

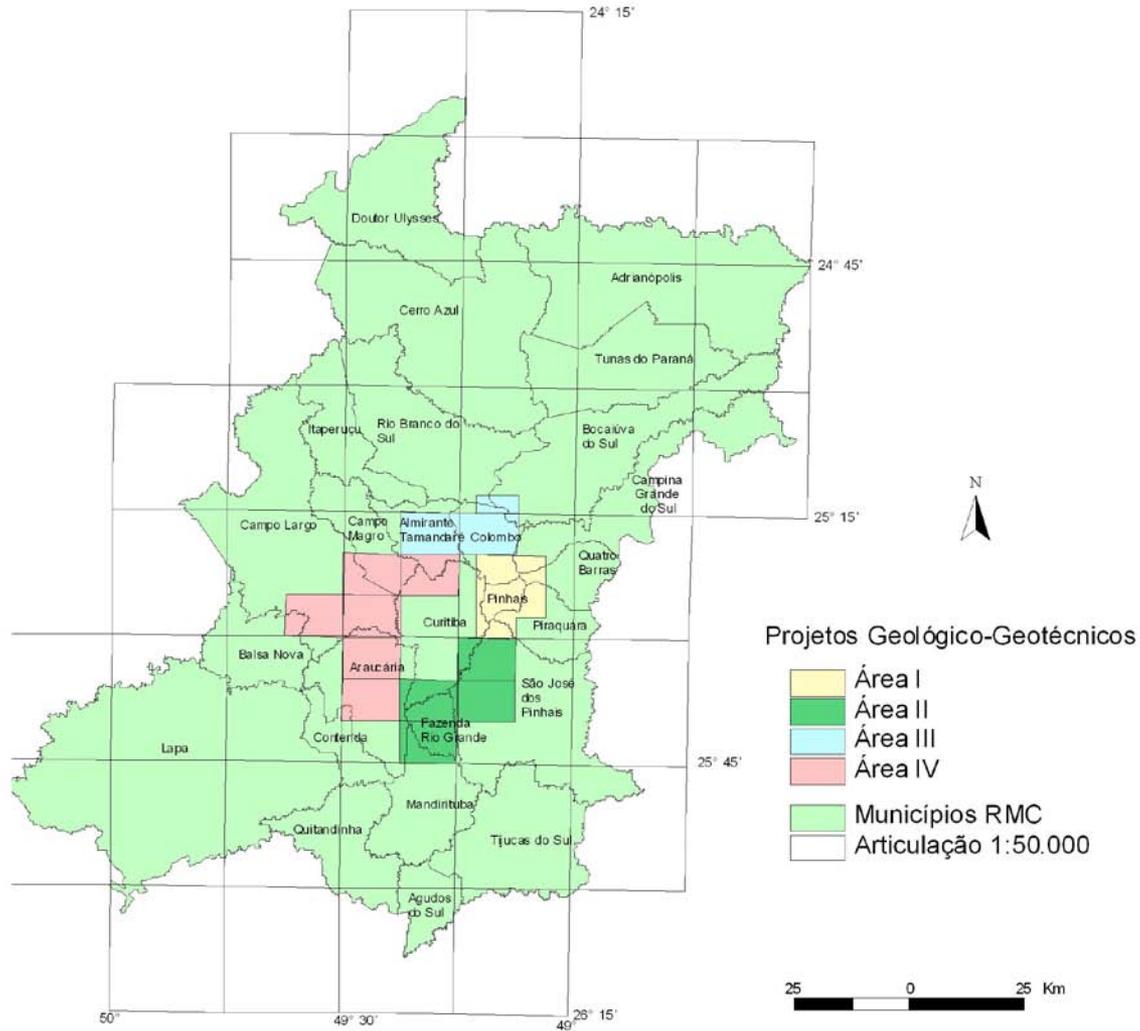


MINEROPAR

MINERAIS DO PARANÁ SA
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria da Indústria, do Comércio e Assuntos do Mercosul

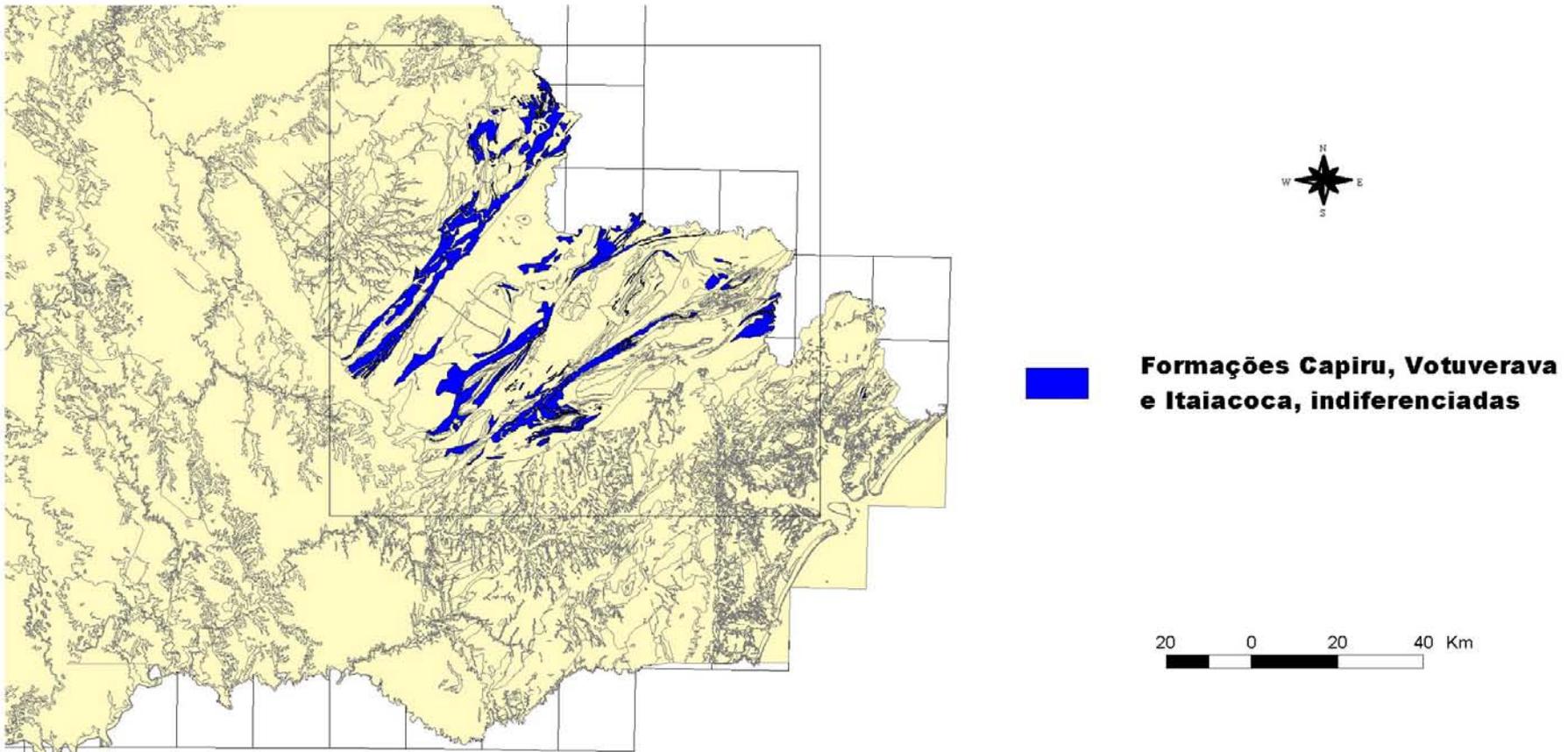
COMPARTIMENTAÇÃO DO KARST COMO SUPORTE PARA O PLANEJAMENTO URBANO NA RMC



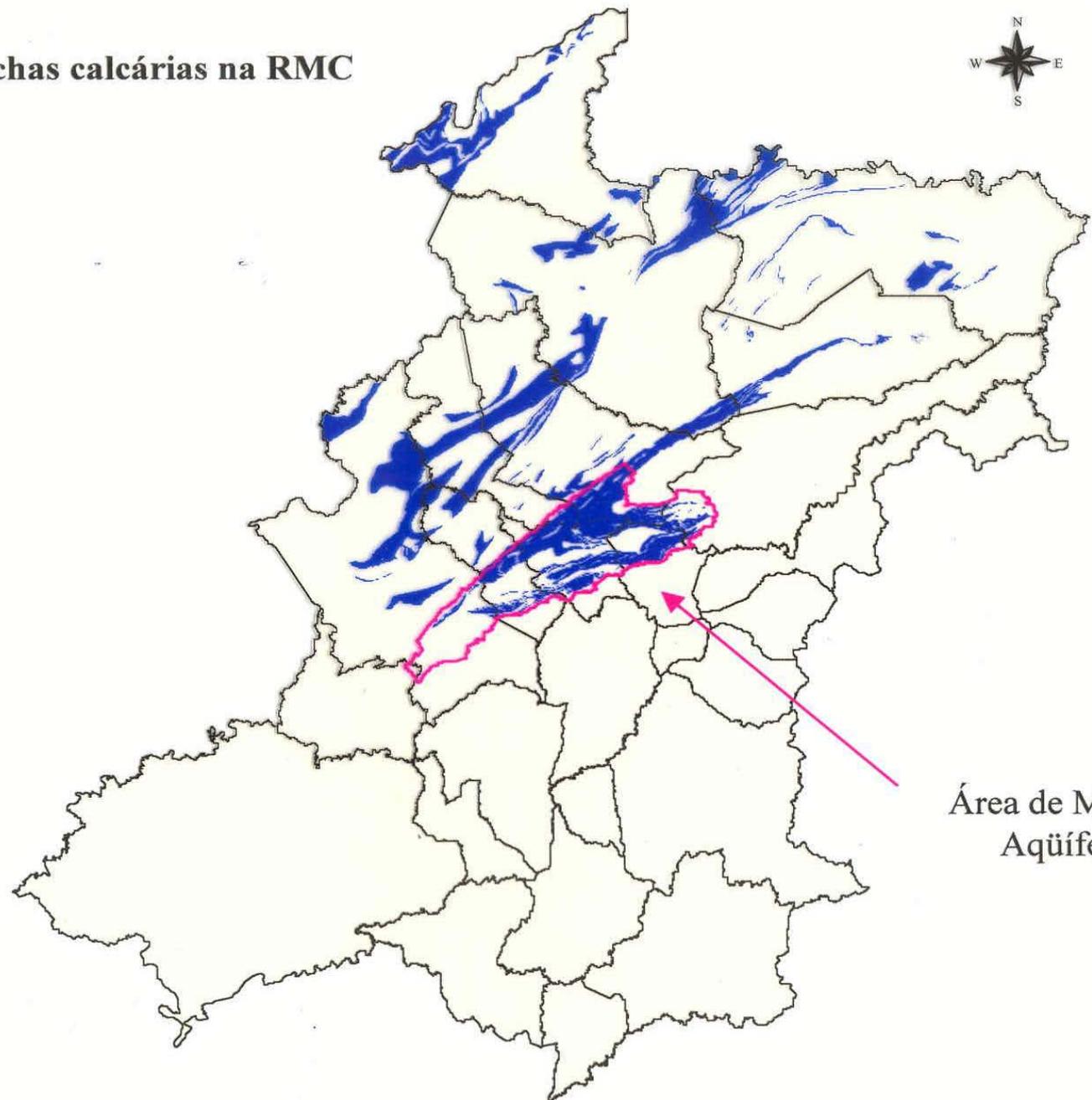
Projetos do Convênio COMEC - MINEROPAR - 1993 - 1999

LOCALIZAÇÃO

Formações Geológicas do Embasamento com ocorrências de rochas calcárias



Ocorrência de rochas calcárias na RMC



Área de Manancial do
Aquífero Karst

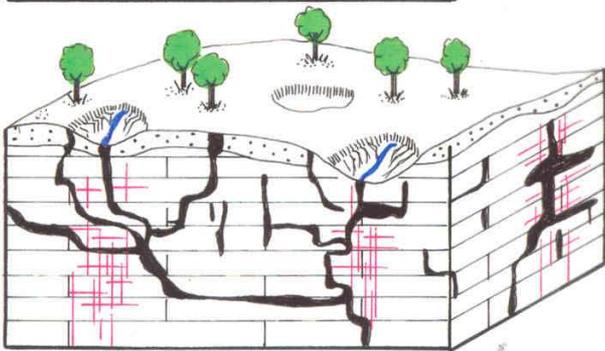
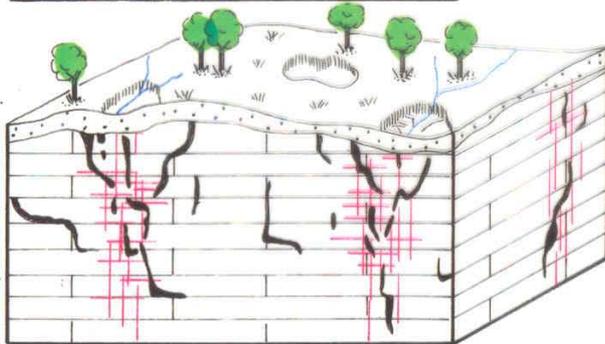
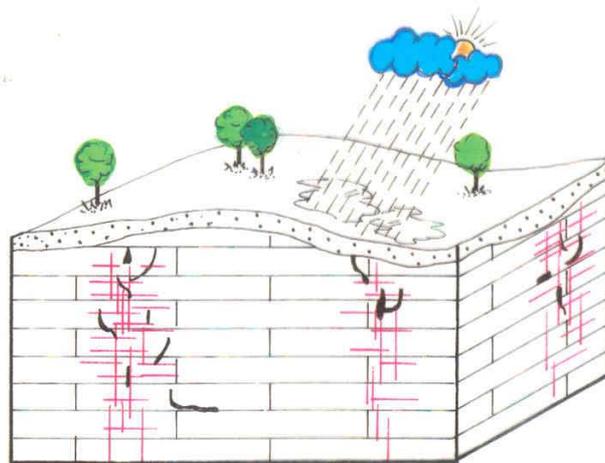


A morfologia do karst se fez ao longo de sua trajetória geológica, ao intemperismo químico que causa dissolução dos carbonatos, com criação de cavidades em seu interior.

Suscetível ao ataque do ácido carbônico, este formado a partir da combinação da água com CO₂ dissolvido na atmosfera pelas águas da chuva, segundo a reação:



A circulação de água subterrânea, a dissolução se processará nas fendas, fissuras, fraturas e planos de acamamento, que vão se alargando lentamente e formando assim as aberturas de formas variadas como chaminés, grutas e cavernas.



DISSOLUÇÃO:

- Ácido Carbônico
(Água da chuva + CO₂ atmosfera)

- Ácidos da Decomposição da Matéria Orgânica.
(Húmico - Fúlvico - Tânico)



Ca CO₃



CARSTIFICAÇÃO

(Cavidades de Dissolução)
Cavernas e Dolinas

ORIGEM E EVOLUÇÃO DOS TERRENOS CÁRSTICOS
(Rochas Calcáreas em dissolução no subsolo)

AS FORMAS DO KARST

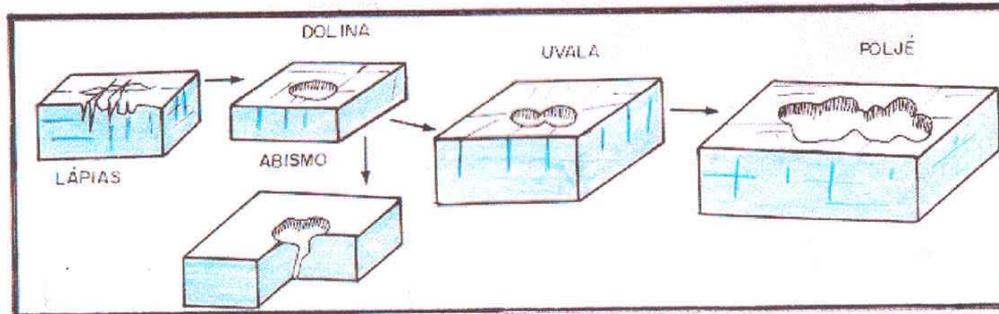
Dolinas: depressões de forma circular ou oval, com contornos sinuosos. Variam de um a mais de 1000 metros de largura, e de poucos centímetros a mais de 300 metros de profundidade (CRISTOFOLETTI, 1974). Dolinas de colapso têm origem quando as cavernas localizadas próximo à superfície se alargam demasiadamente e o teto tende a desabar.

Cavernas: constituem uma feição comum a todas as áreas cársticas. Pode ser definida como um leito natural subterrâneo com água ou seco, ocupando um espaço vazio. Os compartimentos internos de caverna são formados por corredores, galerias, salas, e acidentes verticais (fendas e chaminés). As entradas secas correspondem ao abismo, dolinas, clarabóias, janelas e bocas horizontais.

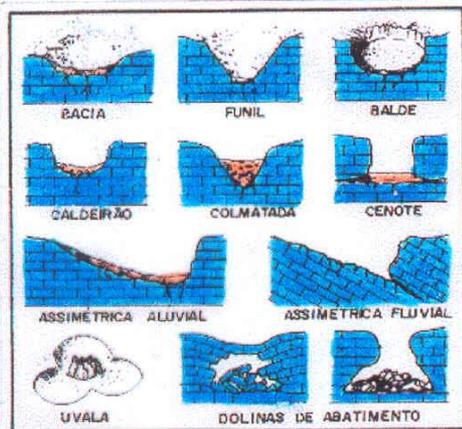
GESTÃO DE RISCOS NATURAIS

Afundamentos cársticos

Dolinas



Linhas de evolução das dolinas



Dolinas de dissolução e abatimento



Morfologia do Abismo do Fossil
(Iporanga - SP)

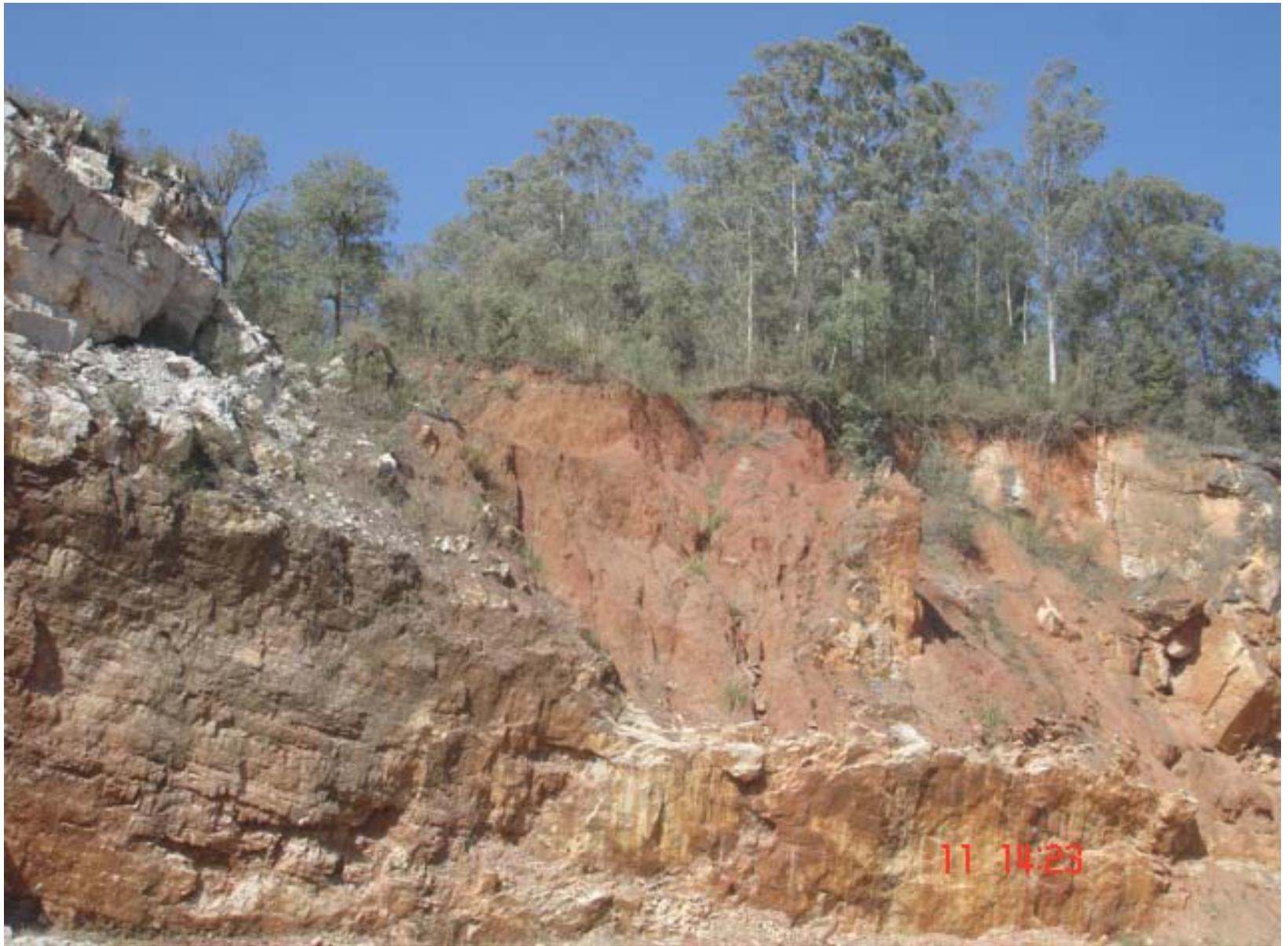
Fonte: Trajano apud Bigarella.



Contato solo/rocha plano



Contato solo/rocha irregular em forma de “V”



Contato solo/rocha irregular



Irregularidade do substrato rochoso em função da dissolução da rocha calcária

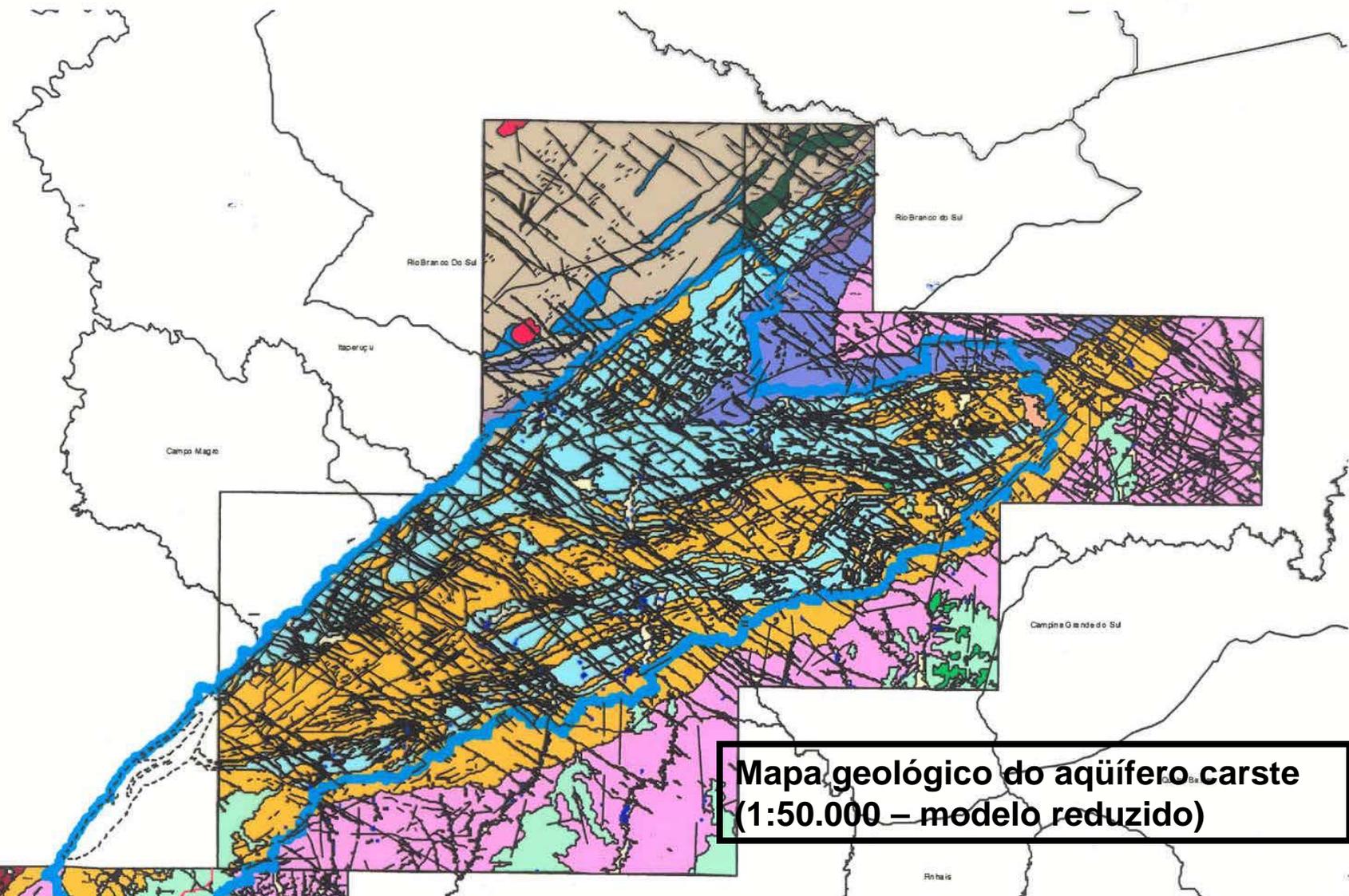


CHAMINÉ - POÇO MUNICÍPIO ITAPERUÇU

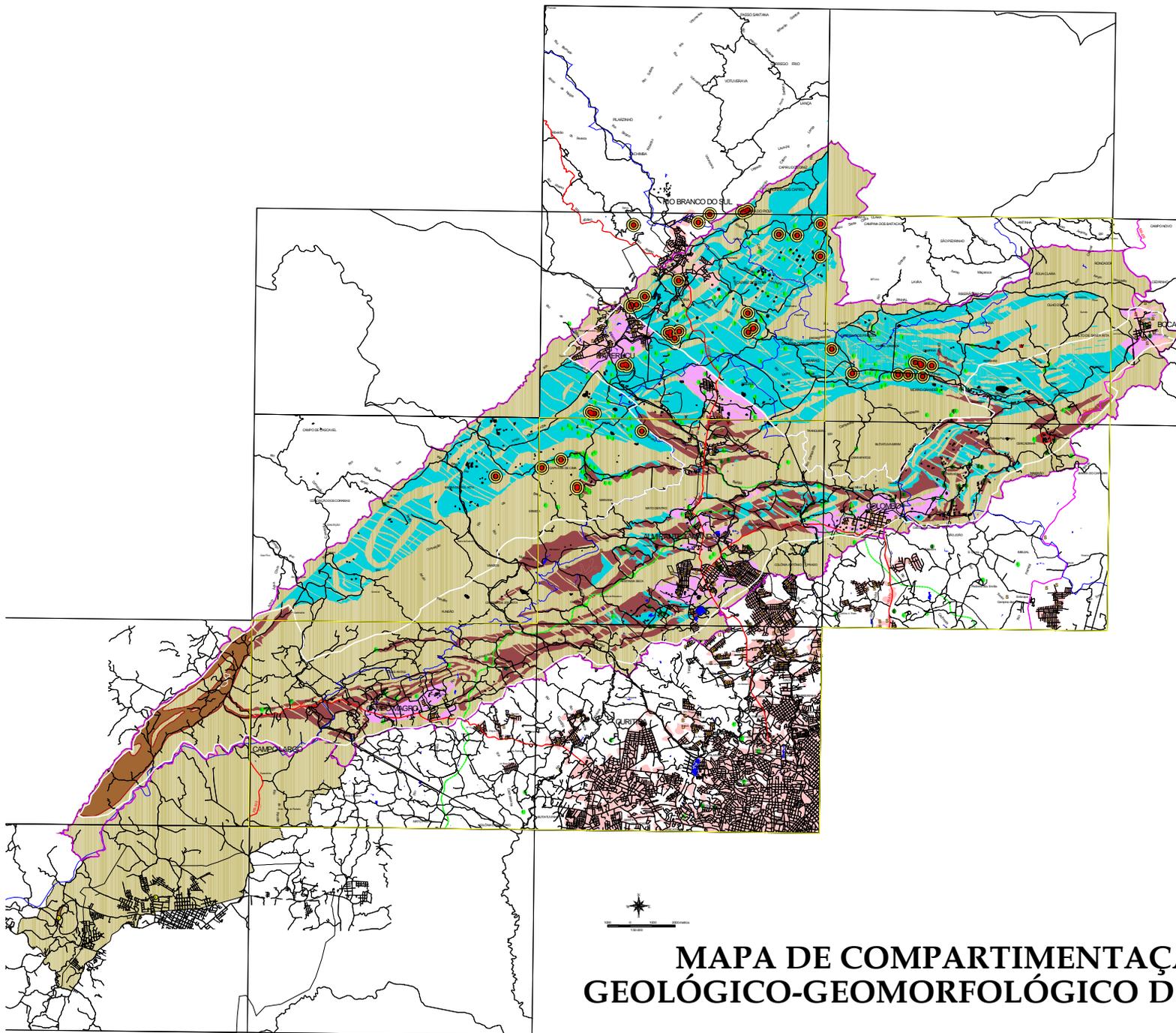




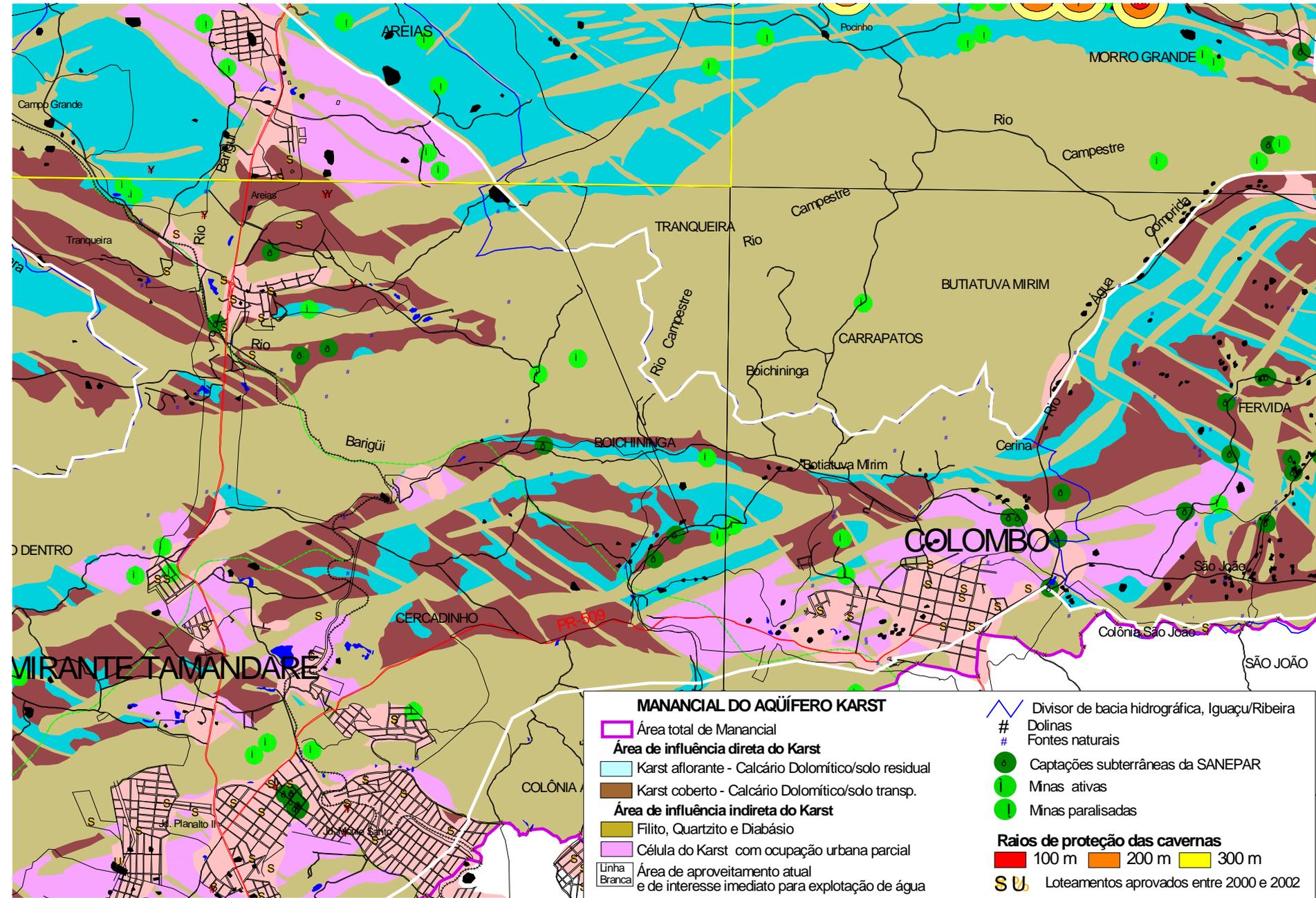
Dissolução ao longo de fraturas, dando origem a condutos cársticos.



**Mapa geológico do aquífero carste
(1:50.000 – modelo reduzido)**



**MAPA DE COMPARTIMENTAÇÃO
GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO DO KARST**

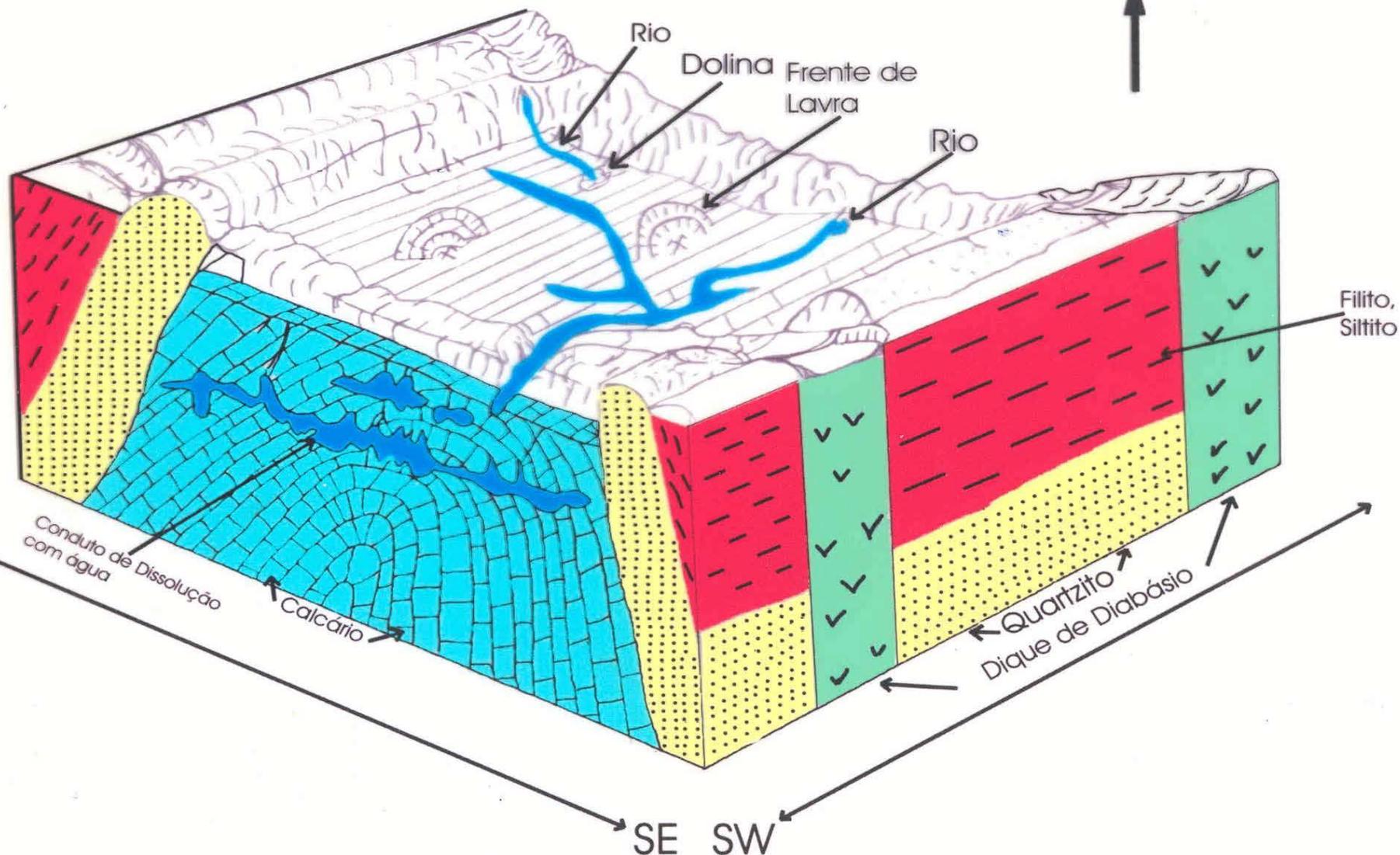


MANANCIAL DO AQUIFERO KARST

- Área total de Manancial
- Área de influência direta do Karst**
- Karst aflorante - Calcário Dolomítico/solo residual
- Karst coberto - Calcário Dolomítico/solo transp.
- Área de influência indireta do Karst**
- Filito, Quartzito e Diabásio
- Célula do Karst com ocupação urbana parcial
- Área de aproveitamento atual e de interesse imediato para exploração de água

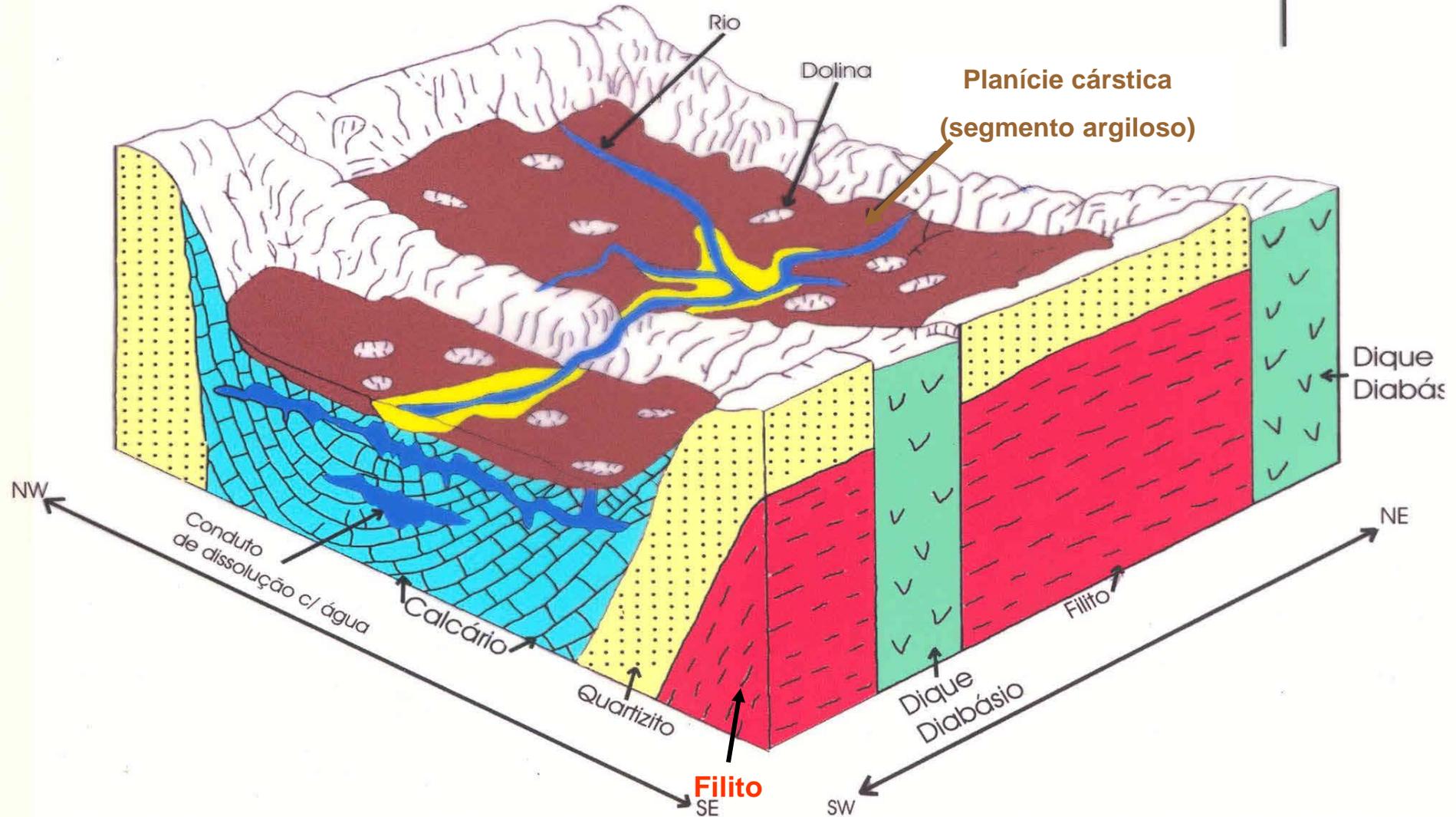
- / Divisor de bacia hidrográfica, Iguaçu/Ribeira
- # Dolinas
- # Fontes naturais
- Captações subterrâneas da SANEPAR
- Minas ativas
- Minas paralisadas
- Raios de proteção das cavernas**
- 100 m
- 200 m
- 300 m
- S U Loteamentos aprovados entre 2000 e 2002

Karst Não Coberto



Modelo esquemático de uma unidade morfoestrutural(célula) modificado de Lisboa & Bonacim, 1995

Karst Coberto



Modelo esquemático de uma unidade morfoestrutural (célula) modificado de Lisboa & Bonacim, 1995



Área rebaixada, preenchida por espesso pacote de sedimentos e solos transportados.



Dique de Diabásio

Campo Magro



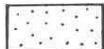
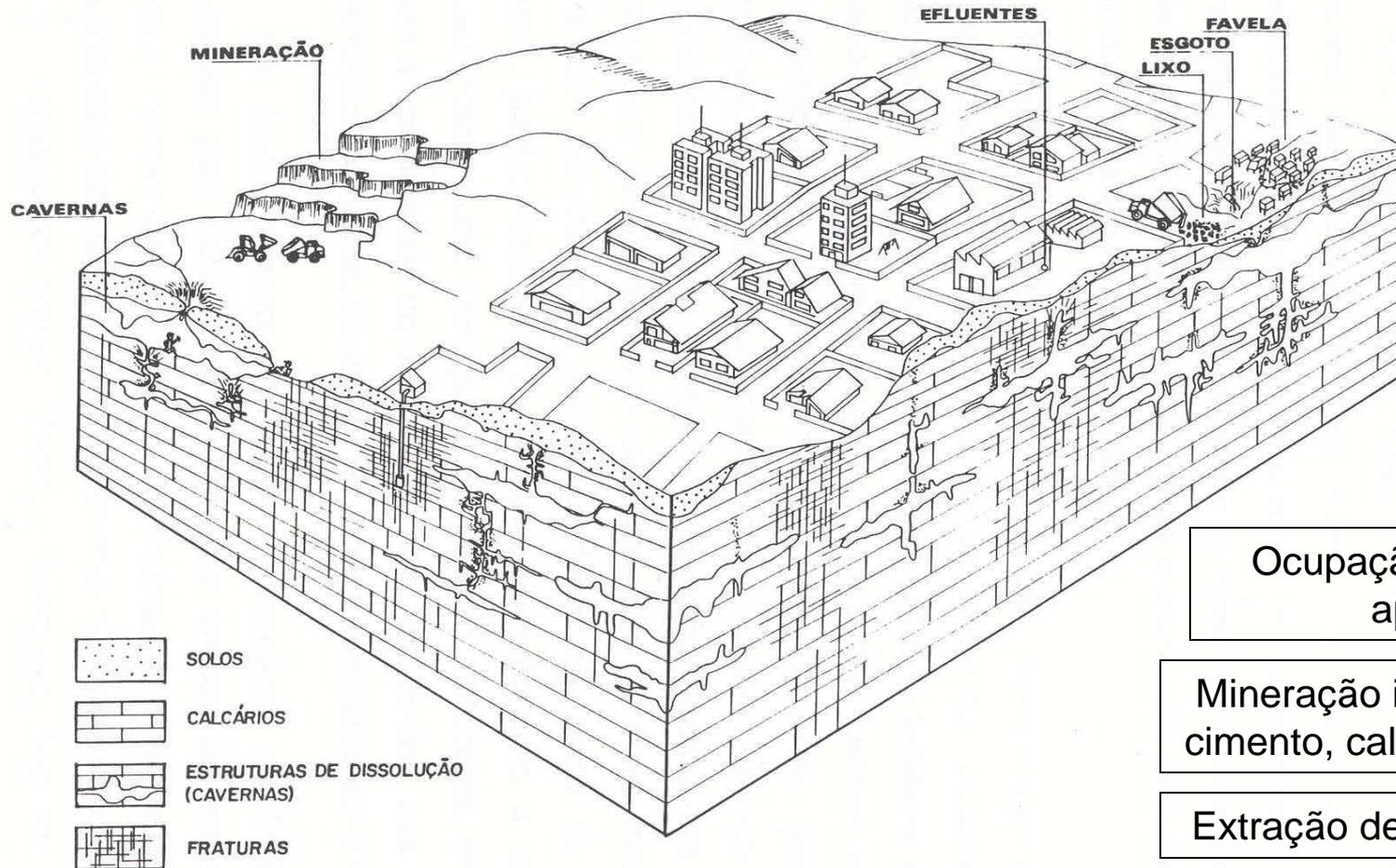


Filito

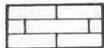
Quartzito



USOS POTENCIAIS DOS TERRENOS CÁRSTICOS



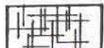
SOLOS



CALCÁRIOS



ESTRUTURAS DE DISSOLUÇÃO
(CAVERNAS)



FRATURAS

Ocupação urbana (Áreas aplainadas)

Mineração intensiva (calcário: cimento, cal e corretivo de solo)

Extração de água subterrânea

Agricultura intensiva (solos férteis)

Exploração turística (grutas e cavernas)

PRINCIPAIS AGENTES INDUTORES DE AFUNDAMENTOS CÁRSTICOS

- Ocupação urbana desordenada
- Extração mineral
- Oscilação bruscas do nível freático
- Riscos geológicos

Ocupação urbana desordenada

- *Carga urbana (edificações)
- *Tráfego pesado (vibrações)



*Tráfego pesado (vibrações)
Rod de ligação entre Alm Tam - Colombo



*Tráfego pesado (vibrações)

Prol. Anita Garibaldi em frente ao
colégio (Almirante Tamandaré)



No
1948

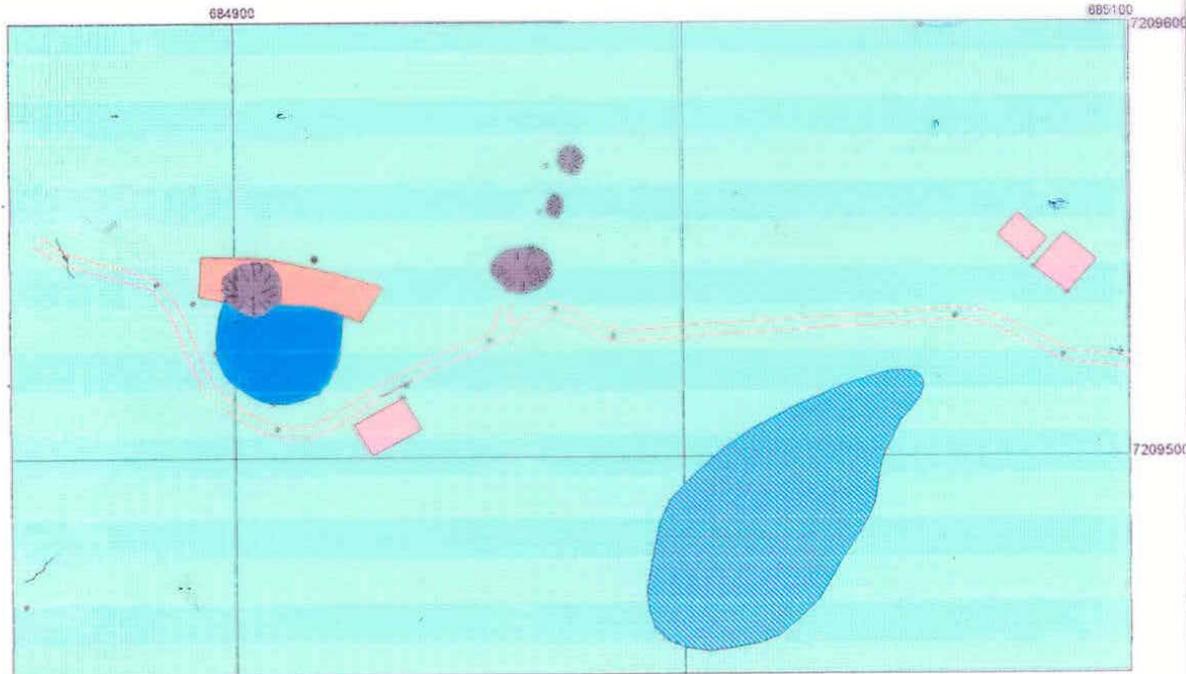
PERIGO
AVISO DE RISCO
PROIBIDA A
ENTRADA DE
VEICULOS E PESSOAS
SEM ACOMPANHAMENTO
DE SEGURANCA

UMA CASA
É UM SONHO

18 15:04

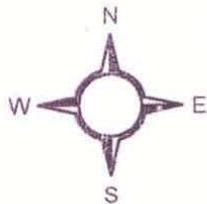


Localização dos Colapsos de Solo
Região do Salto Santa Rita
Bocaiúva do Sul - PR



- Colapsos de solo
- Dolina
- Represa
- Edificações
- Lago esvaziado pelo colapso de solo
- Pontos de topografia
- Principais trincas no terreno
- Vias
- Hidrografia

50 0 50 m



Avaliação de acidente geológico - Projeto Geotecnia - RMC/ Junho de 1999
Colapsos de solo em área de Karst - Formação Capiru
Coordenadas obtidas por GPS diferencial - Survey II- Folha Comec A093
Levantamento planimétrico escala 1:1000



*Tráfego pesado
(vibrações)

Extração mineral

*Geralmente intensiva (Rochas calcárias)

*Uso de explosivos --> Vibrações que provocam abatimento do teto de cavernas

*Uso de explosivos --> Vibrações que provocam abatimento do teto de cavernas

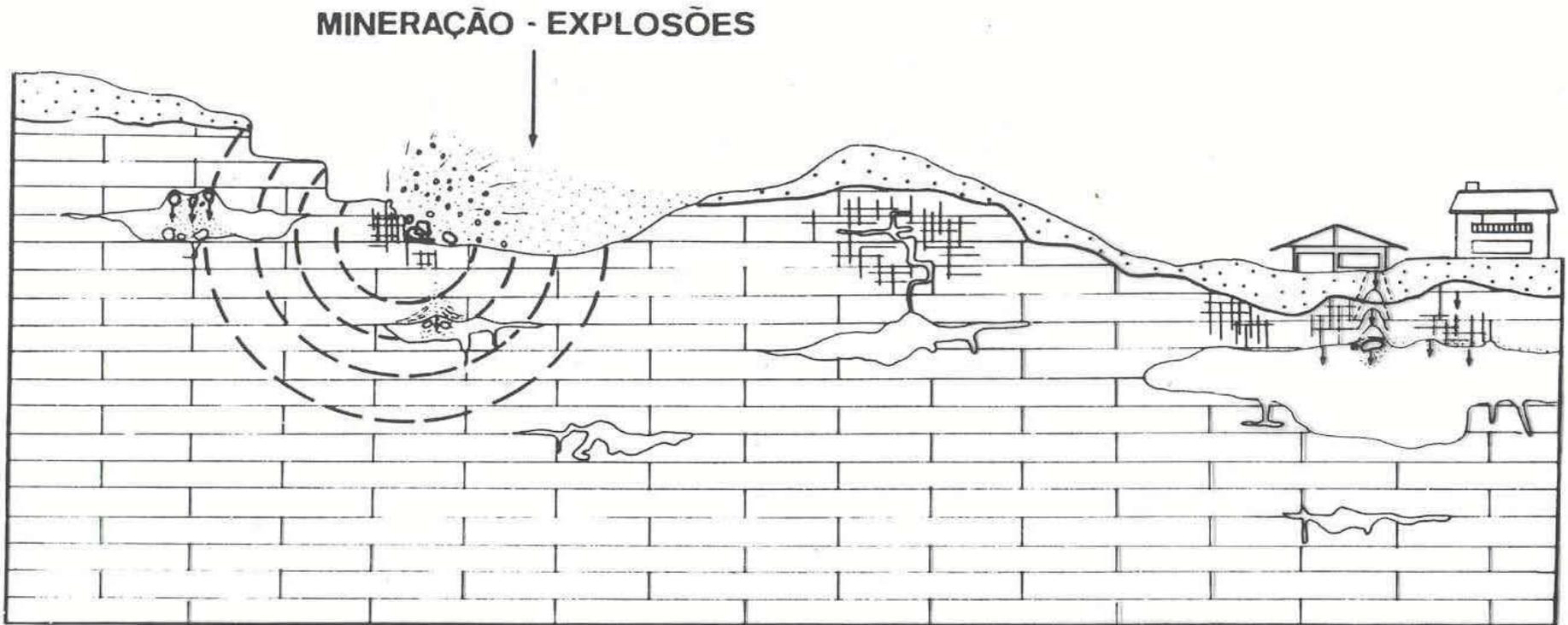


Fig. 11 - Afundamentos associados a vibrações causadas pelo uso de explosivos em pedreiras.

Mineradora
(explosões)

Localidade de Colombo-Pr





Localidade de Itaperuçu-Pr

Oscilações bruscas do nível freático

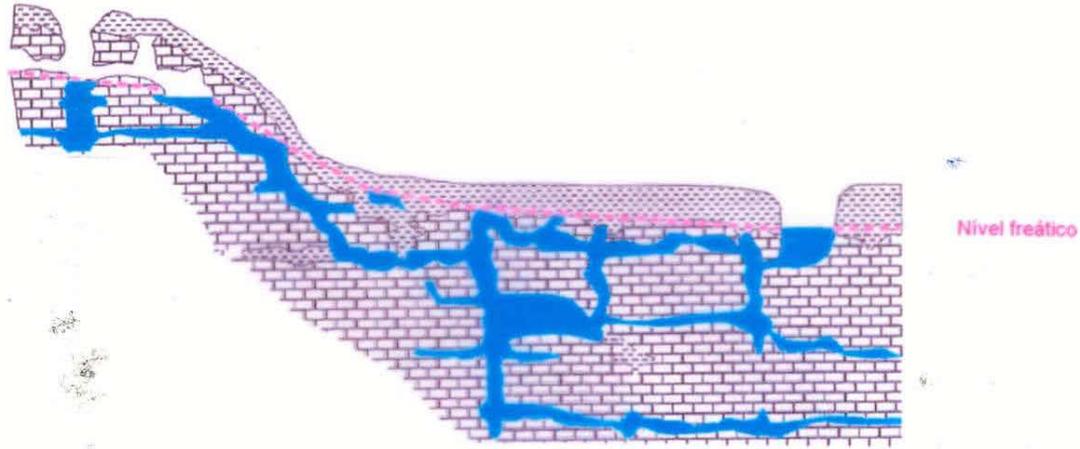
Variações sazonais

Operações de bombeamento em poços tubulares --> o carst se constitui em privilegiada estrutura armazenadora de água subterrânea, assimilando enormes reservas.

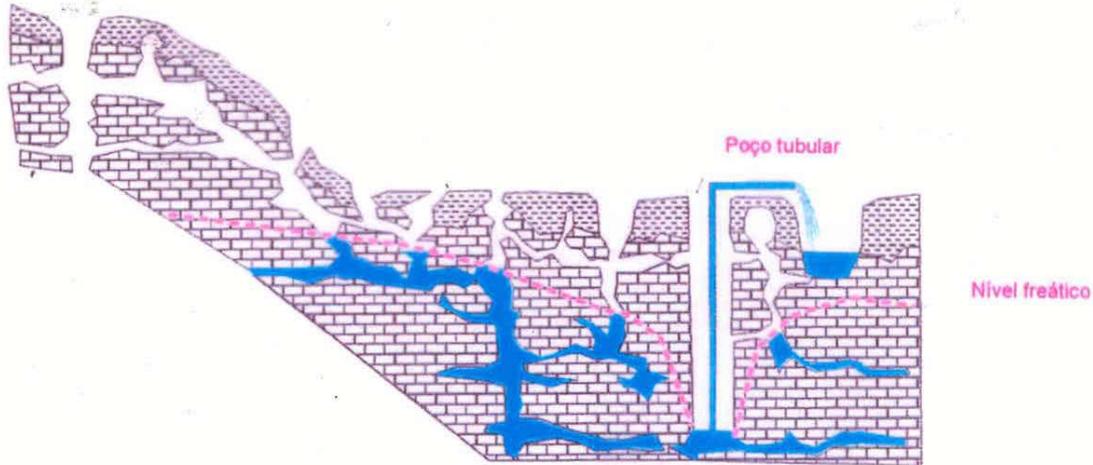
GESTÃO DE RISCOS NATURAIS

Afundamentos cársticos

Formação de dolinas a partir do rebaixamento do nível freático por operações de bombeamento em poços tubulares.



Situação anterior ao rebaixamento do nível freático.



Formação de dolinas e colapsos de solo em superfície após rebaixamento do nível freático

MATO DENTRO

CERCADINHO

PR-509

ALMIRANTE TAMANDARÉ

COLÔNIA ANTÔNIO PRADO

IGA SECA

Jd. Planalto II

1

2

BelaTuba

Colônia A

Santa Maria

Colônia Vinício

Id. Malucos

Cachoera

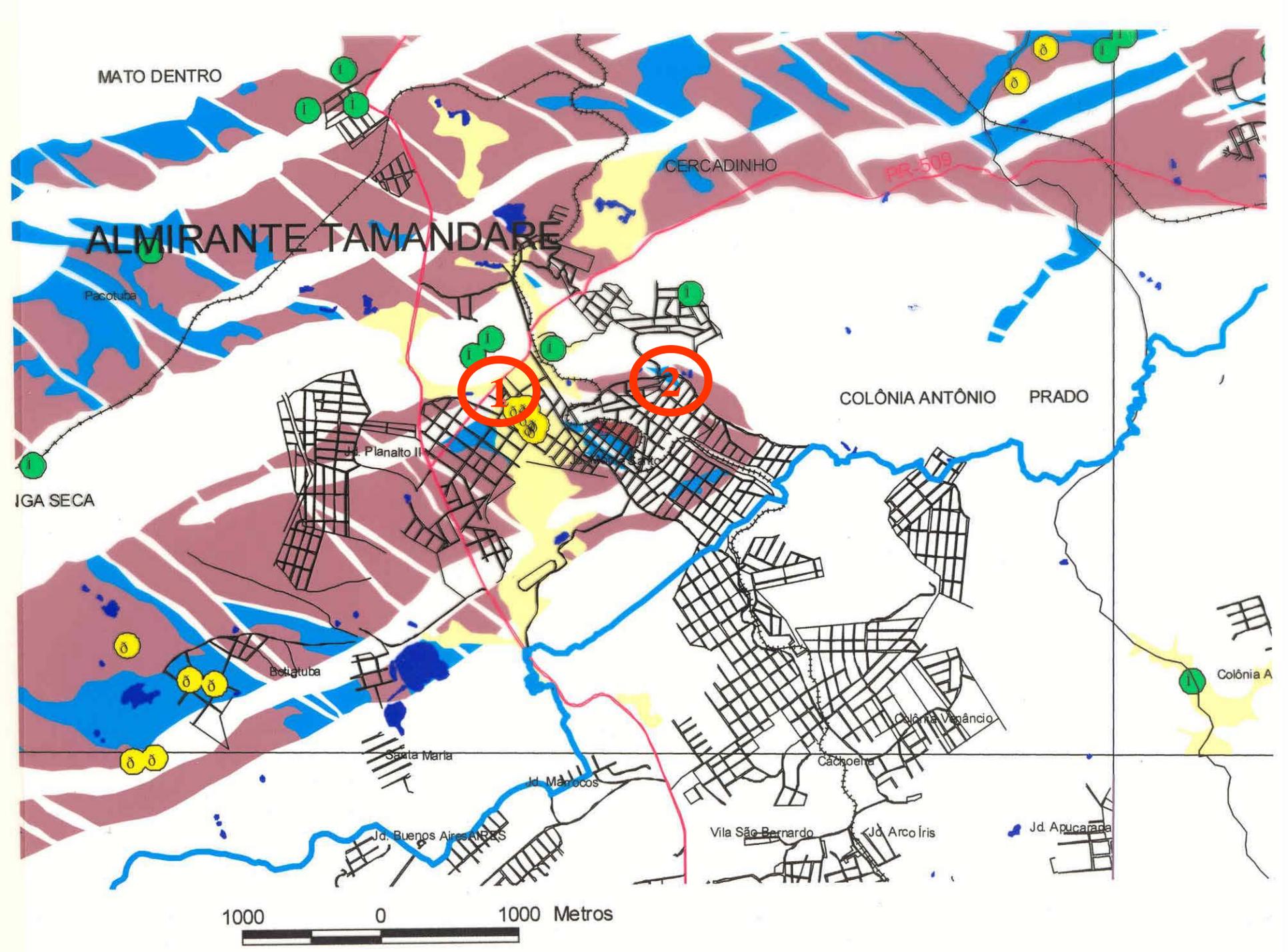
Jd. Buenos Aires

Vila São Bernardo

Jd. Arco Íris

Jd. Apucarana

1000 0 1000 Metros



Colapso induzido
pela extração de
águas subterrâneas



Colapso induzido
pela extração de
águas subterrâneas

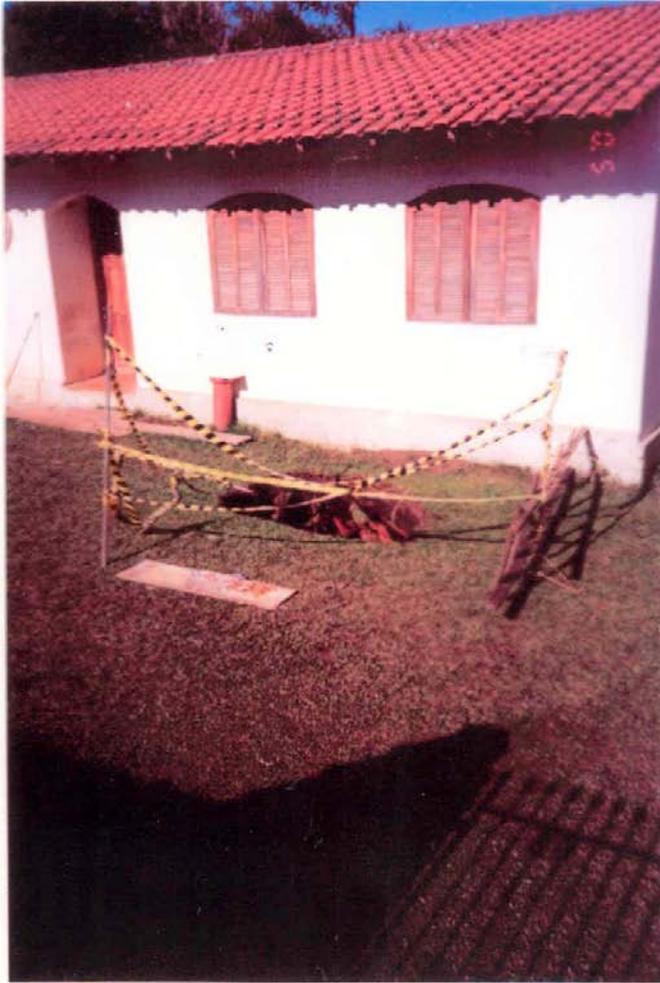




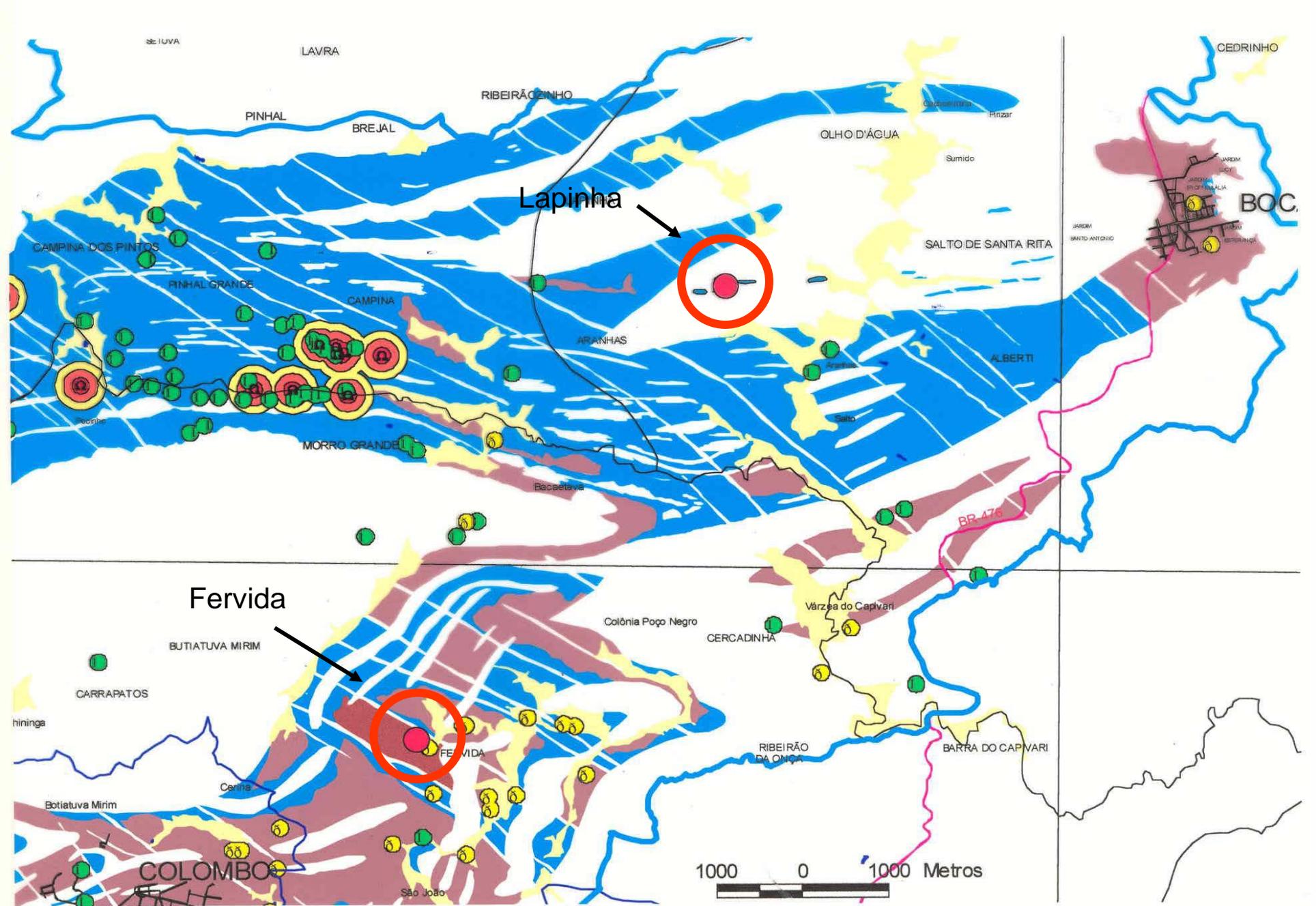
31 3 2001

Maio/2001

Colapso
natural



Dimensões: 1,90mx1,50mx3,00m de prof

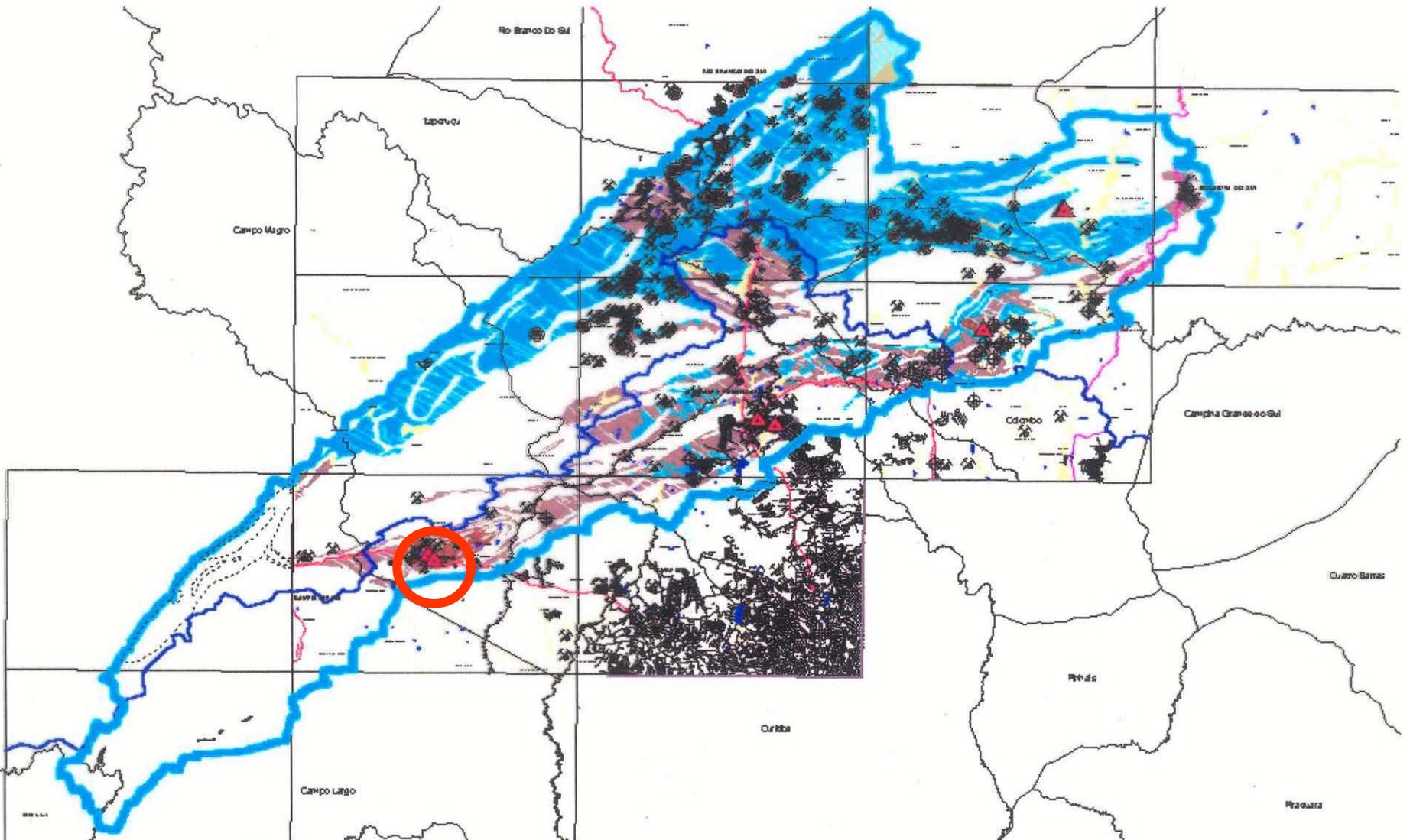




**Localidade de Fervida
(Colombo-Pr)**



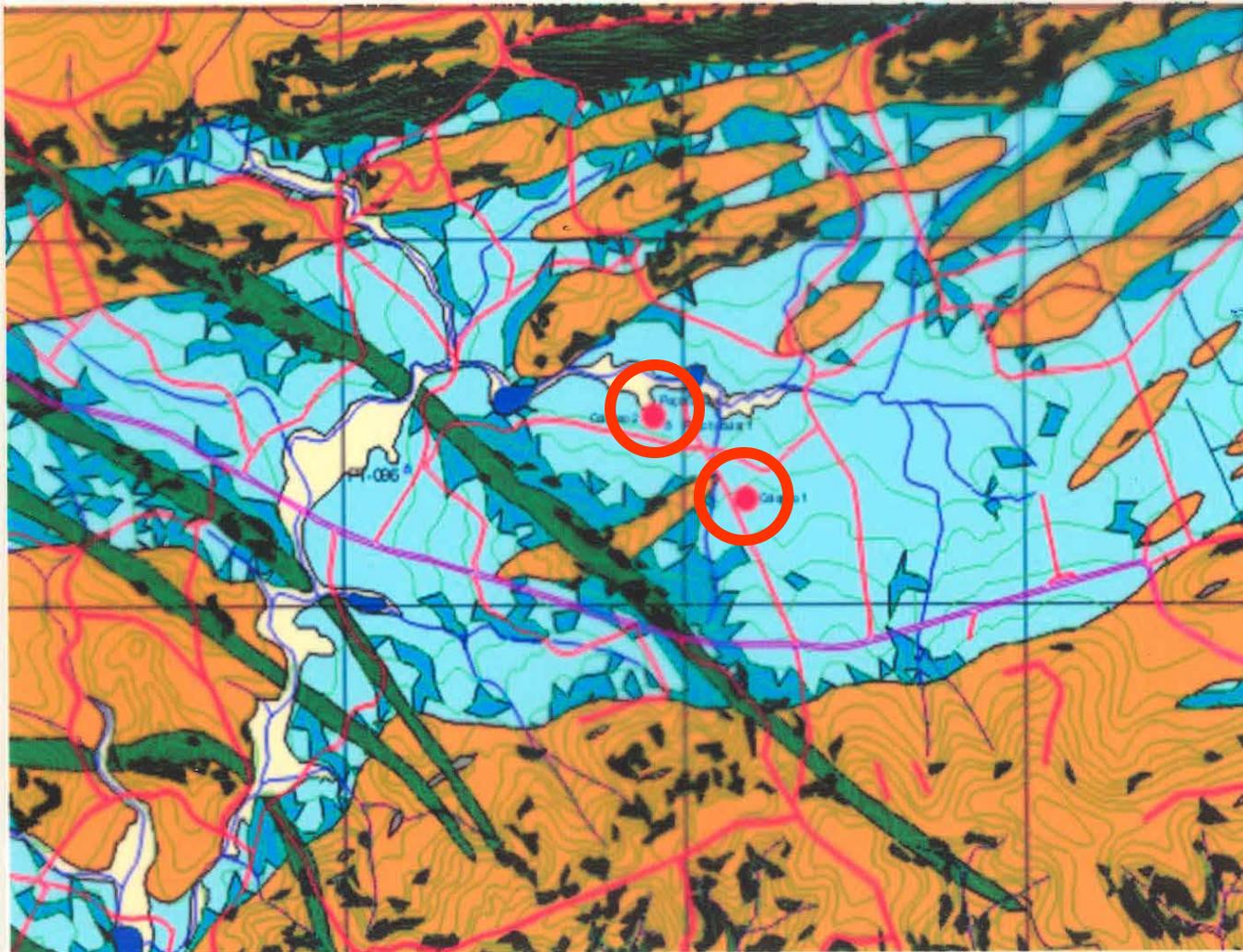
Localidade da Lapinha
(Colombo-Pr)



Oscilações bruscas do nível freático
(Campo Magro-Pr)

Campo Magro - Colapsos de solos

Mapa de Adequabilidade para Loteamentos



- o Poços Saneapar desativados
- o P096 - Poço Saneapar em atividade
- o Colapsos de solo (localização CPS)
- Rodovia do Gêrne
- Anuário de rodovias
- Curvas de nível (5m)
- Rede hidrográfica
- Garridos
- Milha de coordenadas UTM
- Lagos

Unidades de Terreno

- Unidade A
- Unidade DI - Declividades de 0 a 10%
- Unidade DII - Declividades de 10 a 30%
- Unidade QZ - Declividades de 0 a 30%
- Unidade DB - Declividades de 0 a 30%
- Unidade MP - Declividades de 0 a 30%
- Todas unidades - Declividade > 30%

Fonte: mapa de Adequabilidade para Loteamentos, escala 1:20000, Projeto Mapeamento Geológico - Geotécnico nas folhas A098, A099, A101, A133 e A134, Mineropar, 1999.

Base cartográfica: Folha Comec A098, escala 1:20.000, Datum Horiz. Córrego Alegre.

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



656000

658000

Campo Magro



Colapso 1 Maio/2001





Apresenta forma elíptica, com dimensões de cerca de 3 x 2,4 m, e aproximadamente 3 m de profundidade.

Colapso 2



Dolina



RISCOS GEOLÓGICOS ASSOCIADOS

Poluição e contaminação de aquíferos subterrâneos

Lançamento de esgotos domésticos e industriais

Produtos da percolação de resíduos (chorume)

Cemitérios (necro-chorume)

Resíduos e produtos agrícolas

Ferro-velho.



Dolina sobre terrenos de rochas calcárias em Almirante Tamandaré. A depressão com nível freático à superfície é utilizada como depósito de lixo e esgoto, potencializando a poluição do lençol subterrâneo (Jardim Planalto).



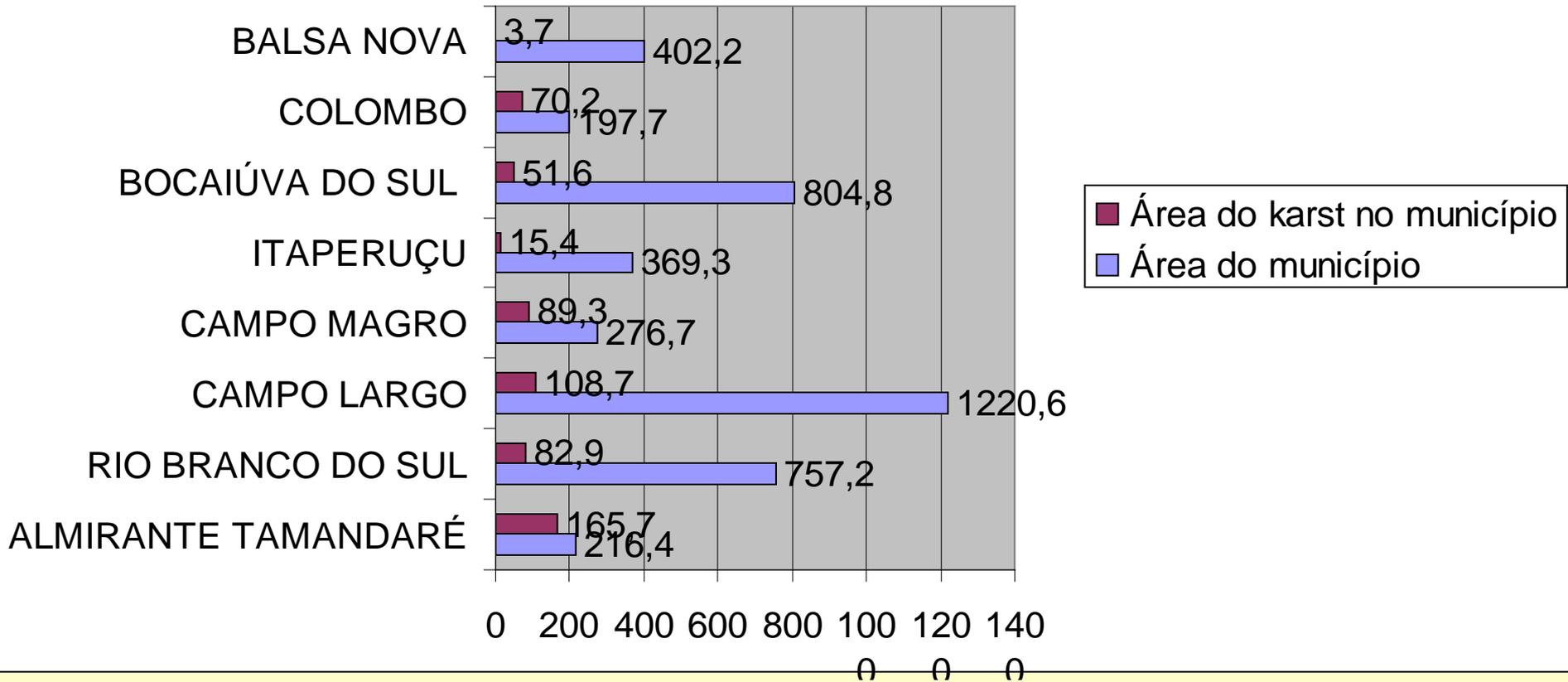
Depósito de pneus e resíduos tóxicos (resinas de poliéster), em pedreira desativada, potencializando os riscos de contaminação dos mananciais da região. O referido material é utilizado indevidamente nos fornos de cal da região.

Cemitério instalado inadequadamente sobre o karst coberto, com possibilidade de contaminação das águas subterrâneas



Município	Área do Município	Área de Manancial por Município	% de Manancial por Município
Almirante Tamandaré	216,4	165,7	76,56%
Rio Branco do Sul	757,2	82,9	10,95%
Campo Largo	1220,6	108,7	8,91%
Campo Magro	276,7	89,3	32,28%
Itaperuçu	369,3	15,4	4,16%
Bocaiuva do Sul	804,8	51,6	6,42%
Colombo	197,7	70,2	35,49%
Balsa Nova	402,2	3,7	0,91%
		587,38	

Área dos municíós e Área do karst



Para efeito de quantificação do potencial hidrológico circulante disponível no aquífero Karst (excluindo-se portanto, o uso do volume armazenado), considera-se o índice da vazão de estiagem com sete dias de duração – Q10-7 por área de bacia, como representativo da disponibilidade subterrânea existente. Os estudos realizados pela JICA – (1995) apresentam um Q10-7 por área de bacia de 8,9 l/s/km²; esses valores correspondem a uma infiltração média de cerca de 20% da precipitação. Trata-se de uma estimativa conservadora. Para a área considerada (583,38 km²) o potencial do Aquífero Karst é de 5,2 m³/s, em uso.

Foram constatadas 486 células, sendo que 84% possui área menor que 0,5 km² e apenas 2,3% das células possui área superior a 2,5 km².