armazenamento de água para uso futuro visando a sustentabilidade do recurso.

Em termos de gerenciamento ambiental o mapeamento das áreas prioritárias para recarga e a classificação das áreas quanto ao nível de exigências para implantação industrial, têm caráter preventivo na manutenção do reservatório natural e sobre a contaminação das águas subterrâneas por possíveis fontes pontuais

Os trabalhos desenvolvidos apresentaram como principal foco a análise de predição de locação de atividades industriais potenciais, portanto buscaram uma aplicação metodológica o mais restritiva possível, na medida das limitação técnicas e de escala de trabalho resultando em uma vulnerabilidade específica, de acordo com os usos futuros da área.

A cartografia de vulnerabilidade apresentada é função de características hidrogeológicas, geológicas e geomorfológicas da área associando-se o conceito de degradação das águas por cargas de alto potencial poluidor.

As metodologias utilizadas (FORSTER&HIRATA,1988) e (IG-FEHIDRO,2001(no prelo)) analisam a vulnerabilidade natural ou intrínseca, em função das características da zona não saturada de modo que: a seleção modifique o tempo de chegada de contaminantes no aquífero (geometria do aquífero: tipo, recarga e descarga, distância do NA, advecção e retardo); e diminua a concentração do contaminante (Dispersão e degradação).

As informações acrescentadas a estas metodologias por cruzamento procuraram destacar aspectos de fragilidade do meio aplicadas a cargas potenciais elevadas, geralmente contaminantes persistentes e móveis, com ênfase nas suas características de atenuação mais efetivas (Geometria do aquífero, dispersão e tempo), além da proteção de áreas prioritárias para recarga.

Deve-se destacar porém que indústrias que operam substâncias de alto potencial poluidor, ganham maior atenção do que a vulnerabilidade das áreas onde estarão locadas.

Os cruzamentos resultaram em quatro níveis de exigências para implantação alto, médio-alto, médio-baixo e baixo. O trabalhos realizados recomendam a implantação de atividades industriais potencialmente poluidoras nas áreas classificadas

como (A) Áreas recomendáveis à ocupação com níveis de vulnerabilidade média/baixa ou baixa combinadas com baixo potencial de recarga. Estas características reúnem as melhores condições para a ocupação industrial tendo em vista uma política de gestão preventiva regional.

O conhecimento sobre a adequação do terreno à empreendimentos com potencial poluidor não impede a instalação de atividades industriais em áreas desfavoráveis, porém, implica em uma série de estudos detalhados das características físicas do local "in situ", em conjunto com a análise do potencial de poluição específico ao empreendimento e do uso, atual e futuro, da água subterrânea do local.

Além disso, o porte do empreendimento industrial não indica necessariamente que as maiores indústrias apresentam elevados riscos de contaminação das águas subterrâneas, pois geralmente estas utilizam processos mais eficientes e possuem um maior controle na manipulação de produtos e efluentes, enquanto que as pequenas manejam consideráveis quantidades de produtos tóxicos e perigosos, muitas vezes com práticas não muito recomendadas e disposição de resíduos e efluentes em depósito de matérias prima. (IG-CETESB-DAEE, 1997)

O conjunto das informações aqui apresentadas podem colaborar com as políticas integradas de gestão ambiental em desenvolvimento na área de estudo, face a sua condição crítica no estado de São Paulo.

A aplicação de políticas de gestão ambiental tornou-se uma das ferramentas mais efetivas na busca de uma transformação adequada do meio ambiente procurando minimizar ao máximo os impactos da ocupação.

Entretanto, a busca da sustentabilidade depende da compreensão do sistema sociedade-meio ambiente considerando aspectos filosóficos, culturais, econômicos e ambientais. Em termos globais o modelo de desenvolvimento, sobre o qual

estabeleceu-se a sociedade moderna, visa o desenvolvimento econômico, através da industrialização de caráter progressivo e cumulativo desvinculando do modelo aspectos como igualdade social, distribuição de renda e qualidade ambiental.

Este modelo de desenvolvimento é o principal responsável pelas dificuldades sócio-ambientais que enfrentamos, cujo conceito de custo sócio-ambiental é ignorado.

Compete a nossa geração a mudança conceitual dessa cultura predatória para um novo modelo de desenvolvimento sustentável, embasado em uma composição de novos valores e o aprimoramento de nossas ferramentas técnico-ciêntificas.

10. Recomendações.

Na seleção efetiva dos locais para instalação de empreendimentos é necessário estudos de detalhe (escala 1:25.000 e maiores) onde a densidade de dados tanto sobre aspectos geológicos como hidrogeológicos do terreno devem ser bastante adensados. Nestes casos os parâmetros como: espessura, textura, descontinuidades estruturais (contato entre tipos litológicos, falhamentos), fontes e a composição dos solos tornam-se fundamentais.

Recomenda-se também o cadastro de poços próximos à área de instalação e definição das zonas de captura (ZOCs), pois empreendimentos de porte não devem ser locados *a priori* dentro destas zonas.

Em uma estratégia voltada para empreendimentos já instalados, aqueles que encontram-se em áreas consideradas como "não adequadas", devem ter prioridade nos estudos de detalhamento, em conjunto com a análise de seu potencial de poluição e do uso da água subterrânea no local.

O programa efetivo de instalação deverá incluir um estudo hidrogeológico, que permita definir a direção de fluxo com segurança, além de parâmetros hidráulicos

mínimos, locação e perfuração de poços de monitoramento (simples, multi-níveis, etc) parâmetros e frequência de amostragem e uso de laboratórios confiáveis.

BONHAMCARTER, C.H. 1981. *Geological Engineering Systems for Foundation*. McGraw-Hill, 225 pp.

BONHAMCARTER, C.H., ALLEN, R.E. & WILSON, D.F. 1981. *Geological Engineering Systems for Soil Exploration*. McGraw-Hill, 225 pp.

CABRERA, R. & FREITAS, D.M. 1994. *Procedimentos de controle de qualidade*. Fundação Universidade do Rio Grande de Pernambuco, Rio Claro, UNESP, 40 pp.

CETESB. 1987. *Guia de controle de qualidade para amostras de água*. Companhia Saneamento de São Paulo, São Paulo.

CETESB. 1989. *Manual de Qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo*. São Paulo.

BASTIANI, R., RYAN, P.A. & TOLEDO, J. & W. 1980. *GIS and Decision Making*. McGraw-Hill, 1980.

BASTIANI, R., RYAN, P.A. & TOLEDO, J. & W. 1980. *GIS and Decision Making*. McGraw-Hill, 1980.

FERNANDES, 1987. *Técnicas de controle de qualidade das águas subterrâneas*. Fundação Universidade do Rio Grande de Pernambuco, Rio Claro, UNESP, 40 pp.

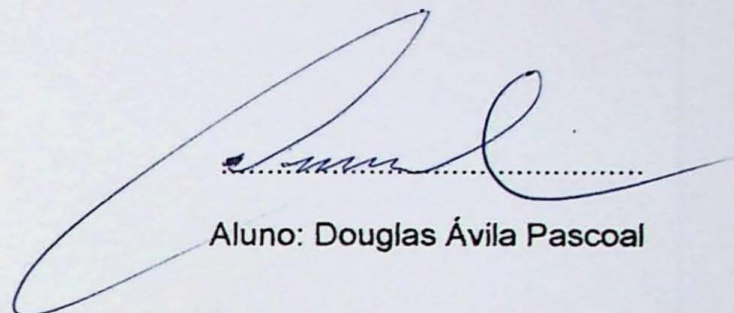
10. Bibliografia.

- BASEI, M. A . S.; CAMPOS NETO, M. C.; BERGMANN, M.; FIGUEREDO, M.C.H., 1986. Geologia da folha Amparo, 1:50.000. Rel. Pró-minério/USP. Inédito. 109pp.
- BONHAM-CARTER, G.F., 1994. *Geografic Information Systems for Geocienctists: Modelling with GIS*. Ottwa, Pergamon, 398p.
- BONHAM-CARTER, G.F., AGATERBERG, F.P. & WRIGHT, D.F., 1988. *Integration of Geological Datasets for Gold Exploration in Nova Scotia. Photogrammetric Enginnering & Remote Sensing*, 54(11):1585-1592.
- CÂMARA, G. & FREITAS, U.M., 1994. Perspectivas em sistemas de informação Geográfica. Palestra apresentada no V Sinpósio de quantificação em geociências. Rio Claro, UNESP, s.p. (mimeo.)
- CETESB, 1997. Uso das águas subterrâneas para abastecimento público no Estado de São Paulo. São Paulo.
- CETESB, 2000. Relatório de Qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo. São Paulo.
- EASTMAN, J.R., KYEM, P.A.K. & TOLEDANO, J. & JIN, W., (1993). *GIS and Decision Making*. Geneva, UNITAR, 110p.
- EASTMAN, J.R., KYEM, P.A.K. & TOLEDANO, J. & JIN, W., 1995. *Raster produres for Multi-Criteria/Multi-Objetive decisions. Photogrammetric Enginnering & Remote Sensing*, 61(5):539-547.
- FERNANDES, 1997. Tectônica Cenozóica na porção média da bacia o rio Piracicaba e sua aplicação à hidrologia. Tese de doutorado, IG-São Paulo/SP.

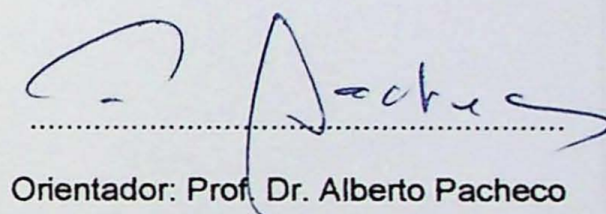
- FERNANDES, A.J.; RUDOLPH, D., 2000. *La influencia de la tectónica cenozóica en la proctividad de agua subterránea en zonas fracturadas: aplicación a São Paulo, Brasil. Hydrogeology Journal* 9 (2), 151-167.
- FOSTER, S.S.D.; HIRATA, R.C.A.; ROCHA, G.A., 1988. Risco de poluição da águas subterrâneas: uma proposta metodológica da avaliação regional. Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas 6, São Paulo.
- FREEZE, R.A.; CHERRY, J.A., 1979. Conceitos básicos de hidráulica e hidrogeologia.
- HIRATA, R.C.A.; REBOUÇAS, A.C., 2000. *La protección de los recursos hídricos subterráneos: una vision integrada, basada en perímetros de pozos y vulnerabilidade de aquíferos.*
- INSTITUTO AGRONOMICO-EMBRAPA, 1999. Mapa pedológico do Estado de São Paulo. Oliveira, J.B.(et all.). Legenda Expandida.
- INSTITUTO GEOLÓGICO (IG-SMA), 1993. Subsídios do meio físico Geológico ao planejamento do município de Campinas (SP). Rel. Técnico, IG, 3v.
- INSTITUTO GEOLÓGICO (IG-SMA), 1995. Subsídios para o planejamento regional e urbano do meio físico na porção média da bacia do rio Piracicaba, SP. São Paulo. Rel. Técnico, IG, 4v.
- IG-CETESB-DAEE, 1997. Mapeamento da vulnerabilidade e risco de poluição das águas subterrâneas no estado de São Paulo; vol. I
- IG, 2000(no prelo). Relatório de vulnerabilidade natural dos aquíferos fraturados Pré-Cambrianos da R.M.C..
- LERNER, D.N.; ISSAR, A.S.; SIMMERS, I., 1990. *Groundwater Recharge. A guide to understanding and estimating natural recharge*, vol. 8.

- OLIVEIRA, J. B.; 1999. Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico. Campinas, Instituto Agrônomo.
- PEREIRA, S.Y., 1996. Proposta de representação cartográfica na avaliação hidrogeológica para o estudo de planejamento e meio ambiente, exemplo da Região Metropolitana de Campinas – SP. Tese de doutorado, São Paulo.
- PIRES NETO, A.G., 1996. Estudo morfotectônico das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiaí, áreas adjacentes no Planalto Atlântico e depressão Periférica. Proj. CNPq 150011/94-6, realizado em IgcE-UNESP-Rio Claro. 71pp.
- VEDOVELLO, R., 2000. Zoneamentos geotécnicos aplicados à gestão ambiental a partir de unidades básicas de compartimentação-UBCs. Tese de Doutorado, IG-São Paulo/SP.
- ZUQUETTE, L.V., 1993. Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico: fundamentos e guia para exploração. Tese de livre docência, Escola de engenharia de São Carlos, E.E.S.C./USP, São Carlos/SP.

Ciente:



Aluno: Douglas Ávila Pascoal



Orientador: Prof. Dr. Alberto Pacheco

Anexo 1- Perfis Construtivos

PERFIL DO POÇO

00m

05

10m

15

20m

25

30m

35

40m

45

50m

55

60m

65

70m

75

80m

85

90m

95

100m

110

120

130m

tubo 14"

tubo 10"

tubo liso
4"
PVC

HIDROTÉCNICA

OKAMOTO LTDA.

AVENIDA SANTO AMARO, 2639 - CEP 04555

TELEFONES: 241-3502 - 542-4349 - SÃO PAULO

CLIENTE:

HONDA AUTOMOVEIS DO BRASIL LTDA

Sumare - Rod Anhanguera

POÇO Nº 3

janeiro 1997

1

DADOS DO POÇO

Profundidade total	184	m
N.E.	88	m
N.D.	129	m
Vazão c/ compressor		1/h
Vazão c/ Bomba	6.090	1/h

PERFURAÇÃO

Aluvião	30	m
Rocha decomposta..sed.....	2	m
Rocha Sã sed.....	152	m
.....		m
.....		m
.....		m

REVESTIMENTOS

Tubo de boca	12	m
Tubo liso 10" ..	32	m
Tubo Filtro PVC 4" ..	36	m
Cimentação	12	m
Pré-Filtro	12	t
Tubo liso 4"	144	m

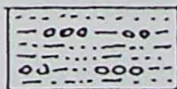
CONVENÇÕES



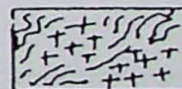
Aluvião



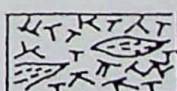
Arenitos
Argilosos



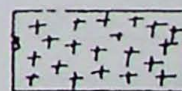
Arenitos
Argilitos



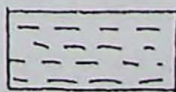
Micaxisto,
Gnaisses.



Derrame
Basálticos

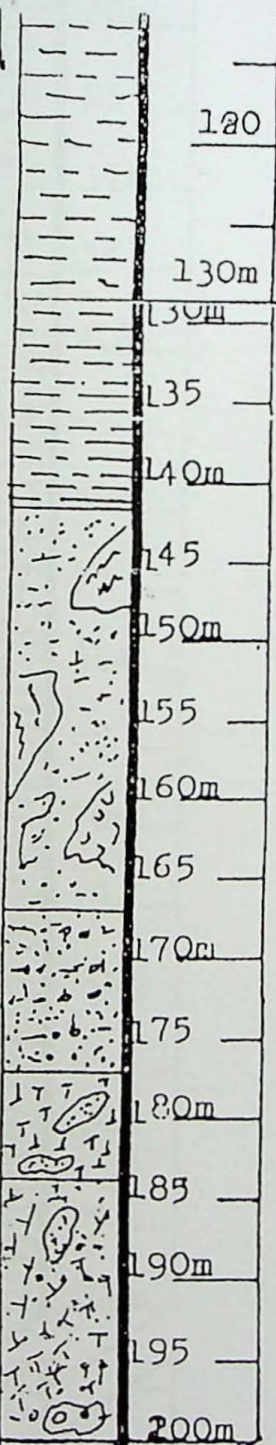
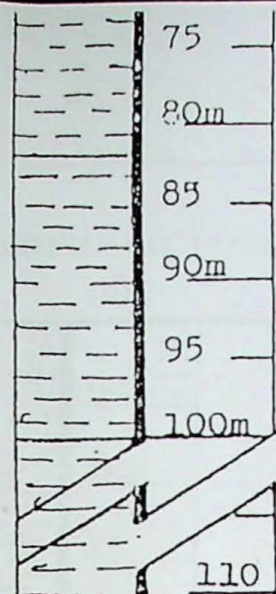


Granito



argilito

PVC



136

160

168

180

184

filtro 4"
PVC

Tubo liso 10	..	36 m
Tubo Filtro PVC 4"	..	12 m
Cimentação	..	12 t
Prê-Filtro	..	144 m

	Aluvião		Arenitos Argilosos
	Arenitos Argilitos		Micaxisto, Gnaisses.
	Derrame Basálticos		Granito
	argilito		

N.D.	..	m
Vazão c/ compressor	..	1/h
Vazão c/ Bomba	..	1/h

PERFURAÇÃO

Aluvião	..	m
Rocha decomposta	..	m
Rocha Sã	..	m
	..	m
	..	m
	..	m

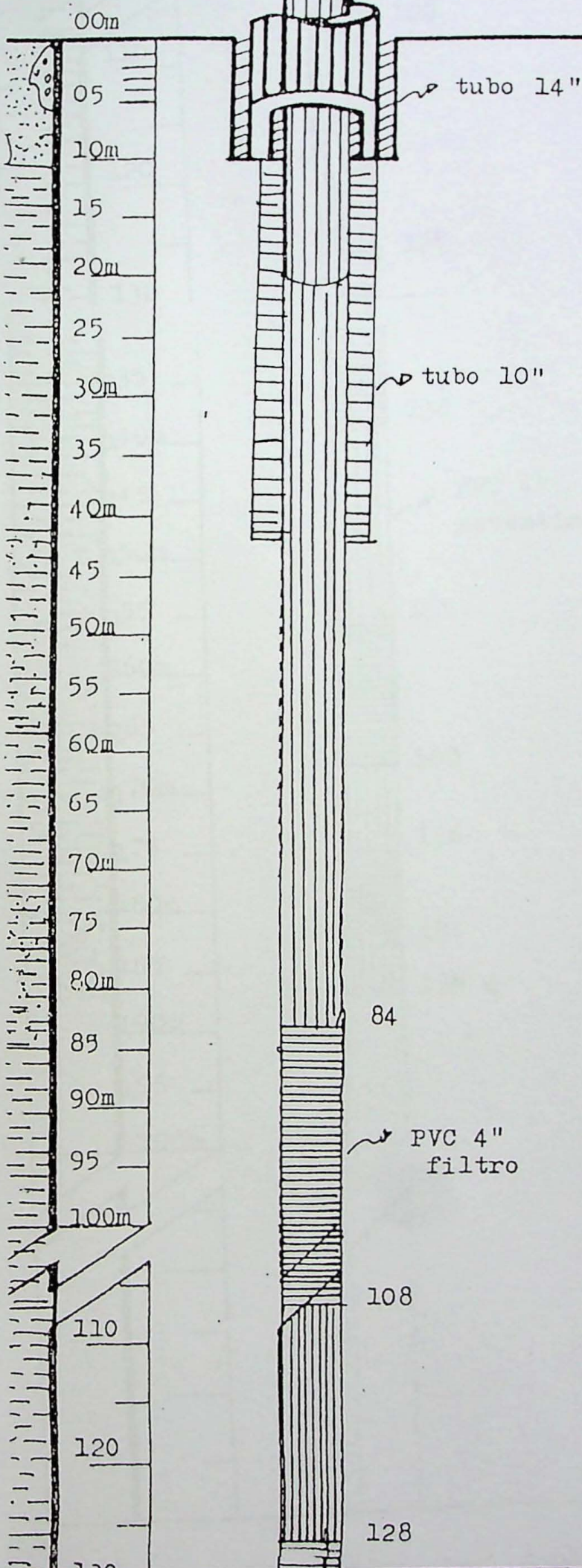
REVESTIMENTOS

Tubo de boca	..	m
Tubo liso	..	m
Tubo Filtro	..	m
Cimentação	..	t
Prê-Filtro	..	t

CONVENÇÕES

	Aluvião		Arenitos Argilosos
	Arenitos Argilitos		Micaxisto, Gnaisses.
	Derrame Basálticos		Granito

ERFIL DO POÇO



HIDROTÉCNICA

O K A M O T O L T D A .

AVENIDA SANTO AMARO, 2639 - CEP 04555

TELEFONES: 241-3502 - 542-4349 - SÃO PAULO

CLIENTE:

HONDA AUTOMOVEIS DO BRASIL LTDA
Sumare - Rod. Anhanguera

Fevereiro 1997 POÇO Nº 2

DADOS DO POÇO

Profundidade total	188	m
N.E.	38	m
N.D.	151	m
Vazão c/ compressor		l/h
Vazão c/ Bomba	4.650	l/h

PERFURAÇÃO

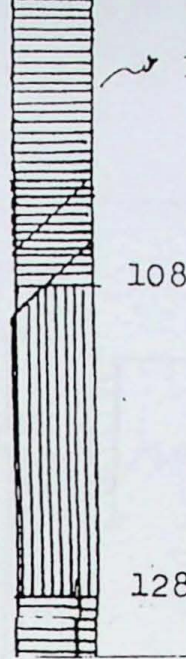
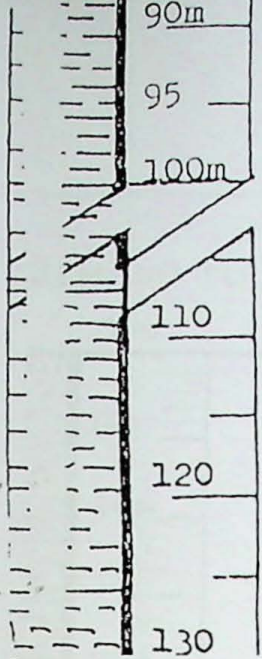
Aluvião	10	m
Rocha decomposta		m
Rocha Sã		m
Rocha sedimentar	168	m
		m
		m

REVESTIMENTOS

Tubo de boca 14"	10	m
Tubo liso 10"	42	m
Tubo Filtro PVC 4"	52	m
Cimentação	10	m
Pré-Filtro	9,5	t
Tubo liso PVC 4"	136	m

CONVENÇÕES

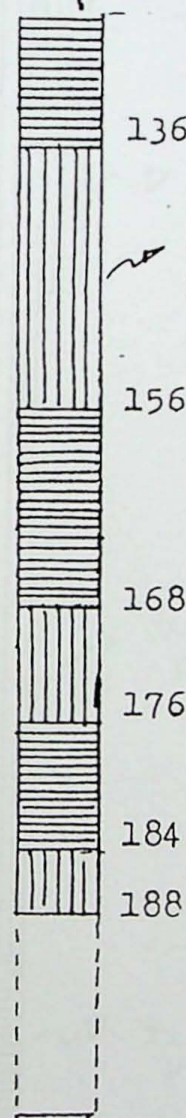
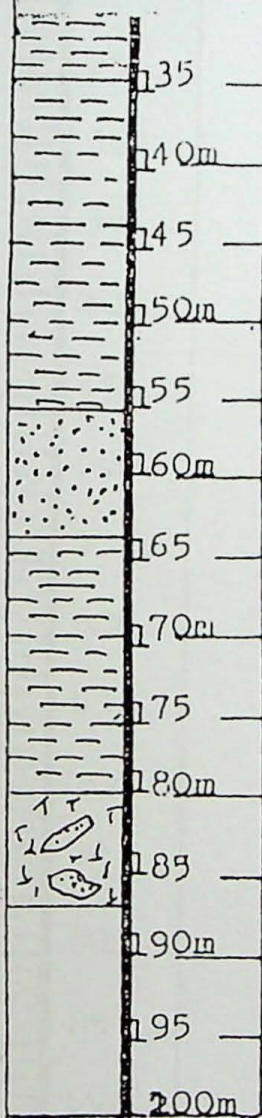
	Aluvião		Arenitos Argilosos
	Arenitos Argilitos		Micaxisto, Gnaisses.
	Derrame Basálticos		Granito
	argilito		argilito siltoso



PVC 4" filtro

108

128



PVC 4" revestimento

136

156

168

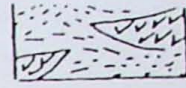
176

184

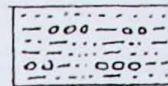
188 m



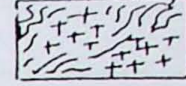
Aluvião



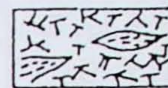
Arenitos Argilosos



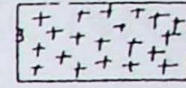
Arenitos Argilitos



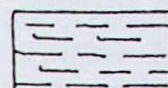
Micaxisto, Gnaisses.



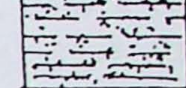
Derrame Basalticos



Granito



argilito



argilito siltoso

N.D. 151 m
Vazão c/ compressor 1/h
Vazão c/ Bomba 4.650 l/h

PERFURAÇÃO

Aluvião m
Rocha decomposta m
Rocha Sã m
..... m
..... m
..... m

REVESTIMENTOS

Tubo de boca m
Tubo liso m
Tubo Filtro m
Cimentação m
Prê-Filtro t

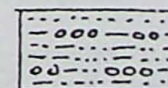
CONVENÇÕES



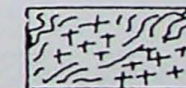
Aluvião



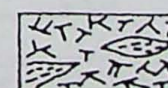
Arenitos Argilosos



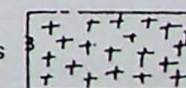
Arenitos Argilitos



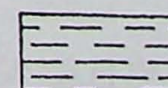
Micaxisto, Gnaisses.



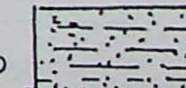
Derrame Basalticos



Granito

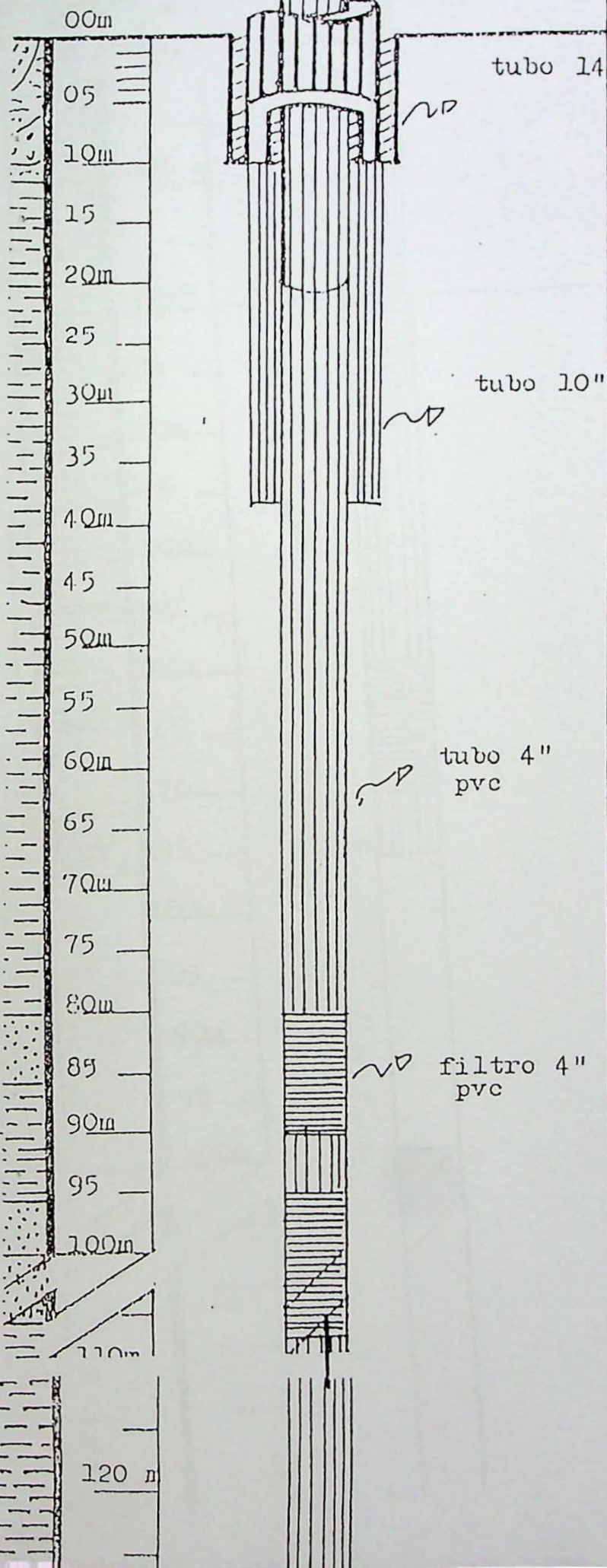


argilito



argilito siltoso

RFIL DO POÇO



HIDROTÉCNICA

OKAMOTO LTDA.

AVENIDA SANTO AMARO, 2639 - CEP 04555

TELEFONES: 241-3502 - 542-4349 - SÃO PAULO

CLIENTE:

HONDA AUTOMOVEIS DO BRASIL LTDA

Sumare- Rod. Anhanguera

Março 1997

POÇO Nº 3

DADOS DO POÇO

Profundidade total	176 m
N.E.	39 m
N.D.	141,5m
Vazão c/ compressor	1/h
Vazão c/ Bomba	5.850 1/h
Teste vazão 36 h	

PERFURAÇÃO

Aluvião	12 m
Rocha decomposta	m
Rocha Sã	m
Rocha sedimentar	166 m
rocha diabásica	4 m
	m

REVESTIMENTOS

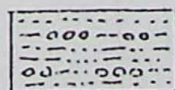
Tubo de boca 14"	12 m
Tubo liso PVC 4"	128 m
Tubo Filtro PVC 4"	48 m
Cimentação	12 m
Pré-Filtro	9 t
Revestimento 10"	39 m
CONVENÇÕES	



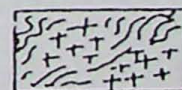
Aluvião



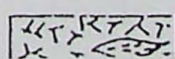
Arenitos
Argilosos



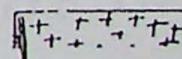
Arenitos
Argilitos



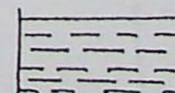
Micaxisto,
Gnaisses.



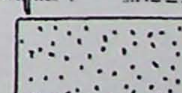
Derrame
Basáltico



Granito



argilito



arenito

entrada d'agua 80 a 86 m

98 a 104m

164 a 170 m

pvc

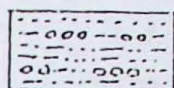
CONVENÇÕES



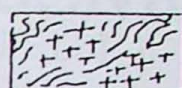
Aluvião



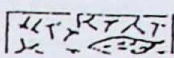
Arenitos
Argilosos



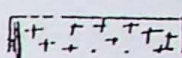
Arenitos
Argillitos



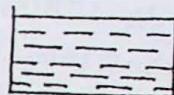
Micaxisto
Gnaisses.



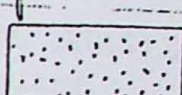
Derrame
Basáltico



Granito



argilito



arenito

entrada d'agua 80 a 86 m
98 a 104m
164 a 170 m

N.D.
Vazão c/ compressor 1/
Vazão c/ Bomba 1/

PERFURAÇÃO

Aluvião
Rocha decomposta
Rocha Sã
.....
.....

REVESTIMENTOS

Tubo de boca
Tubo liso
Tubo Filtro
Cimentação
Pré-Filtro

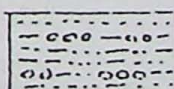
CONVENÇÕES



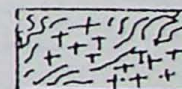
Aluvião



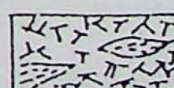
Arenit
Argilo



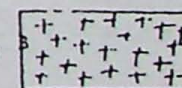
Arenitos
Argillitos



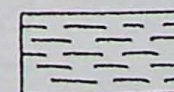
Micaxi
Gnaiss



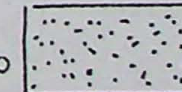
Derrame
Basálticos



Granito



argilito



are

90m

95

100m

110m

120 m

130m

135

140m

145

150m

155

160m

165

170m

175

180m

85

90m

95

100m

176m

PERFIL DO POÇO

00m

05

10m

15

20m

25

30m

35

40m

45

50m

55

60m

65

70m

75

80m

85

90m

95

100m

110m

120m

130m

tubo 14"

tubo 10"

filtro 4"
pvc

tubo 4"
pvc

HIDROTÉCNICA

OKAMOTO LTDA.

AVENIDA SANTO AMARO, 2639 - CEP 04555

TELEFONES: 241-3502 - 542-4349 - SÃO PAULO

CLIENTE:

HONDA AUTOMOVEIS DO BRASIL LTDA

Sumaré-Rod. Anhanguera

Março 1997 POÇO Nº 5

DADOS DO POÇO

Profundidade total	176	m
N.E.	14	m
N.D.	152	m
Vazão c/ compressor	1/h	
Vazão c/ Bomba	4.800	1/h
bomba colocada 162 m tubo 1 11/2"		

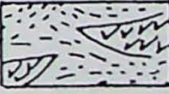
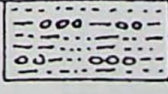
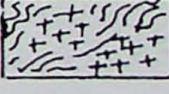
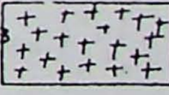
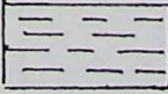
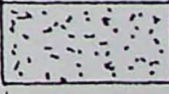
PERFURAÇÃO

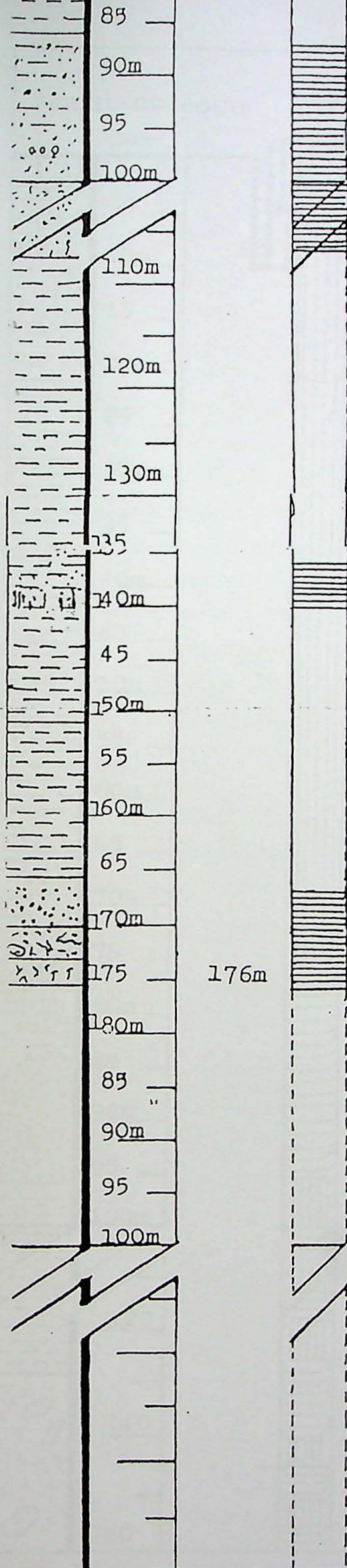
Aluvião	10	m
Rocha decomposta		m
Rocha Sã		m
rocha sedimentar	164	m
diabásico	2	m
.....		m

REVESTIMENTOS

Tubo de boca 14"	10	m
Tubo liso PVC 4" ..	132	m
Tubo Filtro 4" ..	44	m
Cimentação	10	m
Pré-Filtro	9	t
revestimento 10" ..	36	m

CONVENÇÕES

	Aluvião		Arenitos Argilosos
	Arenitos Argilitos		Micaxisto, Gnaisses.
	Derrame Basálticos		Granito
	argilito		arenito



revestimento 10"
CONVENÇÕES

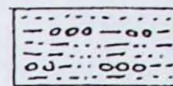
36 m



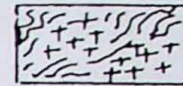
Aluvião



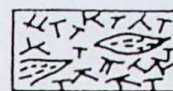
Arenitos
Argilosos



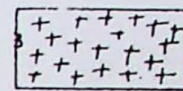
Arenitos
Argilitos



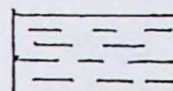
Micaxisto,
Gnaisses.



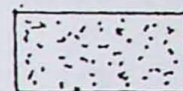
Derrame
Basalticos



Granito



argilito



arenito

N.D. m

Vazão c/ compressor 1/h

Vazão c/ Bomba 1/h

PERFURAÇÃO

Aluvião m

Rocha decomposta m

Rocha Sã m

..... m

..... m

..... m

REVESTIMENTOS

Tubo de boca m

Tubo liso m

Tubo Filtro m

Cimentação m

Prê-Filtro t

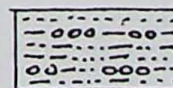
CONVENÇÕES



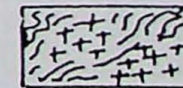
Aluvião



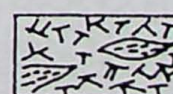
Arenitos
Argilosos



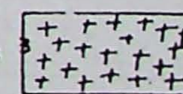
Arenitos
Argilitos



Micaxisto,
Gnaisses.



Derrame
Basalticos



Granito

PERFIL DO POÇO

00m

05

10m

15

20m

25

30m

35

40m

45

50m

55

60m

65

70m

75

80m

85

90m

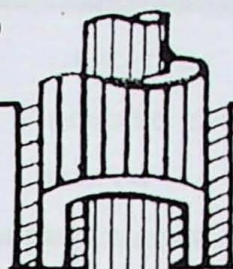
95

100m

120

140

160



Perfuração
de 12"

77 m

95 m

107 m

107 m

113 m

119 m

125 m

139 m

145 m

151 m

157 m

HIDROTÉCNICA

O K A M O T O L T D A .

AVENIDA SANTO AMARO, 2639 - CEP 04555

TELEFONES: 241-3502 - 542-4349 - SÃO PAULO

CLIENTE:

HONDA AUTOMOVEIS DO BRASIL LTDA

Sumare - Rod. Anhanguera

Poço nº 6

13/9/96

DADOS DO POÇO

Profundidade total 161 m
N.E. 20 m
N.D. 150 m
Vazão c/ compressor 1/h
Vazão c/ Bomba 3.100 1/h
90 horas vazão

PERFURAÇÃO

Aluvião .rocha.sedimentar.12" 124 m
Rocha decomposta..... m
Rocha Sã..... m
Rocha diabásica.....12" 37 m
..... m
..... m

REVESTIMENTOS

Tubo de boca .14"..... 6 m
Tubo liso galvanizado 6" .. 107 m
Tubo Filtro galv. nold 6" .. 54 m
Cimentação 6 m
Pcê-Filtro 19 m

CONVENÇÕES

argilito
Aluvião Arenitos Argilosos
Arenitos Argilitos Micaxisto, Gnaisses.
Derrame Basálticos Granito
Diabásica

Filtros a: 77 a 95 m ; 101 a 107 m
113 a 119 m ; 125 a 139 m
145 a 151 m ; 157 a 161 m

Entrada -83 m
dagua 97 m

arenito



SEÇÃO DE ENGENHARIA - PERFURAÇÃO DE POÇOS

CLIENTE: CIA. IMPERIAL DE INDÚSTRIAS QUÍMICAS DO BRASIL

LOCAL DA OBRA: Em Paulínia - SP

OBRA N.º JI SP-2208

POÇO N.º:

2

MÁQUINA: Wirth

CARACTERÍSTICAS

PROFUNDIDADE

201 m

PERFURAÇÃO EM ALUVIÃO

C/15" - 6 m de 0 a 6 m

C/8 5/8 - 14 m de 6 a 20 m

PERFURAÇÃO EM ROCHA

C/8 5/8 - 4 m de 20 a 24 m

C/6" - 177 m de 24 a 201 m

TUBOS DE REVESTIMENTO

C/14" - 6,85 m Tubo de chapa

C/6" - 24,15 m Tubo DIN 2440 preto + 0,15 cm acima do solo

FILTROS COLOCADOS

ENTRADAS DE ÁGUA

Aos 125/145/180 metros.

NÍVEL ESTÁTICO AOS

35,10 m

VAZÃO DE TESTE

8.400 L/H

COM NÍVEL DINÂMICO AOS

95,25 m

- 0- 6 m Solo argilo arenoso avermelhado
- 6- 18 m Argila arenosa avermelhada
- 18- 24 m Diabásio alterado - passando a compacto
- 24-108 m Diabásio cinza a preto
- 108-120 m Siltito cinza com possíveis intercalações de arenito compacto.
- 120-132 m Granito cinza claro
- 132-174 m Granito cinza róseo
- 174-201 m Granito cinza escuro

Classificação elaborada pelo-

Geólogo:

Rodrigo W. de Freitas

OBSERVAÇÕES:

L A E.

São Paulo



SEÇÃO DE ENGENHARIA - PERFURAÇÃO DE POÇOS

CLIENTE: CIA. IMPERIAL DE INDÚSTRIAS QUÍMICAS DO BRASIL

LOCAL DA OBRA: Paulínia - SP

OBRA N.º J, SP-2208

POÇO N.º 1

MÁQUINA: Wabco/F-43

CARACTERÍSTICAS

PROFUNDIDADE

200

PERFURAÇÃO EM ALUVIÃO

C/15" - 5 m de 0 a 5

PERFURAÇÃO EM ROCHA

C/12" 3,60 m de 5 a 8,60

C/ 6" 191,40 m de 8,60 a 200

TUBOS DE REVESTIMENTO

C/14" - 4,50 Tubos de boca

C/ 6" - 8,60 Tubos lisos pretos

0,15 cm acima do solo.

FILTROS COLOCADOS

ENTRADAS DE ÁGUA

Aos 48/87/98/148/179 metros.

NÍVEL ESTÁTICO AOS

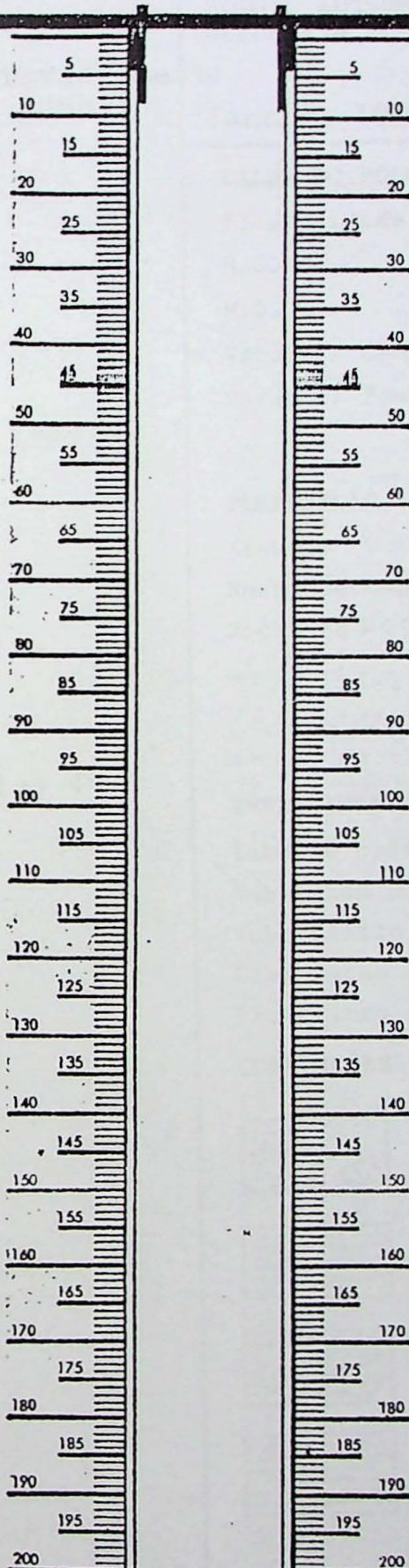
20,00

VAZÃO DE TESTE

11.880 L/

COM NÍVEL DINÂMICO AOS

61,00



0- 5 m Solo de alteração do -
diabásio, sob a forma
de argila castanho aver
melhado

5- 8 m Diabásio cinza médio -
parcialmente alterado-
passando a compacto

8- 23 m Diabásio cinza escuro

23- 32 m Diabásio cinza claro -
com indícios de oxida-
ção em seus minerais -
constituíntes

32- 80 m Diabásio cinza escuro-
a preto

80- 89 m Sedimentos do grupo tu-
barão, sob a forma de
argilitos e siltitos -
intercalados muito com
pacto (cozido) cor cin-
za escuro a claro

89- 99 m Sedimentos do grupo -
tubarão, sob a forma -
de arenitos finos muito
cozido, com evidências
de cimentação por car-
bonatos

99-101 m Granito róseo

101-137 m Granito róseo de granu-
lação grosseira conten-
do feldspato potássico
(roseo), biotita, quar-
tzo e nos níveis mais-
profundos nota-se a
presença de epidoto

137-146 m Granito cinza escuro -

146-150 m Granito róseo de granu-
lação grosseira

150-191 m Granito cinza escuro -
com indícios de mine-
rais oxidados

191-200 m Granito sub afanítico-
granulação muito fina-
cinza escuro

Classificação elaborada pelo -

Geólogo:

Valter G. Gonçalves

OBSERVAÇÕES:

A E.

São Paulo

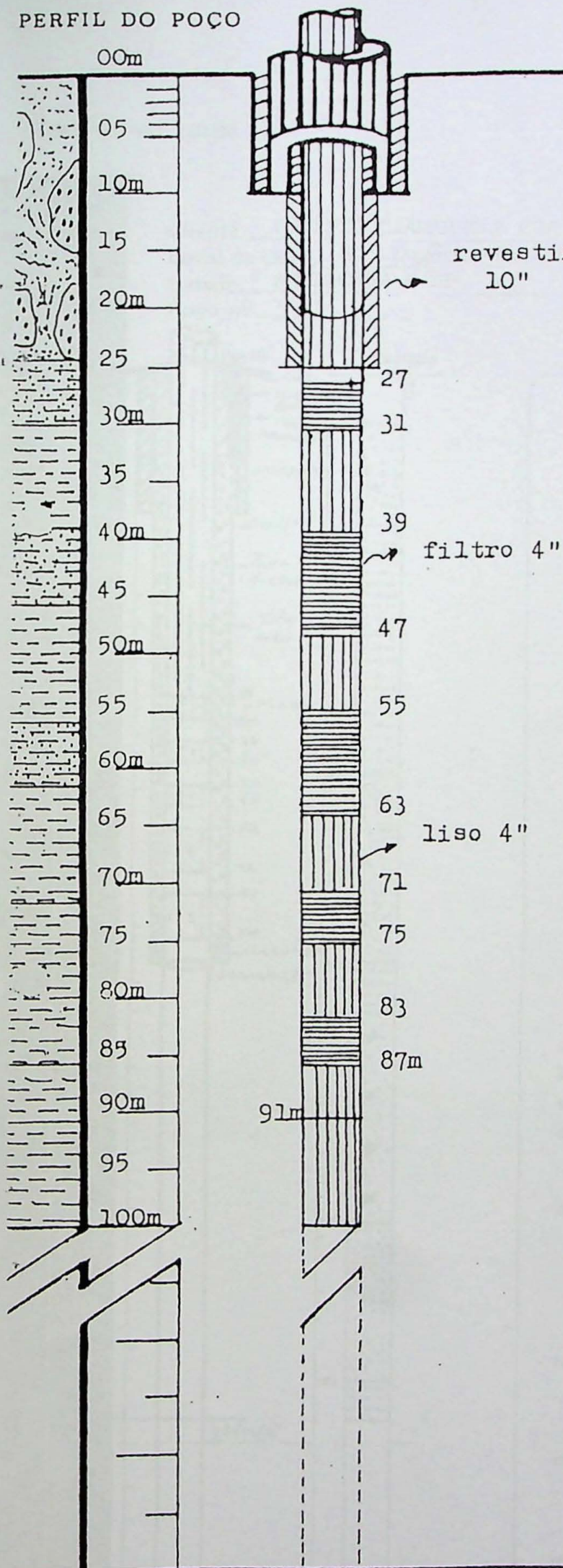
07

de

Agosto

de 1975

PERFIL DO POÇO



HIDROTÉCNICA

OKAMOTO LTDA.

AVENIDA SANTO AMARO, 2639 - CEP 04555
TELEFONES: 241-3502 - 542-4349 - SÃO PAULO

CLIENTE:

HONDA AUTOMOVEIS DO BRASIL LTDA
Sumare - Rod. Anhanguera

Janeiro 1997 - POÇO Nº 2 4

DADOS DO POÇO

Profundidade total	91 m
N.E.	13,5 m
N.D.	72 m
Vazão c/ compressor	5.080 l/h
Vazão c/ Bomba	5.080 l/h

PERFURAÇÃO

Aluvião	20 m
Rocha decomposta	m
Rocha sã sedimentar	71 m
.....	m
.....	m
.....	m

REVESTIMENTOS

Tubo de boca 10"	25 m
Tubo liso PVC 4" ..	62 m
Tubo Filtro PVC 4" ..	28 m
Cimentação	25 m
Pré-Filtro	8 t

CONVENÇÕES

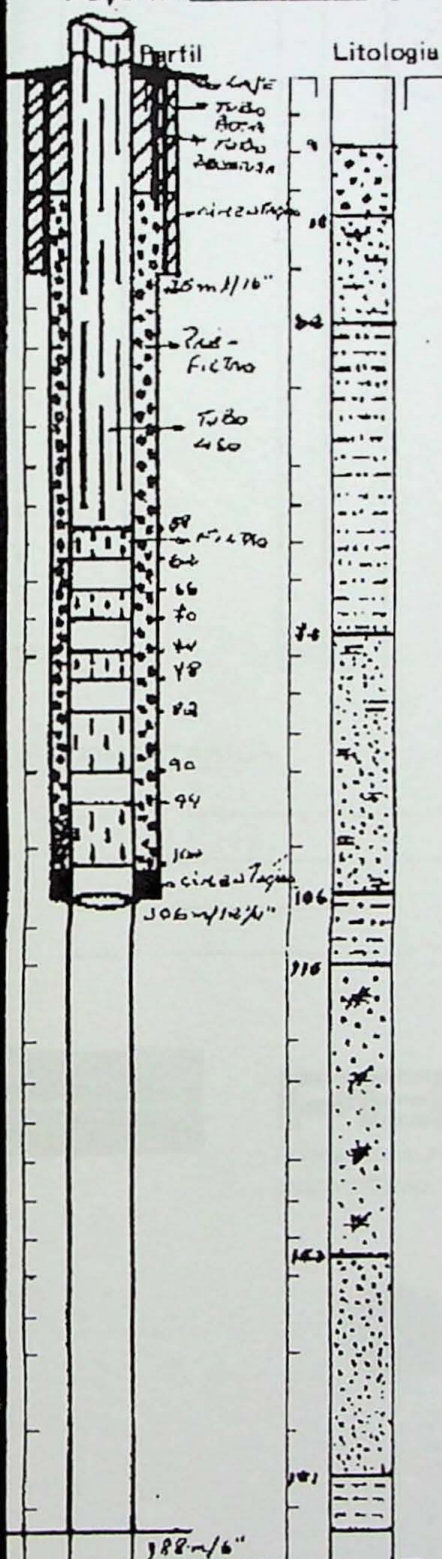
	Aluvião		Arenitos Argilosos
	Arenitos Argilitos		Micaxisto, Gnaisses.
	Derrame Basálticos		Granito
	argilito		argilito siltoso

Cliente: OCTÁVIO CIAMARRO & CIA LTDA

Local da Obra: R.: Eugênio Bertini, 81 - Jardim São Luiz

Cidade: AMERICANA - SP

Poço nº 01



DADOS GEOLÓGICOS

Legenda

- ☐ Aterro (Arenito fino siltoso averm.)
- ☐ Solo silto-argiloso, creme
- ☐ Arenito fino argiloso, creme
- ☐ Siltito arenoso cinza esverdeado
- ☐ Arenito fino siltoso, esverdeado
- ☐ Siltito arenoso cinza
- ☐ Arenito muito fino, carbonático, cinza
- ☐ Arenito fino à médio, pouco argiloso
- ☐ cinza claro
- ☐ Folhelho cinza escuro

DADOS TÉCNICOS

Profundidade 188 m

PERFURAÇÃO NOS SEGUINTE DIÂMETROS:

- a) Ø 16" (0 - 25m) 25 m
- b) Ø 12 1/4" (25 - 106m) 81 m
- c) Ø 6" (106 - 188m) 82 m
- d) Ø - m

REVESTIMENTOS NOS SEGUINTE DIÂMETROS:

- a) Tubos lisos:
 - Ø 14" ... Calandrado Preto 3/16 ... 25 m
 - Ø 6" ... PVC - Geom. - DN 151 ... 78 m
 - Ø 1 1/2" Galvanizado DIN 2440 ... 18 m
 - Ø - m
- b) Filtros:
 - Ø 6" ... PVC Geom. - AB - 0,5mm ... 28 m
 - Ø - m
- c) Pré-filtros:
 - tipo Jacaré - Granul. 1,5 - 3,0mm 10 tn
 - tipo tn
- d) Cimentação:
 - tipo Basal, Anelar, Laje Proteção 1,0 m³
 - tipo m³

TESTES DE BOMBEAMENTO

a) data do teste: 26 e 27/03/90
 b) duração do teste: 20 hs
 c) equipamento usado: Bomba Submersa - 15 HP
 d) profundidade do equipamento: 150 m
 e) vazão obtida no teste: 6.336 lts/h
 f) nível estático: 53 m
 g) nível dinâmico: 144 m
 h) vazão final do poço: 7.000 lts/h

Escala Vertical do Perfil

1 : 1.000

Máquina Perfuratriz nº T.4-2 (Ingersoll Rand)

Sondador: ANTONIO CARLOS VISNARDI

Início

20.02.90

Término

01.03.90

Piracicaba

28

/

03

/

90

GEÓLOGO RESPONSÁVEL

COMENTÁRIOS:

ROBERTO CORDER

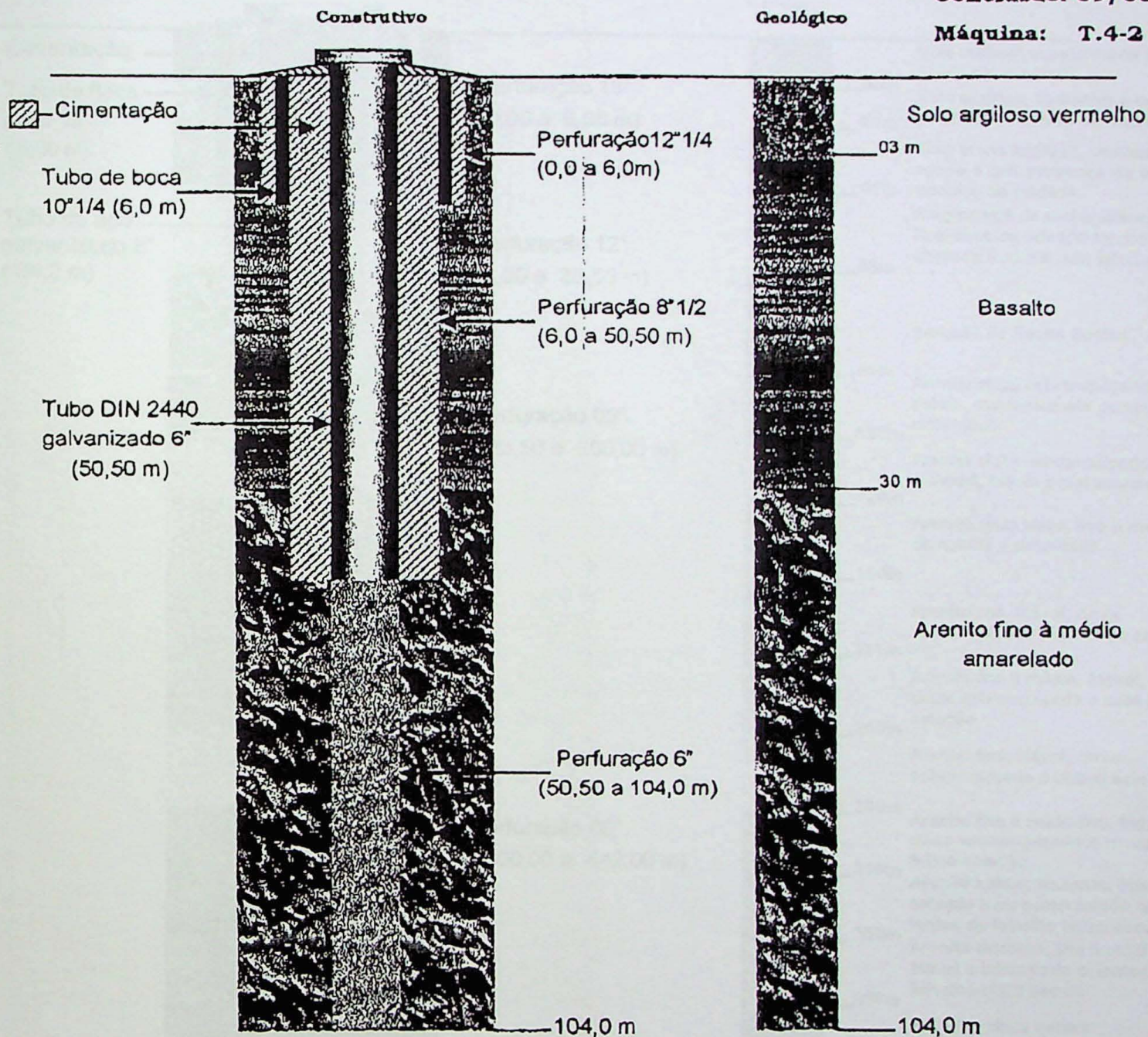
Roberto Corder

- Geólogo -

Ass. Responsável

PERFIL GEOLÓGICO

SONDÁGUA POÇOS ARTESIAIS LTDA. - Rua Espírito Santo, 17 - Morumbi - PIRACICABA - SP
 ESCRITÓRIO: AV. INDEPENDÊNCIA, 1660 - FONES: 33-9009 - 34-4160

Cliente: TECELAGEM JACIRA LTDA**Município: AMERICANA - S.P.****Contrato:****Início: 06/06/89****Conclusão: 09/06/89****Máquina: T.4-2****PERFIS**

Esquema sem escala

TESTE DE BOMBEAMENTO

N.E.: 18,00 m Data: 20/12/95

N.D.: 90,00 m

Q: 32,72 m³/h**EQUIPAMENTO DE TESTE**

Marca: EBARA

5 HP

Profundidade: 90,00 m

ALTERNATIVA DE EXPLORAÇÃO

Instalar bomba aos 90,00m.

Explorar 32,72 m³/h por período máx. e contínuo de 20 h/dia.**RESPONSÁVEL TÉCNICO: ELVIO DONÁ SCAGNOLATTO**

CLIENTE: TECELAGEM JACYRA LTDA.
MUNICÍPIO: AMERICANA - S.P.

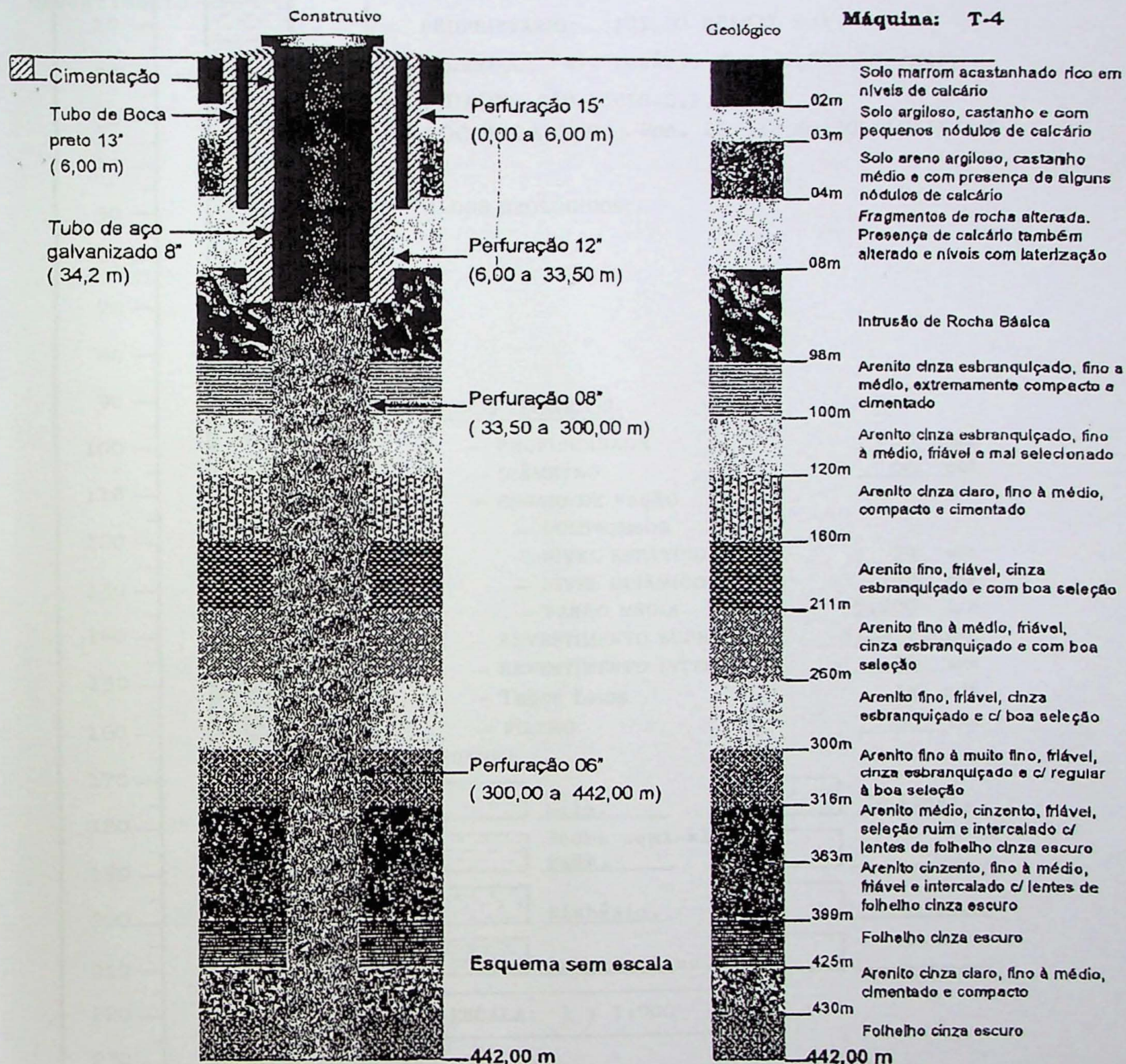
PERFIS

Contrato: 087_2000

Início: 19/06/2000

Conclusão: 30/06/2000

Máquina: T-4



Esquema sem escala

TESTE DE BOMBEAMENTO

N.E.: 82,60 m Data: 14/07/2000

N.D.: 266,50 m

Q.: 25,548 m³/h

EQUIPAMENTO DE TESTE

Marca: Ebara

Modelo: BHS 516-20 - 50 HP

Profundidade: 270,00 m

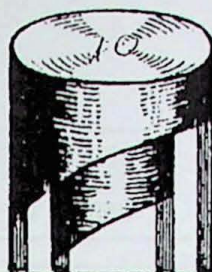
ALTERNATIVA DE EXPLORAÇÃO

Instalar bomba aos 282,00 m.

Explorar 25,00 m³/h por período máx.

e contínuo de 20h/dia.

RESPONSÁVEL TÉCNICO: GEÓLOGO ELVIO DONÁ SCAGNOLATTO



EDISONDA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

PERFURAÇÃO DE POÇOS ARTESIANOS
INSTALAÇÃO DE BOMBAS E COMPRESSORES

Rua Eduardo Edergê Badaró, 1134 - Fones: 41-3440 - 41-0593 - 41-8222 - Cx. Postal 583
Jardim Eulina - End. Telegráfico "EDISONDA" - CEP 13.100 - CAMPINAS - S.P.

Novo Telefone
42-5999

Prof. M.

revestimento

10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200
210
220
230
240
250



N.E.

N.D.

PROPRIETÁRIO:- ICI DO BRASIL S/A

ENDEREÇO:- Av. Euzébio Matoso, 891-2º andar

CIDADE:- SÃO PAULO-S.P.-

LOCAL DA OBRA:- Rod. SP 332, Km 130-PAULÍNIA-S

DADOS GEOLÓGICOS:-

DADOS TÉCNICOS:

— PROFUNDIDADE	250 mts.
— DIÂMETRO	06 pol.
— ENSAIO DE VASÃO	
— COMPRESSOR	
— NÍVEL ESTATICO	74 mts.
— NÍVEL DINÂMICO	148 mts.
— VASÃO MÉDIA	5.280 L/H.
— REVESTIMENTO SUPERFICIAL	cimentado mts.
— REVESTIMENTO INTERNO	14 mts.
— Tubos Lisos	14 mts.
— FILTRO	00 mts.

LEGENDA:-

	Solo.		Gnaisse.
	Rocha semi-alterada.		Diabásio.
	Arenito fino.		Rocha semi-alterada.

ESCALA: 1 : 1.000

INÍCIO: 1/2/84

SONDA N.º 07

TÉRMINO: 7/6/84

CLIENTE : UNITIKA DO BRASIL INDUSTRIA TEXTIL LTDA
 ENDEREÇO : VIA ANHANGUERA, KM. 125 - AMERICANA - SP
 LOCAL DA OBRA : O MESMO

N. DA OBRA : 1283/96
 INICIO : 28.11.96
 TERMINO : 15.01.97

PERFIL GEOLOGICO

0,0M
 10,0M
 20,0M
 40,0M
 62,0M
 68,0M
 84,0M
 90,0M
 100,0M
 106,0M
 112,0M
 120,0M
 132,0M
 142,0M
 154,0M
 156,0M
 170,0M
 176,0M
 192,0M
 194,0M
 214,0M
 218,0M
 234,0M
 238,0M
 252,5M

PERFIL CONSTRUTIVO

0000 0000 /
 0000 0000 /
 0000 0000 /
 0000 0000 /
 000 000 18,0M/17 1/2"
 000 000
 000 000
 000 000
 000 000
 000 000
 000 000
 65,7M 000
 67,7M 000
 000 000
 000 000
 000 000
 000 000
 86,3M 000
 90,3M 000
 000 000
 102,9M 000
 105,9M 000
 000 000
 000 000
 000 000
 115,2M 000
 119,2M 000
 000 000
 000 000
 131,8M 000
 000 000
 134,8M 000
 000 000
 138,1M 000
 000 000
 142,1M 000
 000 000
 154,7M 000
 000 000
 156,7M 000
 000 000
 169,3M 000
 000 000
 171,3M 000
 000 000
 173,3M 000
 175,3M 000
 000 000
 191,6M 000
 000 000
 193,6M 000
 000 000
 000 000
 214,9M 000
 216,9M 000
 000 000
 000 000
 235,5M 000
 237,5M 000
 00 00 240,0M/12 1/4"
 00 00 252,5M/8 1/2"
 sem escala

MEDICAO FINAL

PROFUNDIDADE TOTAL 252,50M
 REVEST. SUPEF: 0
 REVEST: DIN 2440, PRETOS 0 6" 221,0M
 REVEST: TUBO CH. 3/16" 0 14" 10,0M
 FILTROS: ESP. INOX, REF. 0 6" 32,0M

CIMENTACAO: 1,5m3 de 0,0 a 18,0M
 PRE-FILTRO: 13,5m3 de 0,0 a 252,0M

DADOS DE PERFURACAO

0 17 1/2" de 0,0 a 18,0M
 0 12 1/4" de 18,0 a 240,0M
 8 1/2" de 240,0 a 252,5M

TESTE DE VAZAO

VAZAO MEDIDA : 14.400 l/hora
 NIVEL ESTATICO : 43,00 M
 NIVEL DINAMICO : 114,38 M

LEGENDA

///// - CIMENTACAO
 ----- - PERFURACAO
 ——— - REVESTIMENTO
 ——— - LAGE DE PROTECAO SANITARIA
 00000 - PRE-FILTRO
 ===== - FILTRO
 ::::: - SOLO DE ALTERACAO
 - - - - SEDIMENTOS ARGILOSOS
 . . . - SEDIMENTOS ARENOSOS
 - . - - SEDIMENTOS ARGILLO-ARENOSOS
 +: +: + - ROCHA ALTERADA
 + + + + - ROCHA SA
 ← - - - ENTRADA DE AGUA

OBSERVACOES

SONDA : 207
 SONDADOR : FRANCISCO S. NETTO
 GEOLOGO RENOVALDO JOSE DE GUZZI
 CREA 0682413339/D

AGUABRAS POÇOS ARTESIANOS LTDA.

Rua Maria Colina, 78 - Vila Guimarcindo - CEP 04126-100 - Tel (011) 272-7644 - Fax (011) 273-9000 - São Paulo - Brasil

Anexos 2 -Área de Estudo

47°20' W GREENWICH 47°15' 47°10' 47°05' 47°00' 46°55'

22°30'

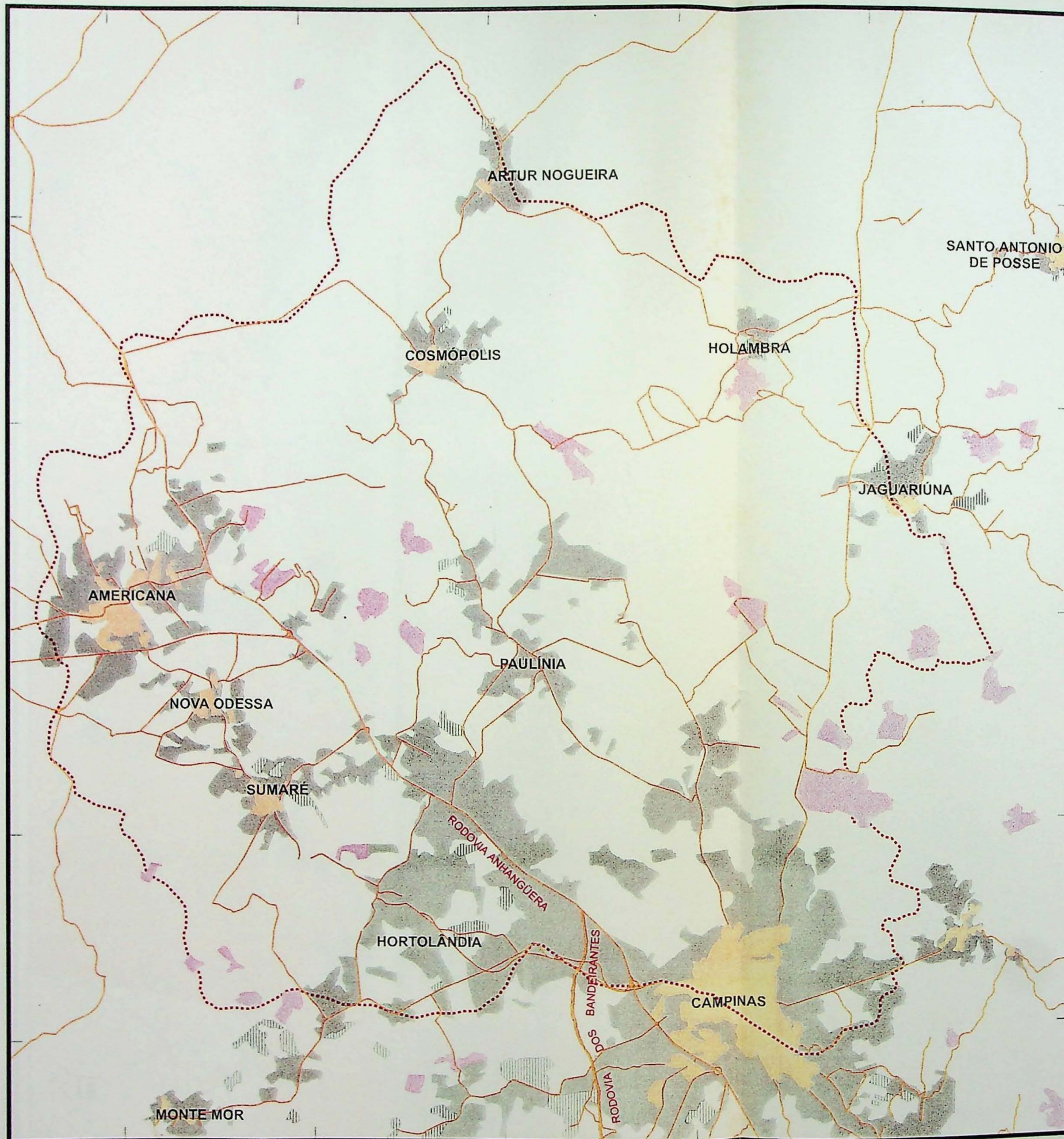
22°35'

22°40'

22°45'

22°50'

22°55'



DIAGNÓSTICO E NOVAS FORMAS
DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL
PARA A REGIÃO DE PAULÍNIA

Evolução das Manchas Urbanas (1978-1999)

LEGENDA

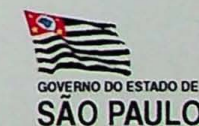
- área urbana 1978
- área urbana 1999
- área de expansão urbana
- condomínios residenciais ou de chácaras
fora de áreas urbanas
- área do projeto
- rodovia



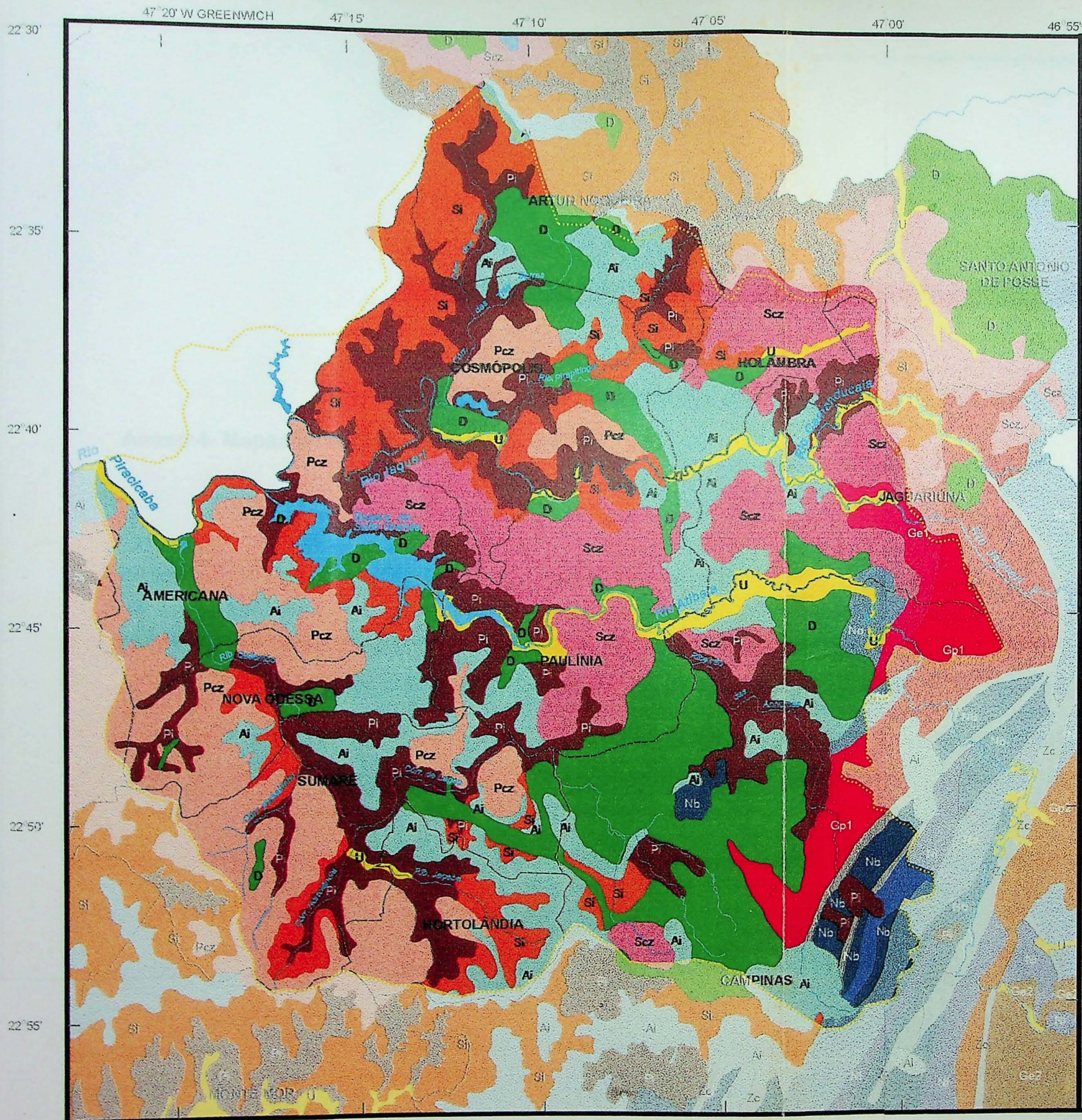
0 2 4 6 8 10 km



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



Anexo 3- Mapa Geológico



DIAGNÓSTICO E NOVAS FORMAS
DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL
PARA A REGIÃO DE PAULÍNIA

Mapa Geológico da Região de Paulínia

UNIDADES LITOLÓGICAS

- QUATERNÁRIO** U Aluvião
- TERCIÁRIO** { Scz Siltos laminados ,
siltos areno- argilosos
Pcz Laminados arenosos,
arenitos finos
- JURO- CRETÁCICO** D Diabásios
- PERMO-
CARBONÍFERO** { Ai Arenitos médios a grossos
Si Arenitos muito finos ,
siltos-argilosos
Pi Ritmitos areno-siltos-argilosos,
lamitos arenosos,
arenitos lamíticos com grânulos
- NEOPROTEROZOÍCO/CAMBRO-ORDOVICIANO** Zc Protomilonitos, milonitos e ultramilonitos
- NEOPROTEROZOÍCO** { Gp1 Homblenda- biotita
granitos porfiríticos
Gp2 Biotita granitose quartzo
monzogranitos porfiríticos
Ge1 Biotita granitos
Ge2 Biotita granitos
- MESOPROTEROZOÍCO
PALEOPROTEROZOÍCO** { Nb Gnaisses bandado
NI Gnaisses xistosos
No Biotita gnaisses equigranulares
Np Gnaisses porfioblásticos e
gnaisses bandados

- área do projeto
- - - - - divisão municipal
— rio, ribeirão, córrego
— reservatório



0 2 4 6 8 10 km



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



Anexo 4- Mapas de Vulnerabilidade Natural

22°30' 47°20' W GREENWICH 47°15' 47°10' 47°05' 47°00' 46°55'

22°35'

22°40'

22°45'

22°50'

22°55'



DIAGNÓSTICO E NOVAS FORMAS
DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL
PARA A REGIÃO DE PAULÍNIA

Figura 4.6

Mapa de Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos

- Alto
- Médio_alto
- Médio_baixo
- Baixo
- Não definido

- área do projeto
- limite municipal
- rio, ribeirão, córrego
- reservatório

Fontes:

INSTITUTO GEOLÓGICO. *Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos Fraturados Pré-Cambrianos da Região Metropolitana de Campinas*. São Paulo: IG-SMA, FEHIDRO, 2001. Mapa, escala 1:100.000 (Relatório interno).

INSTITUTO GEOLÓGICO. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Mapeamento da Vulnerabilidade e Risco de Poluição das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana de Campinas*. São Paulo: SMA, 2001. Mapas, escala 1:100.000 (No prelo).



0 2 4 6 8 10 km



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



MONTE MOR

ARTUR NOGUEIRA

SANTO ANTONIO
DE POSSE

COSMÓPOLIS

HOLAMÉRIA

JAGUARIÚNA

AMERICANA

NOVA ODESSA

SUMARÉ

MORTOLÂNDIA

CAMPINAS

PAULÍNIA

Rio Atibaia

Ribeirão
das
Anhunas

Reserv.
do Tatu

Reserv. do
Sítio Grande

Piracicaba

Córrego
Pimentão

Córrego da
Lapa

Anexo 5- Mapa Pedológico



Figura 4.2

Mapa Pedológico

- Latossolos (L)
- Argissolos (P)
- Gleissolos (G)

- área urbanizada
- área de expansão urbana
- área do projeto
- rio, ribeirão, córrego
- reservatório

Fonte:

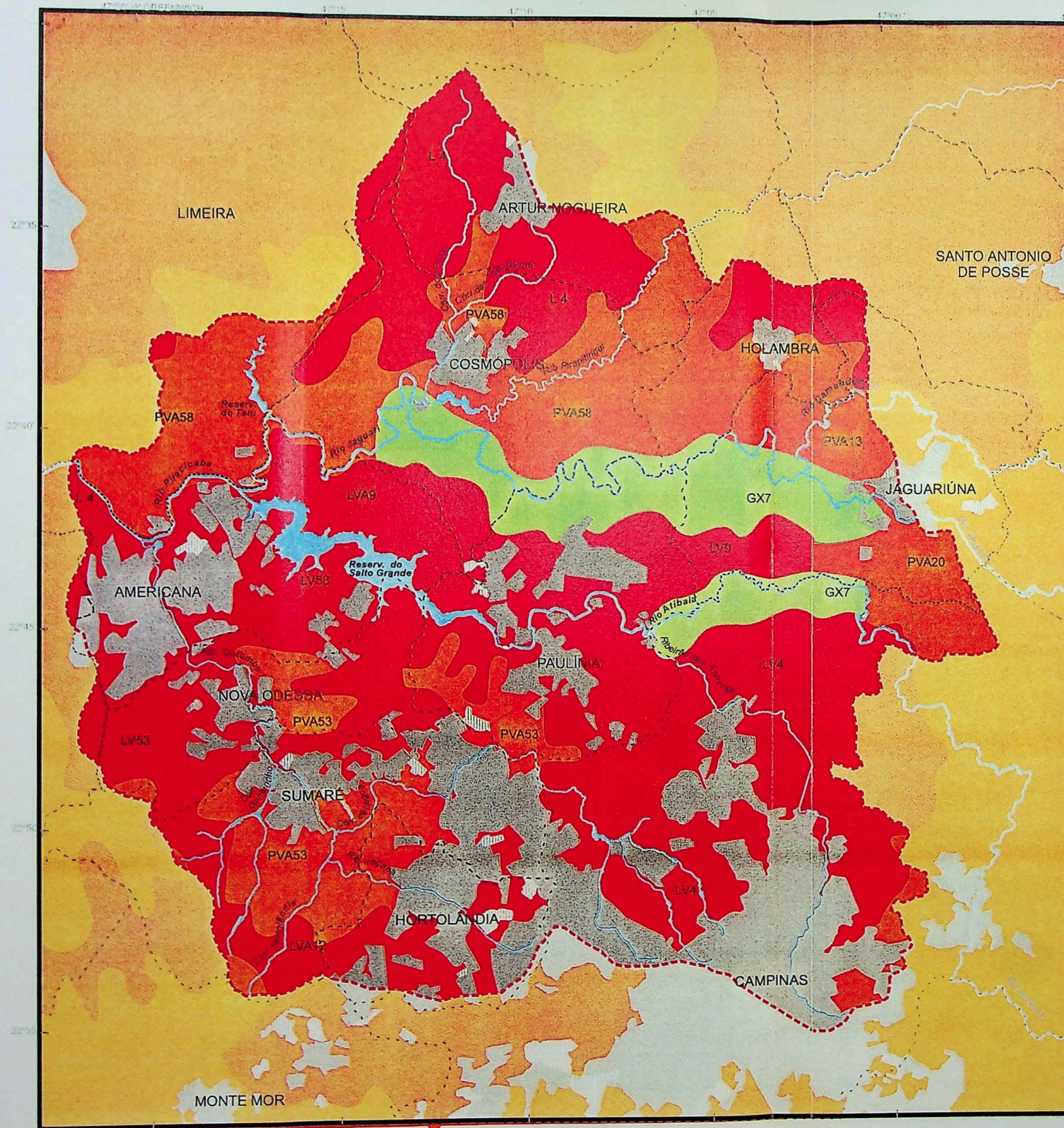
OLIVEIRA, J.B. et al. *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida*. Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1999.



0 2 4 6 8 10 km



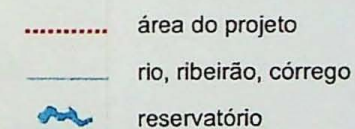
SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



Anexo 6- Mapas de Recarga

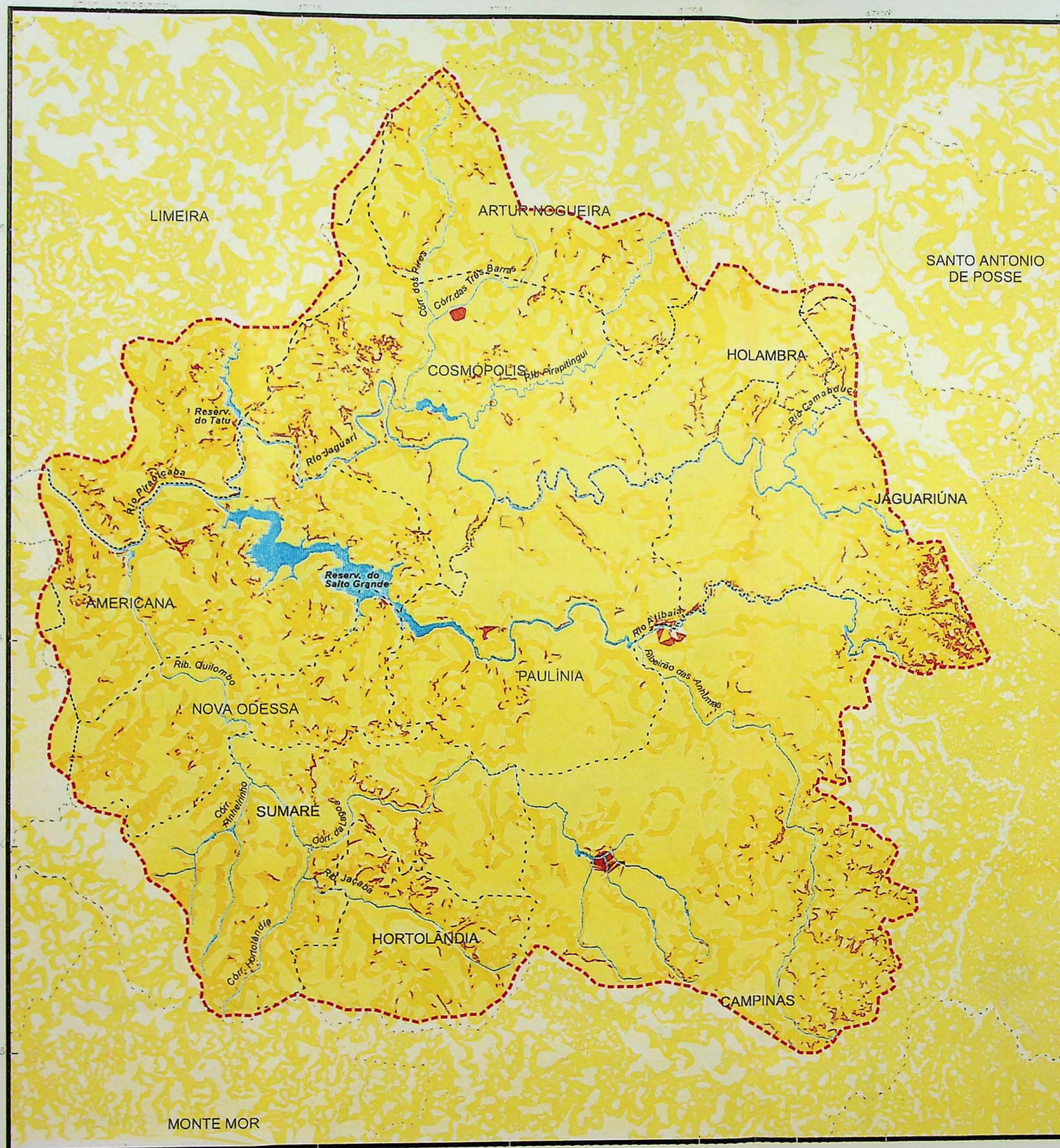
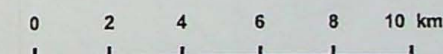


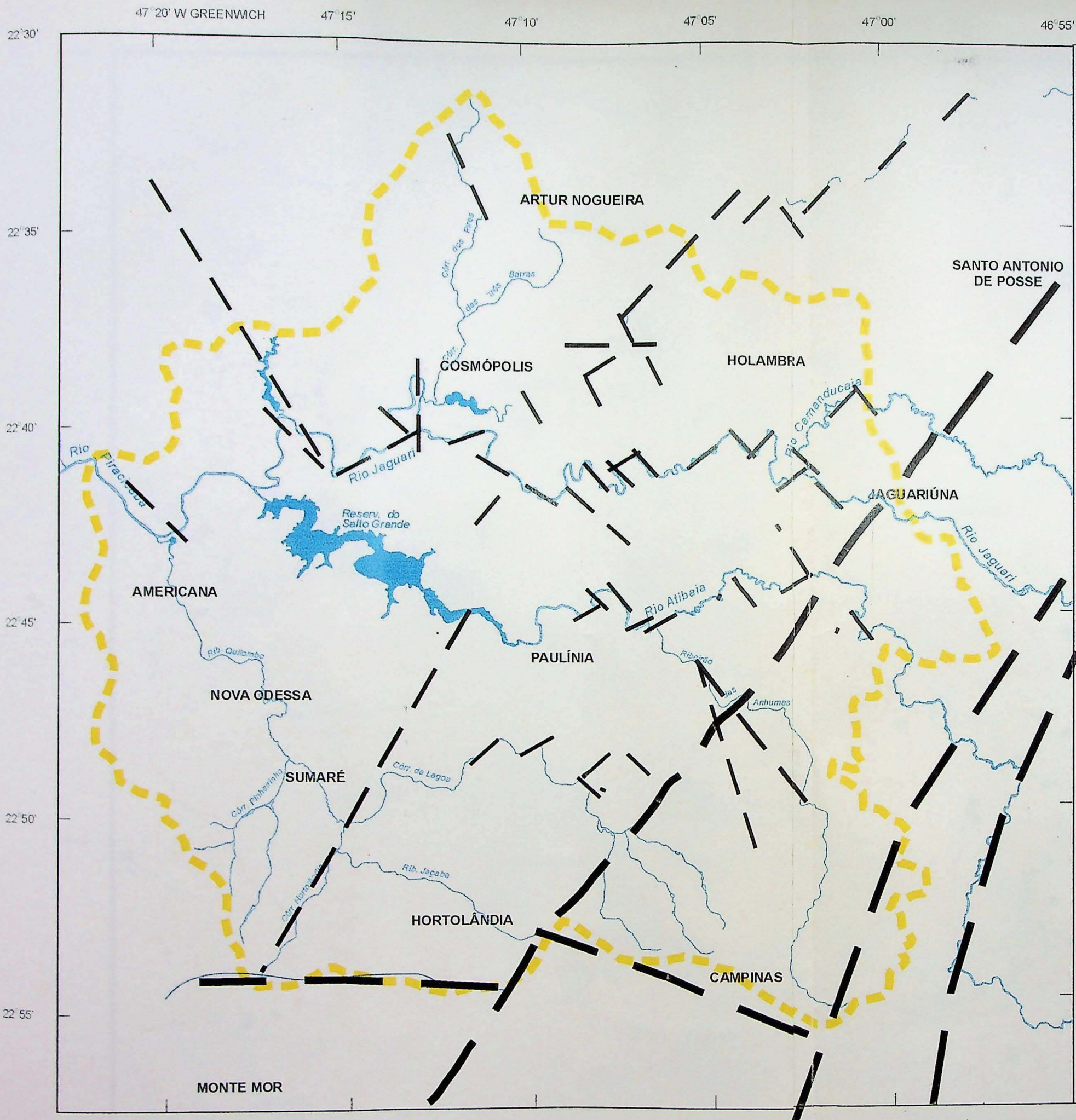
Declividade



Fonte:

OLIVEIRA, J.B. et al. *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida*. Campinas: Instituto Agrônômico; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1999.



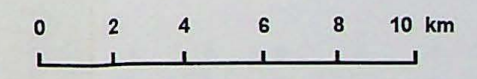


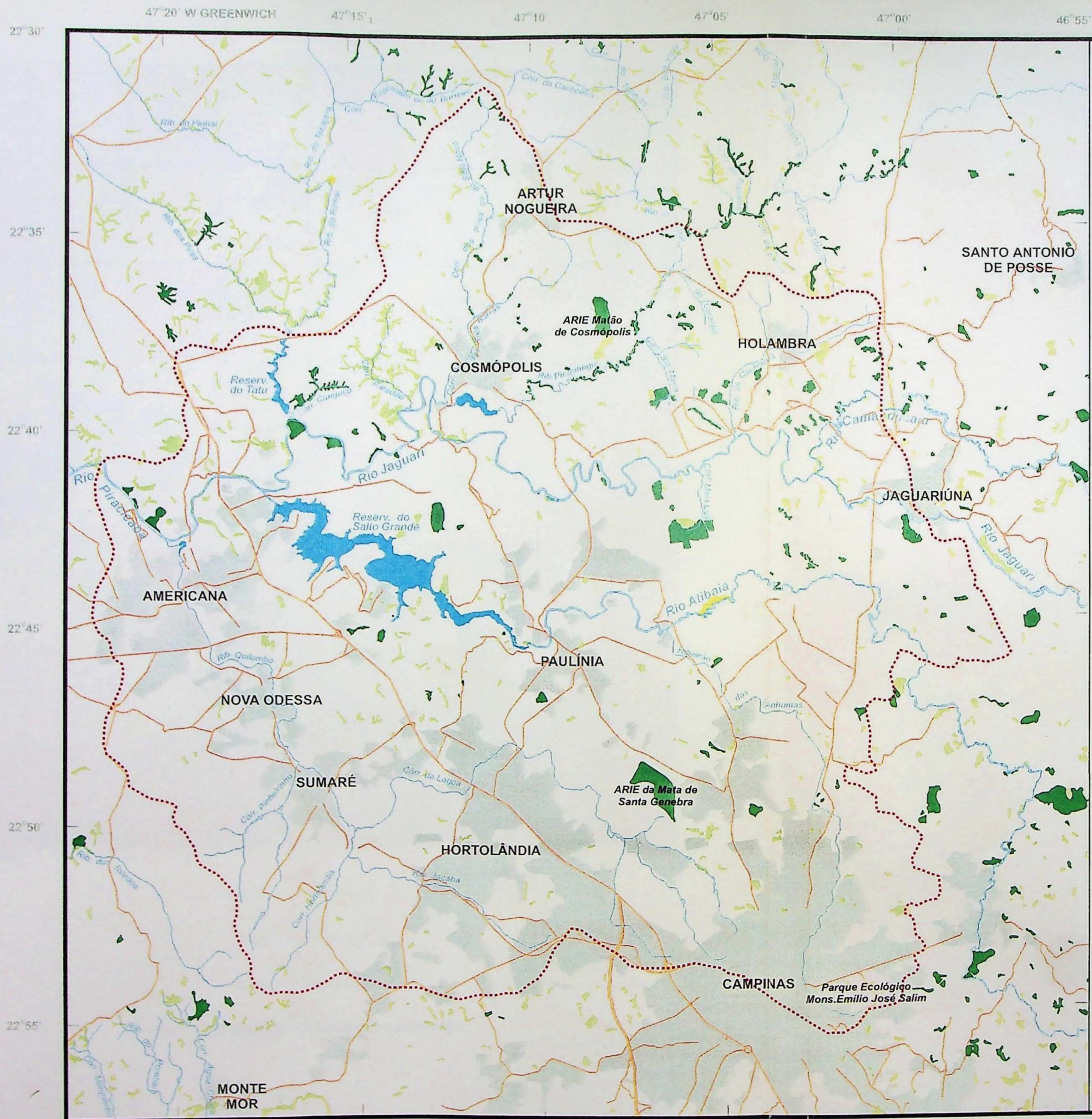
Descontinuidades Estruturais

— lineamentos

LEGENDA

- área do projeto
- divisão municipal
- rio, ribeirão, córrego
- reservatório





DIAGNÓSTICO E NOVAS FORMAS
DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL
PARA A REGIÃO DE PAULÍNIA

Remanescentes de Vegetação Nativa

LEGENDA

- mata
- capoeira
- várzeas e banhados
- área urbana
- área do projeto
- rodovia
- rio, ribeirão, córrego
- reservatório



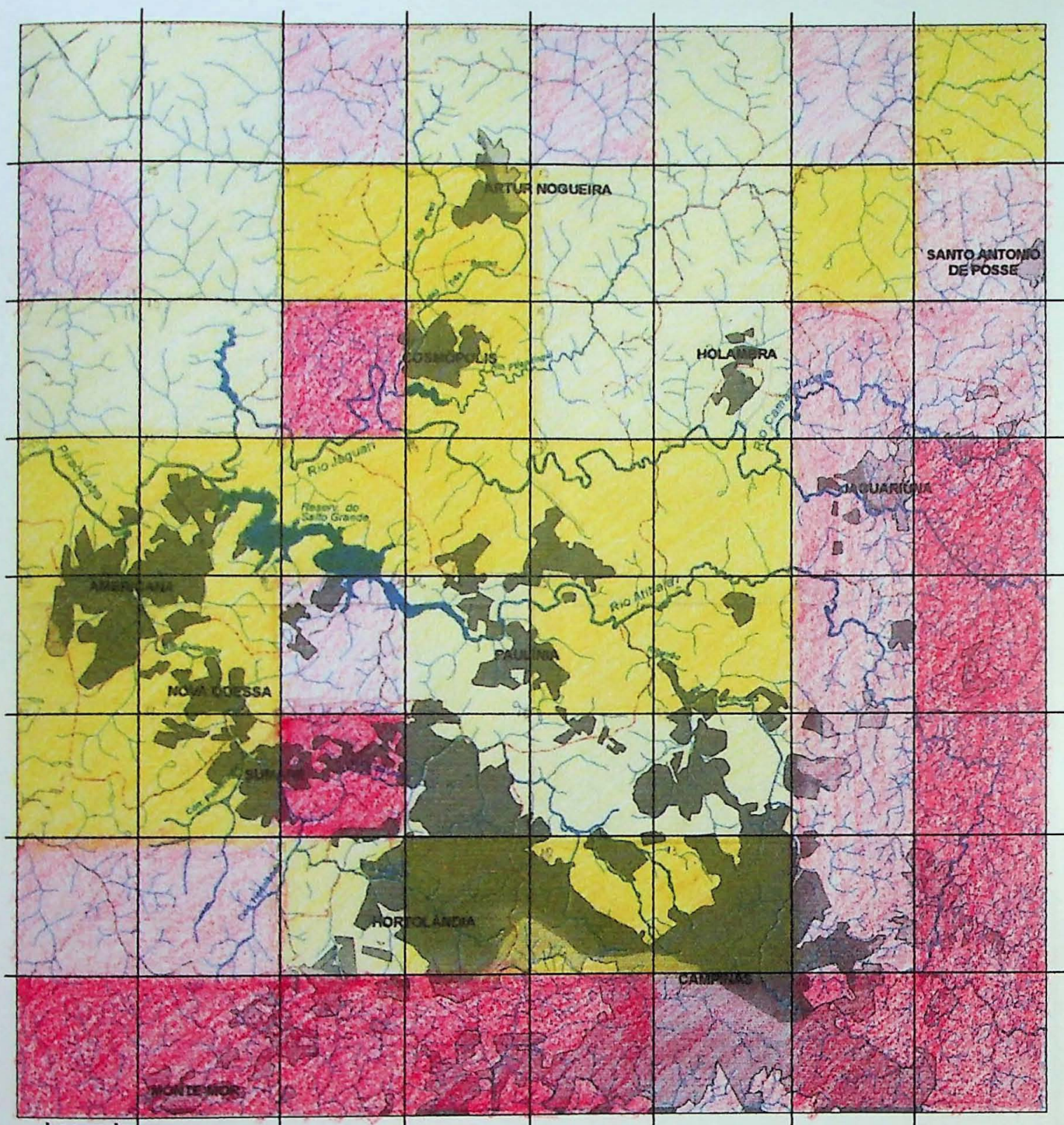
0 2 4 6 8 10 km



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO



Legenda:

Áreas -- Permeáveis

Áreas - Permeáveis

Áreas + Permeáveis

Áreas ++ Permeáveis : Prioritárias p/ Recarga

Anexo 7- Mapa do Potencial de Recarga

47°20' W GREENWICH

47°15'

47°10'

47°05'

47°00'

46°55'

22°30'

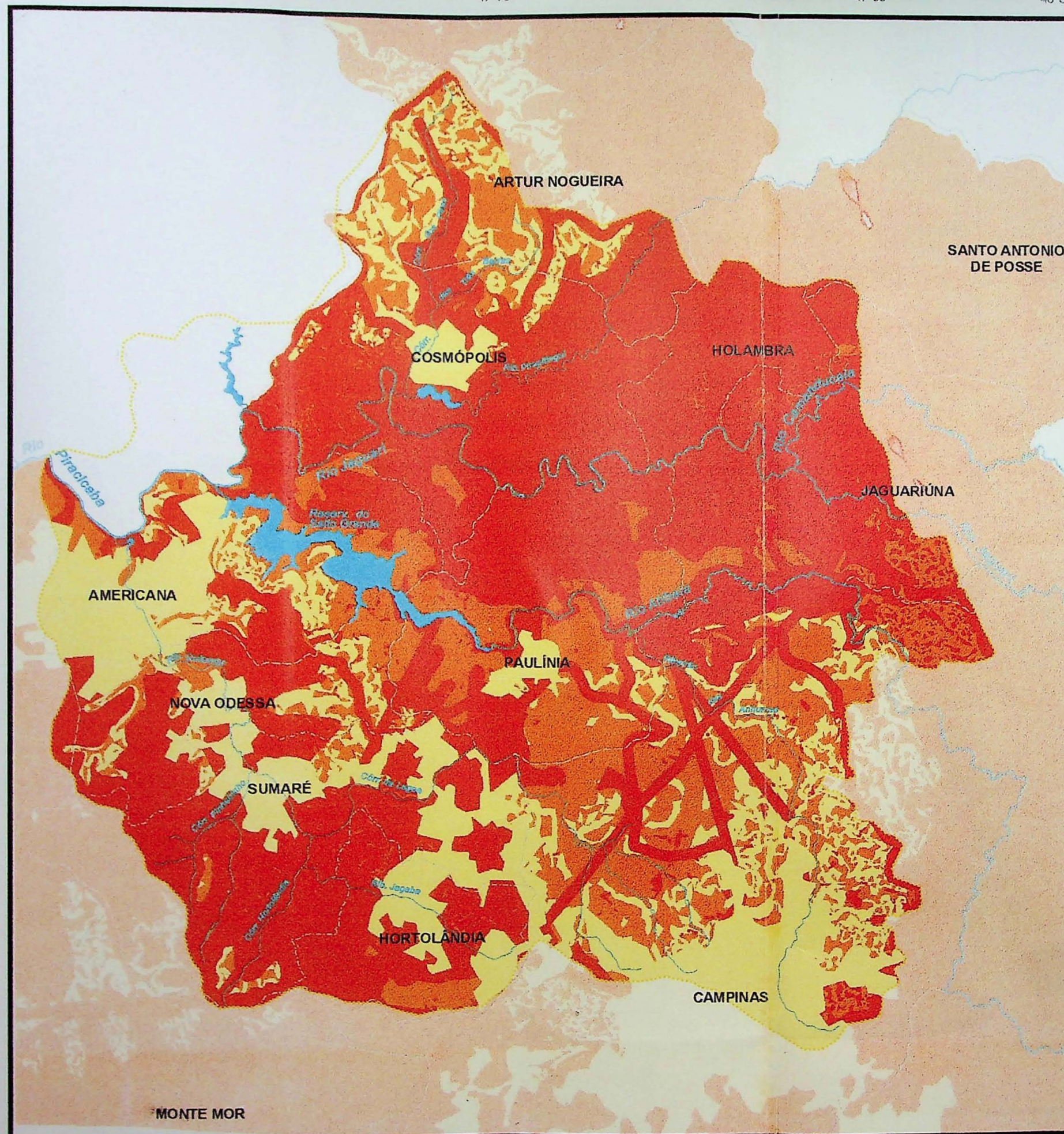
22°35'

22°40'

22°45'

22°50'

22°55'



Potencial de Recarga dos Aquíferos

- Alto
- Médio
- Baixo

- área do projeto
- divisa municipal
- rio, ribeirão, córrego
- reservatório



0 2 4 6 8 10 km

Anexo 8- Mapa de Implantação Industrial

46°55'

