MINEROPAR
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTÉCA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

GRUPO DE ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES DO AMBIENTE (GEMA)

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURU NO ESTADO DO PARANÁ (1ª FASE - AVALIAÇÃO PRELIMINAR)

Convênio MINEROPAR/UEM

Maringá

Outubro, 1991.

,53
(816.21)
S843a

Registro n. 4385
Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
BIBLIOTECA
Reg. 4385 Data 6.11.91

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
GRUPO DE ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES DO AMBIENTE (GEMA)

TÍTULO:

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURU NO ESTADO DO PARANÁ (1ª FASE - AVALIAÇÃO PRELIMINAR)

AUTORES:

José Candido Stevaux
Óscar Vicente Q. Fernandez

CLIENTE:

Minerais do Paraná S. A. (MINEROPAR)

RESUMO

O Projeto visou a avaliação preliminar da potencialidade mineral do Noroeste do Paraná, mais propriamente da região dominada pelo Grupo Bauru. Nesta primeira fase, os estudos foram baseados em trabalhos disponíveis na literatura e em relatórios internos de empresas, reforçados com levantamentos expeditos de campo e com mapeamento hidrogeoquímicos de águas de subsuperfície (poços da SANEPAR).

Foram elaborados, a partir de ocorrências descobertas nos trabalhos de campo, modelos genéticos de diversos bens minerais. Tais modelos orientarão trabalhos mais detalhados de pesquisa (2ª fase).

PALAVRAS-CHAVES

Areia quartzosa, Argila refratária, Formação Caiuá, Geologia do Noroeste do Paraná, Grupo Bauru, Hidrogeoquímica, Turfa.

MINEROPAR
Minerais do Paraná S/A
BIBLIOTÉCA

ÍNDICE

página

RESUMO

RELAÇÃO DE FIGURAS III

RELAÇÃO DE TABELAS V

RELAÇÃO DE ANEXOS VI

1 - INTRODUÇÃO

1.1 Localização e característica da área 1

1.2. Objetivo 6

1.3. Equipe de trabalho 7

1.4. Origem e natureza dos dados disponíveis 7

1.5. Agradecimentos 9

2 - ARCABOUÇO GEOLÓGICO DA ÁREA

2.1 Grupo Bauru 10

2.1.1. Divisão estratigráfica do Grupo Bauru 11

2.1.2. Grupo Bauru no Estado do Paraná 13

2.1.3. Formação Caiuá 13

2.1.3.1. Espessura e distribuição 14

2.1.3.2. Fácies e ambientes de sedimentação 21

2.1.4. Formações Santo Anastácio e Adamantina 33

2.2. Sedimentos cenozóicos 34

2.2.1. Depósitos colúvio-aluviais (Formação Paranavaí) 35

2.2.2. Depósitos subaquosos de bacias localizadas 36

2.2.3. Depósitos aluviais atuais e pré-atuais 36

3 - MODELOS METALOGENÉTICOS DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

3.1. Modelo de evaporitos continentais (Formação Caiuá) 41

3.1.1. Arenito calcífero 43
3.1.2. Análises estatísticos de dados hidrogeoquímicos da Formação Caiuá ... 46

3.2. Modelo de formação de couraças ferruginosas .. 56
3.2.1. Ocorrências de couraças na área de estudo 59
3.2.2. Perspectivas de utilização das couraças 59
3.3. Turfas 64
3.4. Argila cerâmica e refratária 66
3.4 Areia quartzosa 70

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 77

5 - BIBLIOGRAFIA (Obras Citadas e Recomendadas) 81

6 - ANEXOS

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura página

1 - Mapa de ocorrência do Grupo Bauru no Estado do Paraná. Blocos mapeados pelo Consórcio CESP/IPT - PAULIPETRO, 1980, na escala 1:100.000 2
2 - Morro testemunho dos Três Irmãos, cota 700m, Município de Terra Rica, PR 4
3 - Afloramento da Formação Caiuá nas margens do rio Paraná, região de Porto Rico, PR. 15
4 - Isópacas da Formação Caiuá nos estados de São Paulo e Paraná (JABUR, 1988) 20
5 - Mapa de têndencia da estratificação cruzada da Formação Caiuá no Estado do Paraná 22
6 - Afloramento da Formação Caiuá, "Fácies Mamborê" 23
7 - Conglomerado desenvolvido no contato da Formações Serra Geral e Caiuá. Localidade de Maira, norte de Lupianópolis, PR. 24
8 - Conglomerado desenvolvido no contato (?) da Formação Serra Geral e Formação Caiuá, intercalados por lentes arenosas com estratificação cruzada, em arenito muito grosso. Localidade de Maira, norte de Lupianópolis, PR. 25
9 - Área de ocorrência do conglomerado basal da Formação Caiuá (SOBREIRO NETO et al., 1981) 26
10 - Interpretação de imagens de satélites LANDSAT. Alto topográfico interpretado como área-fonte dos conglomerados (SOBREIRO NETO et al., 1981) 28
11 - Seção tipo da Formação Caiuá. Rodovia BR-272, Goio-Erê-Campo Mourão 30
12 - Icnofósseis da Formação Caiuá. A) tubos preenchidos por calcita. B) Formas protusivas subhorizontais 31
13 - Perfil geológico do morro Três Irmãos

(Santos, 1987).da Formação Caiuá 32
14 - Seção tipo da Formação Paranavaí. Paranavaí, PR (POPP & BIGARELLA, 1975) 37
15 - Depósitos subaquosos de bacias localizadas. Rodovia Tuneiras do Oeste-Campo Mourão. Intercalações de bancos argilosos e arenosos capeados por colúvio arenoso da Formação Paranavaí 38
16 - Estágios evolutivos cenozoicas interpretadas no noroeste do Paraná (DEHIRA et al., 1989) 40
17 - Complexo "playa lake" (modelo EUGSTR & HARDIE, 1975) 42
18 - Arenito carbonático da Formação Caiuá, utilizado como brita na pavimentação da rodovia Goio-êre-Campo Mourão 45
19 - Nível mas antigo de couraça remobilizada. Frente de lavra abandonada ao norte de Umuarama, PR. 61
20 - Nível médio de couraça remobilizada. Frente de lavra abandonada ao norte de Umuarama, PR. 62
21 - Estágios de aplainamento e gênese dos níveis de couraça na lavra ao norte de Umuarama, PR. 63
22 - Bloco diagrama com os estágios evolutivos do relevo nas paleo-voçorocas do Noroeste do Paraná (FUEM-FINEP,1990)..... 65
23 - Perfil geológico da ocorrência de turfa na margem esquerda do córrego Piquirivaí. 67
24 - Perfil vertical dos depósitos subaquosos suspensos. Rodovia Campo Mourão-Tuneiras do Oeste 68
25 - Afloramento de areias quartzosas nas margens do córrego Tuneiras do Oeste. O pacote arenoso é capeado por material turfoso 72
26 - Detalhe da Figura 25. A areia apresenta estratificação cruzada incipiente com raras intercalações de filmes de argilas 73
27 - Perfil geológico no ribeirão Tuneiras do Oeste, ocorrência de areia quartzosa 74

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela página

1 - Municípios maiores produtores de areia para construção civil do noroeste do Paraná (produção anual) 6
2 - Divisão estratigráfica do Grupo Baurú (BARCELOS, 1984) 13
3 - Listagem dos poços utilizados na elaboração do mapa de isópacas da Formação Caiuá 17
4 - Resultados analíticos do poços artesianos - Formações Serra Geral e Caiuá 47
5 - Resultados analíticos dos poços artesianos - Formação Caiuá 49
6 - Valores estatísticos dos dados hidrogeoquímicos correpondentes as Formações Serra Geral e Caiuá 59
7 - Valores estatísticos dos dados hidrogeoquímicos correspondente a Formação Caiuá 51
8 - Valores dos parâmetros estatísticos das superfícies de tendência aplicados aos dados hidrogeoquímicos da Formação Caiuá 53
9 - Esquema geral da formação de couraças nos solos (MAIGMIEV In NOBREGA, 1988)..... 58
10- Normalização para utilização de couraças em rodovias (NóBREGA, 1988) 60
11- Análise química, mineralógica e granulometrica em areias de ocorrência de Tuneiras do Oeste 75

RELAÇÃO DE ANEXOS

ANEXO 1 - Localização dos poços artesianos da SANEPAR

ANEXO 2 - Isópacas da Formação Caiuá.

ANEXO 3 - Contorno estrutural do topo da Formação Serra Geral

ANEXO 4 - Dados químicos regionais - Grupo Bauru- Anomalias - Na (ppm).

ANEXO 5 - Dados químicos regionais - Grupo Bauru- Anomalias - K (ppm).

ANEXO 6 - Dados químicos regionais - Grupo Bauru- Anomalias - Ca (ppm).

ANEXO 7 - Dados químicos regionais - Grupo Bauru- Anomalias - Mg (ppm).

ANEXO 8 - Dados químicos regionais - Grupo Bauru- Anomalias - SO_4 (ppm).

ANEXO 9 - Dados químicos regionais - Grupo Bauru- Anomalias - Cl (ppm).

ANEXO 10 - Dados químicos regionais - Grupo Bauru- Anomalias - CO_3 (ppm).

ANEXO 11 - Dados químicos regionais - Grupo Bauru- Anomalias - DT (Dureza Total) (ppm).

ANEXO 12 - Dados químicos regionais - Grupo Bauru- Anomalias - pH (ppm).

ANEXO 13 - Análise química da areia quartzosa de Tuneiras do Oeste

ANEXO 14 - Ensaios tecnológicos de argilas

ANEXO 15 - Mapa de localização da ocorrência de areia quartzosa de Tuneiras d'Oeste

ANEXO 16 - Mapa de localização da ocorrência da argila caulínitica

1 - INTRODUÇÃO

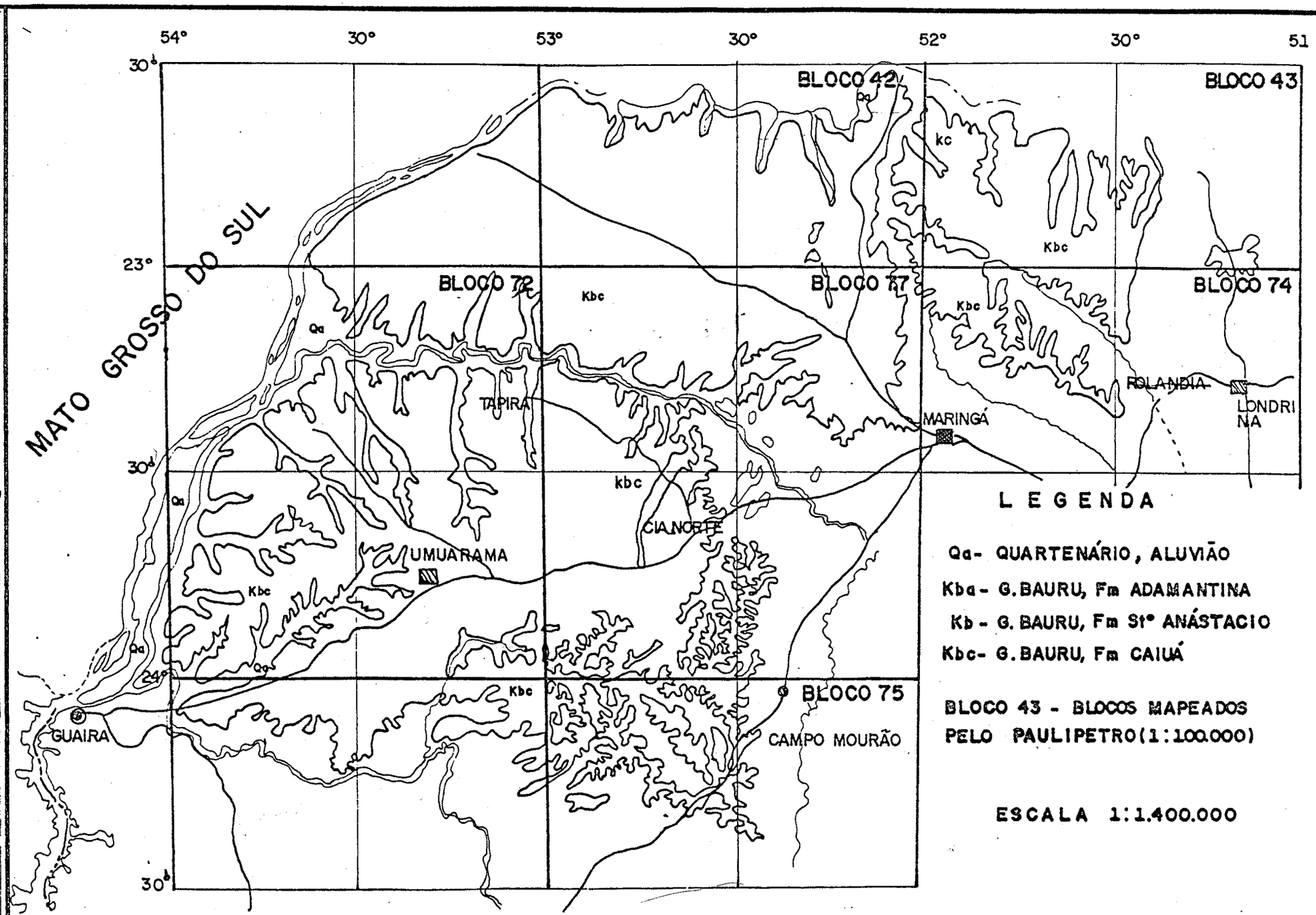
O presente relatório é parte de um projeto para avaliação do potencial mineral da região recoberta pelo Grupo Bauru no Estado do Paraná, correspondendo aproximadamente ao denominado geograficamente de Norte Novíssimo e Região Oeste (Figura 1).

A abordagem deste relatório não se restringe aos bens minerais exclusivos do Grupo Bauru, mas também a todos os depósitos terciários e quaternários, que naquela área se desenvolvem. Esta avaliação preliminar visou principalmente a integração dos dados de sondagens (SANEPAR), dos mapeamentos já disponíveis e de dados da literatura, articulados com dados de campo gerados no próprio projeto. As várias ocorrências minerais investigadas durante esta fase proporcionaram a elaboração de modelos genético-prospectivos que nortearão a busca mineral em etapas posteriores.

1.1. Localização e características da área.

A área estudada neste ralatório abrange o Norte e o Noroeste do Estado do Paraná, compreendendo 24.000 km², delimitados pelos rios Paraná, Paranapanema e Piquiri, respectivamente a oeste, norte e sul, e pelo limite de ocorrência da Formação Caiuá a este (Figura 1). A região faz parte de um compartimento geomorfológico maior denominado Terceiro Planalto, que é tradicionalmente subdividido em: a) domínio das efusivas da Serra Geral e b) domínio dos arenitos supra-basálticos, este último correspondendo à área em questão.

Geomorfologicamente a região está bastante dissecada, apresentando um relevo suavizado com ondulações e de vertentes predominantemente convexas. Registram-se ainda a ocorrência de colúvios alongados com topos aplainados, semelhantes aos que foram descritos no Estado de São Paulo por RICOMINI et al. (1981).



CONVÊNIO MINEROPAR-UEM

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ

MAPA DE OCORRÊNCIA DO GRUPO BAURU NO ESTADO DO PARANÁ. BLOCOS MAPEADOS PELO CONSÓRCIO CESP/IPT-PAULIPETRO - 1980. Escala 1/100.000

FIGURA: 1

2

A monotonia do relevo é quebrada pelo aparecimento de morros testemunhos como no caso dos Três Irmãos (Município de Terra Rica) e Três Morrinhos (Município de Porto Rico). Com uma altitude média de 700 m (Figura 2), o morro dos Três Irmãos é a feição mais imponente na área, da qual se eleva cerca de 150 a 200 m.

JUSTUS (1985) e BIGARELLA & MAZUCHOWSKY (1985) identificaram na região vários compartimentos geomorfológicos que apresentam níveis topográficos distintos, regionalmente pouco inclinados em direção ao rio Paraná e, localmente, em direção aos vales dos principais rios.

A espessa cobertura pedológica, constituida, em sua maior parte, de areias friáveis, superposta à Formação Caiuá é favorável à instalação de ravinas e voçorocas nos locais onde ocorre concentração de escoamento de águas superficiais pluviais. Via de regra, o fundo de tais voçorocas constitui-se do próprio arenito Caiuá ou de uma camada impermeável de argila orgânica (STEVAUX et al. 1990).

Grande parte do material removido das voçorocas atinge os pequenos cursos de água, assoreando-os, vindo construir extensas planícies de inundação arenosas, instaladas em vales de fundo chato. Na maioria dos casos, os leitos desses ribeirões constituem-se da própria Formação Caiuá, que lhes impõe um curso de certa forma turbulento, com eventuais corredeiras.

Não obstante sua alta pluviosidade, a área possui baixa densidade de drenagem, devido a permeabilidade excessiva do terreno, auxiliada pela baixa declividade topográfica. Este fato facilita, sobremaneira, a infiltração da água de chuva, inibindo seu escoamento superficial.

Historicamente, o Noroeste do Estado do Paraná foi ocupado durante os anos 50 pela da cafeicultura e pecuária. O período da cafeicultura foi efêmero e esta atividade cedeu lugar à expansão da já existente pecuária extensiva.

A precariedade de sua agricultura deve-se, em grande parte, ao fato de estar assentada, na sua quase totalidade, nos sedimentos provindos do Grupo Baurú, mais especificamente na Formação Caiuá e na sua derivada, a Formação Paranavaí, geradora

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Morro-testemunho dos Três Irmãos, cota 700 m, Município de Terra Rica-PR.

Figura: 2

de um solo extremamente arenoso, pobre e com alta suceptibilidade à erosão.

O êxodo rural produzido pela substituição da cultura do café pela pecuária e conseqüente concentração fundiária tem induzido a sociedade regional na busca de soluções alternativas, no campo e na cidade.

O crescimento urbano motivou o aumento da demanda por materiais de construção e mesmo por matéria-prima industrial. Uma das premissas básicas ao desenvolvimento urbano-industrial é o conhecimento do potencial mineral da região em que se insere o próprio processo de desenvolvimento geoeconômico. Apesar do avanço industrial ocorrido a nível estadual, com marcante e progressiva atuação da região de Curitiba, o Noroeste do Paraná permanenceu baseando suas atividades econômicas no setor agropecuário e consequentemente perdendo posição no que se refere à distribuição do valor adicional da indústria paranaense. De uma parcela de 13, 8 % em 1975, decaiu para 9,9 % em 1979, sendo que Curitiba passou de 32,3 % para 41,7 % no mesmo período. Em 1986 existiam na região 1506 indústrias de gênero alimetar que passaram a 1399 em 1990 (PRODEINOR, 1990). Isso ocorreu devido à falta de integração do processo produtivo das indústrias locais, ainda fortemente caracterizado pela elaboração dos produtos primários em nível muito simples, a exemplo dos produtos alimentares.

Dentre os gêneros tradicionais que se destacam na região, o mobiliário, vestuário, calçados e tecidos, aumentaram o número de emprêgos no período citado. A destilação de álcool, a produção de óleo bruto de soja e o farelo de soja destacam-se na indústria química na região.

A atividade de mineração concentra-se apenas na fabricação de telhas, tijolos e artefatos cerâmicos (nos municípios cortados por rios de várzea mais ampla ou limítrofes ao contato com a Formação Serra Geral). A areia para construção civil advem, na sua quase totalidade, do rio Paraná. A tabela 1 apresenta os municípios da que mais produzem esse bem mineral na região.

O conhecimento da potencialidade mineral da região é portanto uma das premissas fundamentais para o tão necessário desenvolvimento industrial. Nessa perspectiva a MINEROPAR,

Tabela 1. Municípios maiores produtores de areia para construção civil do noroeste do Paraná (produção anual).

Porto Rico	150.000 m³
São Pedro do Paraná	167.000 m³
Marilena	174.000 m³
Altônia	40.990.000 m³

Minerais do Paraná S.A. da Secretaria Especial da Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado do Paraná em convênio com a Universidade Estadual de Maringá (UEM) encomendou o projeto "**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURU NO ESTADO DO PARANÁ** " (Processo Nº 03.89.30 MINEROPAR), cujo relatório de sua primeira fase ora é apresentado.

1.2. Objetivo

Este relatório teve como objetivo a integração dos dados geológicos da região disponíveis, corroborando-os às informações provenientes de trabalhos de campo. Baseando-se nos trabalhos de SILVA & DEL MONTE (1987), ETCHEBEHERE et al. (1988), SAAD et al. (1988) e HASSUI et al. (1989), foi estabelecida uma hipótese de trabalho visando a busca de minerais compatíveis com a geologia da área.

Como produto final foram apresentados os modelos genéticos e exploratórios dos bens minerais, cujas ocorrências foram visitadas e estudas. Tais modelos deverão nortear a segunda fase do projeto que constituirá na localização e avaliação desses bens minerais.

1.3 Equipe de trabalho

Executores

José Cândido Stevaux - (UEM/GEMA) * coordenador.
Oscar Vicente Q. Fernandez (GEMA)*

Colaboradores:

Edvard Elias de Souza Filho (UEM/GEMA)*
Issa C. Jabur (UEM/GEMA) *
Nelson V. L. Gasparetto (UEM/GEMA) *
Tereza Nóbrega (UEM/GEMA) *
Antônio Giacominni Ribeiro (UEM/GERE) **

Consultores:

Antonio Roberto Saad (IPT) ***
Marsis Cabral Junior (IPT) ***
José F. Motta (IPT) ***
Vilma A. Campanha (IPT) ***

* Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente GEMA), do Dpto. de Geografia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

** Grupo de Estudos Regionais (GERE), do Dpto. de Geografia da Universidade Estadual de Maringá (UEM).

*** Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT

1.4. Origem e natureza dos dados disponíveis

Talvez, com excessão do mapeamento geológico dos blocos 42, 43, 72, 73, e 75 na escala 1:100.000 realizados no início da década passada pela extinto CONSÓRCIO CESP/IPT - PAULIPETRO (1980a, b, c, 1981) (Figura 1), de algumas áreas em detalhe (1:25.000) realizadas pelo mesmo consórcio e do Mapa Geológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 1989) publicado na escala de 1:650.000, a região é desprovida de quaisquer trabalhos geológicos sistemáticos de mapeamento, bem como de avaliação do

seu potencial mineral. A atividade mineraria na área (extração de areia no rio Paraná, algumas argileiras mais localizadas) carecem de um levantamento geológico que tenha permitido seu aproveitamento neste relatório.

A região, contudo, apresenta grande número de poços para água subterrânea (um dos índices mais altos do país) que exploram tanto o reservatório da Formação Caiuá, como os basaltos fraturados da Formação Serra Geral e, mais raramente, da Formação Botucatu. Contudo, a qualidade dos dados geológicos desses poços deixa muito a desejar. De mais de uma centena de poços levantados, nenhum, com excessão do poço de Altônia perfurado pelo PAULIPETRO, apresentou perfil elétrico (raios gamma e/ou resistividade), ou mesmo uma descrição litológica mais detalhada que permitisse a correlação entre eles.

O PROMINERIO (Programa de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo) realizou um projeto semelhante, extensivo a toda Bacia do Paraná naquele estado (SAAD et al., 1988), onde o Grupo Bauru obteve enfoque especial devido seu potencial mineral. Os autores contudo, dispunham de excelentes perfis elétricos que forneceram uma análise estratigráfica bastante precisa.

Por outro lado, se os perfis dos poços de água subterrânea, devido a pobreza de informação geológica, não propiciaram a elaboração de uma análise estratigráfica, a análise química de suas águas foi utilizada para determinação de "trends" de anômalias geoquímicas regionais.

O uso de fotografias aéreas facilitou a localização de afloramentos, numa área onde a cobertura pedológica é intensa. As melhores exposições das rochas do Grupo Bauru encontram-se nas calhas dos rios Paraná, Paranapanema e Ivaí, no morro Três Irmãos, na rodovia BR 272 próximo à cidade de Mamborê, nas proximidades de Umuarama e em afloramentos isolados na área. Alguns perfis geológicos foram levantados tanto nos arenitos da Formação Caiuá, como nos depósitos arenosos da Formação Paranavaí e nos alúvios e colúvios de interesse.

Para efeito de uma avaliação preliminar de suas propriedades, alguns materiais foram submetidos a análises e testes, como no caso das areias para fundição e argilas. Foram

também processadas algumas análises palinológias, granulométricas, químicas e de minerais pesados em materiais das ocorrências estudadas.

1.5. Agradecimentos

- Ao geógrafo Prof. Neumar A. Godoy pela leitura crítica do texto.
- À SANEPAR pelo fornecimento dos perfis geológicos dos poços e análises químicas de água subterrânea.
- Aos geólogos Antônio R. Saad, Marsis Cabral Jr., José Motta e Vilma A. Campanha, pela valiosa consultoria.
- Ao Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente -GEMA- da Universidade Estadual de Maringá pelo apoio recebido.
- Ao Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá pelo apoio recebido

2. ARCABOUÇO GEOLÓGICO DA ÁREA

2.1. Grupo Bauru

O Grupo Bauru constitui um dos registros geológicos do Cretáceo mais amplamente documentado do país. Os diversos autores que trabalharam com esse grupo atribuiram-lhe várias hierarquias estratigráficas, tendo sido considerado como série (FREITAS, 1955, e ALMEIDA & BARBOSA, 1953), grupo HASSUI, 1968 e 1969; SUGUIO et al., 1977; SOARES et al., 1980a e ALMEIDA et al., 1980) ou formação (WASHBURNE, 1930; ARID, 1967; SUGUIO, 1973a e MEZZALIRA, 1974). Normalmente esses trabalhos trataram de aspectos específicos, como sedimentológicos, geoquímicos, paleontológicos ou regionais. A partir de 1974 iniciaram-se os convênios entre o Dpto. de Água e Energia Eletrica do Estado de São Paulo (DAEE) com a Universidade Estadual Paulista - UNESP, Universidade de São Paulo - USP e Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, com a finalidade de levantamentos geológicos sistemáticos em áreas ocupadas principalmente pelo Grupo Bauru, no Estado de São Paulo. Graças a esses mapeamentos foi possível melhorar a visão estratigráfica do Grupo.

No entanto foi BARCELOS (1984) que propõe um primeiro trabalho de síntese dos dados disponíveis estabelecendo uma reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru em toda sua ocorrência. SAAD et al. (1988a,b) elaboraram a primeira avaliação do potencial metalogenético desse grupo para o Estado de São Paulo.

No Paraná, os trabalhos mais recentes de mapeamento do Grupo Bauru estão sintetizados no Mapa Geológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 1989) apresentado em escala 1:650.000, baseado, em sua maior parte, no mapeamento realizado pelo CONSÓRCIO CESP/IPT - PAULIPETRO (1980a,b,c,1981).

2.1.1. Divisão estratigráfica do Grupo Bauru

O Grupo Bauru, descrito inicialmente como Arenito Bauru e reconhecido como Formação, poderia, já a partir dos trabalhos de SOARES & LANDIM (1975) e SUGUIO et al. (1977), ter sido elevado à categoria litoestratigráfica de Grupo, quando estes autores reconheceram a "mapeabilidade" das unidades da "Sequência Bauru" (BARCELOS, 1984).

SOARES & LANDIM (1975) apresentaram uma subdivisão da sequência Bauru em duas formações. A Formação Bauru Inferior, caracterizada por apresentar arenito fino e arenito argiloso a síltico; e a Formação Bauru Superior, apresentando fácies de arenito turfáceo e rocha calcoconglomerática.

COIMBRA (1976) propôs a divisão da Formação Bauru em três fácies denominadas pelas letras A, B e C. Segundo esse autor, a Fácies A (inferior) deveria corresponder a Formação Bauru Inferior de SOARES & LANDIM (1975); a Fácies B (intermediária) às Fácies de Arenito Turfáceo de BARBOSA et al. (1970) e de SOARES & LANDIM (1975), e a Fácies C (superior) englobaria parcialmente a Fácies calcocongolmerática de SOARES & LANDIM (1975).

LANDIM & SOARES (1976) realizaram mapeamento regional e levantamento de seções estratigráficas na região do Pontal do Paranapanema, oeste do Estado de São Paulo. Nesta área, constataram a posição estratigráfica da Formação Caiuá, sotoposta à Formação Bauru e salientaram que a passagem entre estas formações seria gradual, sendo constituida por arenitos de origem fluvial, com seleção regular, boa maturidade textural e mineralógica, a que denominaram de Fácies Santo Anastácio, incluindo-a ao Membro Inferior da Formação Bauru de SOARES & LANDIM (1975).

O levantamento geológico das várias regiões administrativas do Estado de São Paulo, feito por várias entidades (DAEE, UNESP, IPT, etc.) provocou a proliferação de uma nomenclatura bastante variada para o Grupo Bauru, cujo termo apareceu pela primeira vez nos relatórios de SUGUIO et al. (1977). Nesse trabalho os autores, atuando nas regiões de São

José de Rio Preto e Araçatuba (Estado de São Paulo) propuseram a divisão do Grupo Bauru em três formações distintas: Araçatuba, São José do Rio Preto e Marília.

SOARES et al. (1979) trabalhando nas regiões administrativas de Marília e Presidente Prudente individualizaram as seguintes unidades: a) Formação Caiuá, b) Formação Bauru (inferior) que foi dividida em Fácies Ubirajara e Santo Anastácio, c) Formação Bauru (média) que localmente apresenta a Fácies Taciba e d) Formação Bauru (superior) que apresenta a faciologia correspondente à Formação Marília.

STEIN et al. (1979) em trabalhos de reconhecimento geológico regional, individualizaram o Grupo Bauru em uma área de 802.000 km² nos vales dos rios Paraná e Paranapanema, envolvendo os Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul. Estes autores proposuram duas unidades independentes do Grupo Bauru, em Formações Caiuá e Santo Anastácio. Subdividiram o Grupo Bauru em duas unidades: a Inferior, englobando as litofácies denominados Uburapira e Taciba, e a Unidade Superior representada pela litofácies Marília.

ALMEIDA et al. (1980) apresentaram as seguintes sequência estratigráfica para o Grupo Bauru: Formação Caiuá, Formação Santo Anastácio, Formação Adamantina e Formação Marília.

Finalmente BARCELOS (1984) em extenso trabalho de revisão propos uma divisão para o Grupo Bauru que tornou-se mais aceita entre os pesquisadores (Tabela 2).

O Grupo Bauru está preenchendo uma unidade geotectônica denominada de "Bacia Bauru", que no conceito de HASUI et al. (1989) se enquadra na "Terceira Bacia do Paraná". Os eventos estruturais, magmáticos e sedimentares na ocorrência da implantação e do desenvolvimento dessa bacia representam respostas iniciais de um amplo episódio tectônico que afetou a Plataforma Brasileira de modo generalizado (HASSUI et al., 1989). Tais eventos propiciaram movimentações gerando soerguimentos e depressões, que no Estado do Paraná correspondem ao Arco de Ponta Grossa e a Bacia Bauru.

Tabela 2. Divisão litoestratigráfica do Grupo Bauru. (Mod. BARCELOS, 1984).

Formação Itaqueri	
Formação Marília	Membro Echaporã Membro Serra da Galga Membro Ponte Alta
Formação Uberaba	
Formação Adamantina	Membro São José do Rio Preto Membro Araçatuba
Formação Caiuá	

2.1.2. Grupo Bauru no Estado do Paraná

No Estado do Paraná o Grupo Bauru está constituido em sua maior parte pelos arenitos da Formação Caiuá. O Mapa Geológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 1989) apresenta, ainda que em ocorrências bastante localizadas, as formações Santo Anastácio e Adamantina. Essas unidades estão restritas à região de Porecatu, Centanário do Sul e Santo Inácio.

2.1.3. Formação Caiuá

A Formação Caiuá foi descrita pela primeira vez por BAKER (1923) que a considerou de origem deltaica e idade terciária, sendo confinada à calha do rio Paraná. WASHBURNE (1930), atribuiu a essa formação uma origem eólica, denominando-a Formação Caiuá e sobrepondo-a aos basaltos da Formação Serra Geral, em posição estratigráfica inferior à Formação Bauru. MAACK (1941), denominou esses sedimentos como Arenito São Bento Superior, SCORZA (1952) e BIGARELLA (1949) apontaram uma origem

eólica para a Formação Caiuá, situando-a abaixo da Formação Bauru.

BÓSIO & LANDIM (1971), consideram a Formação Caiuá neocenozóica e, com bases sedimentológicas, apoiaram as idéias de BAKER (1923).

SOARES et al. (1980) proposeram uma interpretação integrada dos sedimentos cretáceos no Estado de São Paulo e redefiniram o Grupo Bauru, do qual a Formação Caiuá seria a unidade basal, considerando-a de origem eólica.

JABUR & SANTOS (1984) dividiram a Formação Caiuá informalmente em "Facies Porto Rico" (inferior) e "Fácies Mamborê" (superior) atribuindo origem eólica para a primeira seguida de uma mudança ambiental a ambiente aquoso fluvial para a fácies superposta . Os autores contudo não apresentaram seções tipo que permitissem sua caracterização como membros. A diferenciação entre os dois membros é muito bem evidenciada nas proximidades da cidade de Umuarama. Contudo, é bastante sugestiva a idéia que a Fácies Mamborê (superior) dos mencionados autores pertença à Formação Santo Anastácio, que se interdigita com a Formação Caiuá sotoposta.

2.1.3.1. Espessura e distribuição

Definida na região do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo, a Formação Caiuá estende-se por todo Noroeste do Paraná, extremo oeste de São Paulo e, praticamente, por toda a porção oriental do Mato Grosso do Sul. Em sub-superfície estende-se a Oeste de Presidente Prudente e sul de Panorama (SP). No Paraná, a Formação Caiuá domina todo o noroeste do Estado perfazendo uma área de 24.000 Km², onde via de regra, apresenta-se encoberta pela sequência arenosa correspondente a Formação Paranavaí.

Os melhores afloramentos da Formação Caiuá encontram-se nos barrancos orientais do rio Paraná (Figura 3) e no morro-testemunho dos Três Irmãos (Figura 2). Fora esses pontos, esta formação ocorre em esparços afloramentos em cortes de estradas, cuja pequena extensão impossibilita quaisquer extrapolações de

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Afloramento da Formação Caiuá nas margens do rio Paraná, região de Porto Rico-PR.

Figura: 3

ordem paleogeográfica. Baseado em poços da SANEPAR (Tabela 3 e Anexo 1) foi elaborado um mapa de isópacas da Formação Caiuá (Anexo 2), onde se pode notar que a "bacia Caiuá" no Estado do Paraná tem seu depocentro fortemente orientado na direção NE-SW formando uma calha alongada que abre-se lentamente para o Mato Grosso do Sul.

Um alto estrutural regional da Formação Serra Geral grosseiramente alinhado ao rio Paranapanema, separa o depocentro paranaense do paulista. Neste estado, as isópacas atingem cerca de 50 m próximo às localidades de Presidente Prudente e Adamantina, numa bacia bem menos estruturada, (Figura 4).

O anexo 3 mostra o mergulho regional da superfície da Formação Serra Geral em direção a confluência do rio Paraná e Paranapanema. Associando esta mapa com o de isópacas da Formação Caiuá (Anexo 2 e figura 4) percebe-se que às menores espessuras desses sedimentos, para o interior da bacia (Alto do Paranapanema), correspondem as cotas mais baixas da Formação Serra Geral. Isso, de certa forma, sugere que o mencionado alto seja mais novo que a deposição da Formação Caiuá e provavelmente não tenha interferido na mesma. Por outro lado, examinando o mapa do contorno estrutural do topo da Formação Serra Geral, nota-se que o embaciamento que se devenvole no centro da região coincide com a zona de maior espesura da Formação Caiuá, levando a concluir que esta configuração, por sua vez, já existia durante a deposição daqueles arenitos.

No Paraná a Formação Caiuá atinge cerca de 260 m de espessura, e na localidade de Guairaçá à isópaca de 240 m somam-se os 160 m do morro-testemunho dos Três Morrinhos perfazendo um total de 400 m para esta unidade (SANTOS, 1987). Alguns autores (CONSÓRCIO CESP/IPT, 1980), contudo, correlacionaram os 50 m superiores daquele morro como pertencente a Formação Santo Anastácio, reduzindo a espessura dessa Formação para 350 m.

TABELA 3: Listagem dos poços utilizados na elaboração do mapa de isópacas da Formação Caiuá (Anexo 2); na delimitação do contorno estrutural do topo da Formação Serra Geral (Anexo 3) e no estudo estatístico dos dados hidrogeoguímicos da Formação Caiuá por meio da técnica de análise de superfície de tendência (Anexos 4 a 12).

Plotação dos poços encontra-se no mapa do Anexo 1.

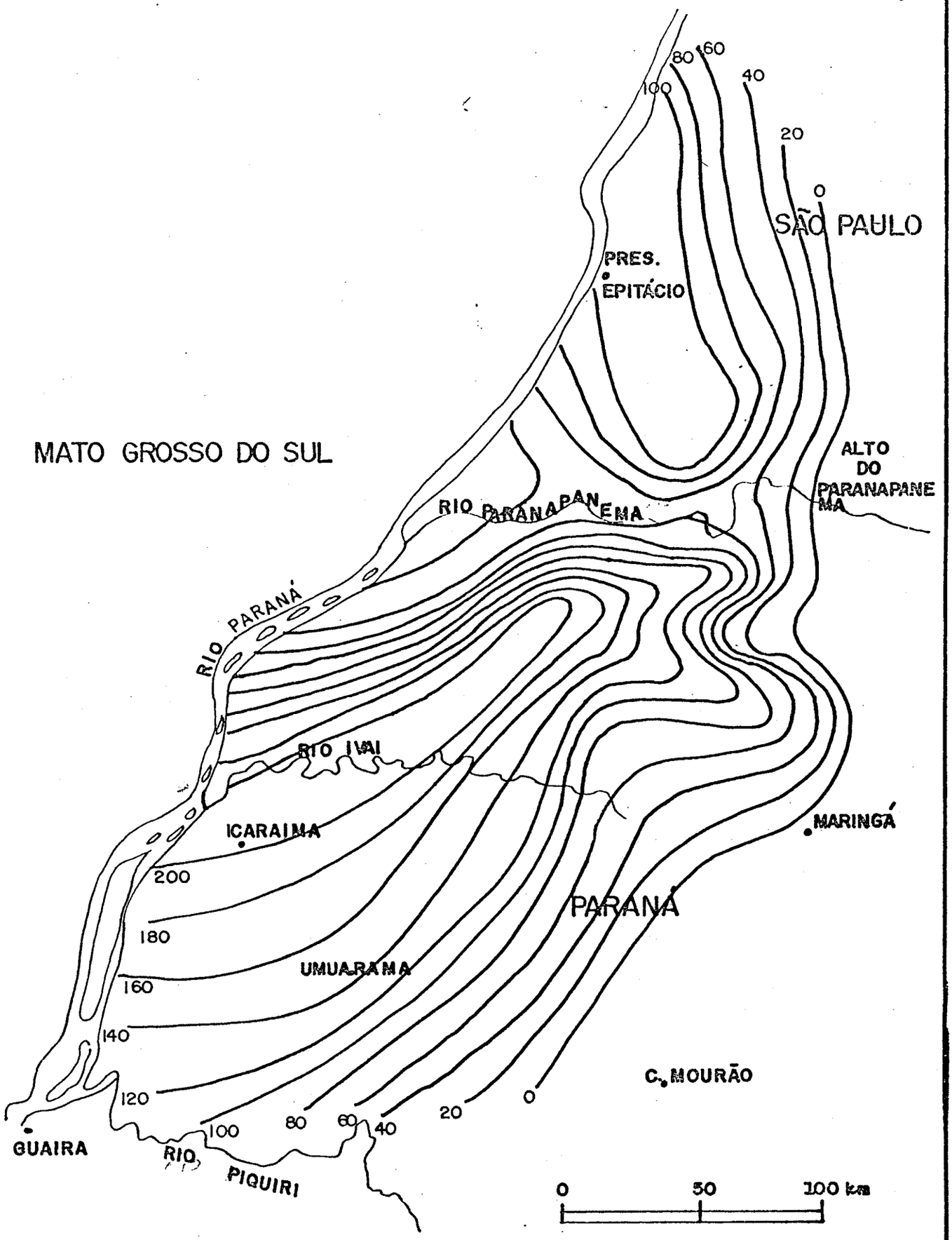
POÇO	LOCALIDADE	ALTITUDE (m)	ESPESSURA FM. CAIUÁ (m)	COTA DO TOPO FM. SERRA GERAL (m)
1	Altônia 2	315	>166	<149
2	Altônia 3			
3	S. J. do Patrocinio 1	350	>120	<230
4	S. J. do Patrocinio 2			
5	Pérola 1	400	>231	<169
6	Pérola 2			
7	Pérola 3			
8	Pérola 4			
9	Icaraima 1	350	>153	<197
10	Icaraima 2			
11	Querência do N.	300	103	200
12	Cidade Gaúcha 1	400	132	268
13	Cidade Gaúcha 2			
14	Cidade Gaúcha 5			
15	Cidade Gaúcha 3			
16	Porto Rico 1	250	98	150
17	Porto Rico 2			
18	Pto. S.José 1/S. Pedro do Paraná	250	69	181
19	Loanda 1	490	>150	<340
20	Loanda 8			
21	Marilena 1	380	87	293
22	Nova Londrina 3	400	50	350
23	Nova Londrina 4			
24	Nova Londrina 5			
25	Nova Londrina 6			
26	Itaúna do Sul	500	150	350

Continuação da Tabela 3.

POÇO	LOCALIDADE	ALTITUDE (m)	ESPESSURA FM. CAIUÁ (m)	COTA DO TOPO FM. SERRA GERAL (m)
27	Diamante do Norte	350	74	276
28	Terra Rica 1	400	140	260
29	Terra Rica 2			
30	Amaporã 1	350	>120	<250
31	N. Aliança do Ivaí 1	350	89	261
32	N. Aliança do Ivaí 2			
33	Terra Boa	550	0	550
34	S. João do Caiuá	500	114	386
35	Inajá 1	400	124	176
36	Inajá 2			
37	Paranacity	450	25	425
38	Paranapoema	390	117	273
39	Jardim Olinda	250	0	250
40	Itaguajé 1	340	24	316
41	Itaguajé 2			
42	Itaguajé 3			
43	Sta. Inés	340	0	340
44	Cruzeiro do Sul	450	29	420
45	Centenário do Sul	450	0	450
46	N. S. das Graças 1	480	72	408
47	N. S. das Graças 2			
48	Alto Paraná 1	500	133	367
49	Alto Paraná 2			
50	Alto Paraná 3			
51	Floraí 1	450	30	420
52	Floraí 2			
53	Floraí 3			
54	Floraí 4			
55	Ourizona	500	30	470
56	Mandaguazú	550	0	550

Continuação da Tabela 3.

POÇO	LOCALIDADE	ALTITUDE (m)	ESPESSURA FM. CAIUÁ (m)	COTA DO TOPO FM. SERRA GERAL (m)
57	Uniflor	500	104	396
58	Atalaia 1	500	78	422
59	Atalaia 2			
60	Alto Piquiri			
61	Alto Piquiri			
62	S. João/Altônia			
63	B. Esperança/Pérola			
64	B. Esperança/Pérola			
65	Guairaça			
66	Guairaça			
67	Indianópolis	400	60	340
68	Mariluz	443	16	427
70	Nova Olimpia 3	400	>150	<250
71	Nova Olimpia 1			
72	Planaltina do Paraná	400	>250	<150
73	S. Izabel do Ivaí	400	>150	<250
74	Santo Antônio do Caiuá			
75	Sta. C. de M. Castelo	350	>130	<220
76	Tuneiras do Oeste 1	500	48	452
77	Tuneiras do Oeste 2			
78	Tapira 2	350	>150	<200
79	S. Jorge do Ivaí	400	25	375



CONVÊNIO MINEROPAR UEM

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ

ISÓPACAS DA FORMAÇÃO CAIUÁ NOS ESTADOS DE SÃO PAULO E PARANÁ (JABUR, 1988)

FIGURA 4

DES: nº

MINEROPAR
Minerais do Paraná S/A.
BIBLIOTECA

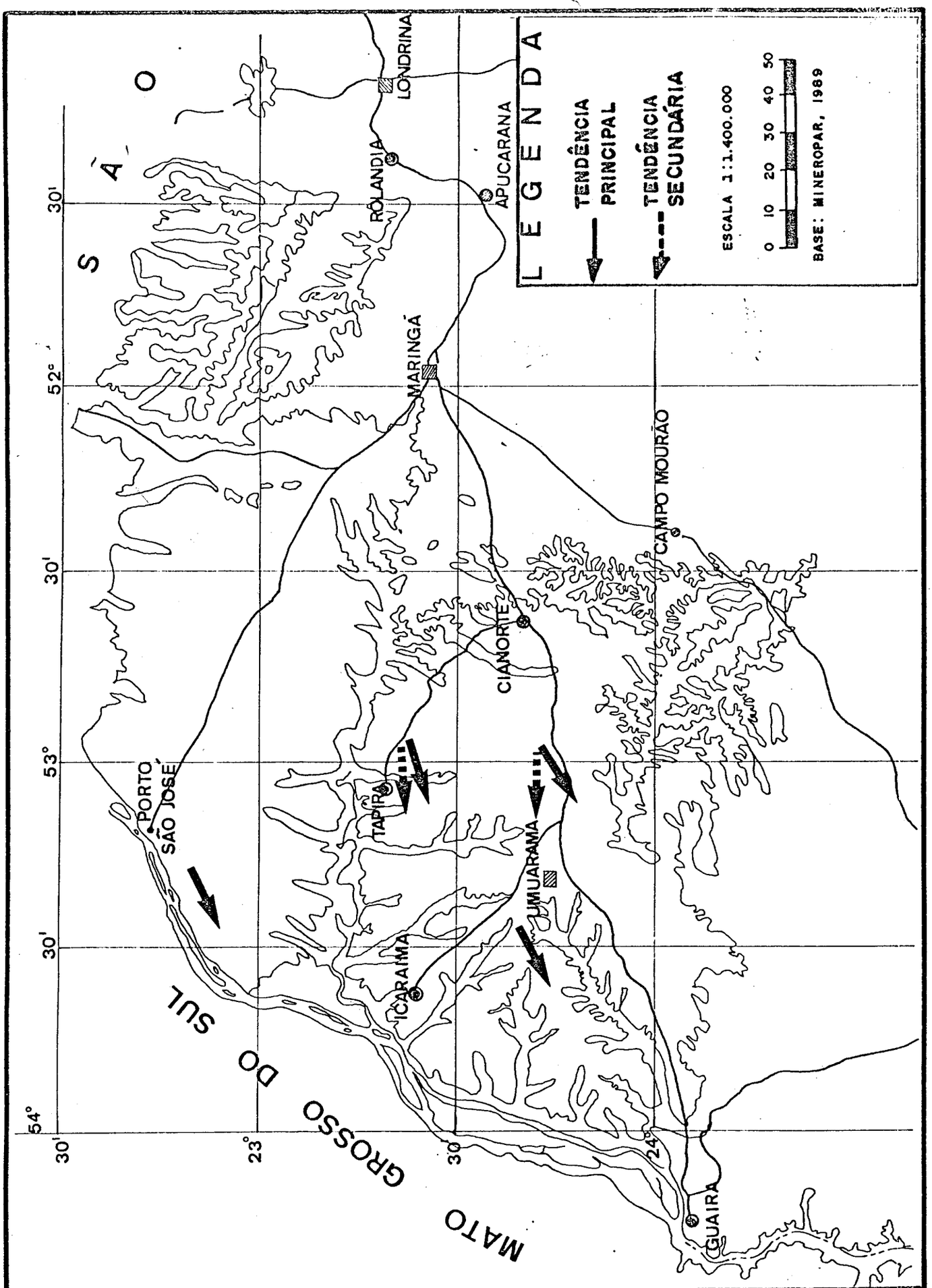
2.1.3.2. Fácies e ambientes de sedimentação

JABUR & SANTOS (1984) propõem uma divisão informal para a Formação Caiuá em Fácies Porto Rico e Fácies Mamborê. A primeira é constituida de arenito fino a médio, avermelhado, ostentando estratificação cruzada de grande porte (Figura 3). É quase unânime a opinão dos geólogos sobre a origem eólica desta fácies. O mapa de tendência de estratificação cruzada da Formação Caiuá (Figura 5) evidencia uma direçao SW para as paleocorrentes eólicas. A segunda, superior, e composta pelo mesmo material com aumento do teor de argila. Estratificação cruzada acanalada do tipo "cut-and-fill" e banco maciço de arenito calcífero são típicos desta fácies ao qual os referidos autores atribuem ambiente subaquoso (Figura 6). A baixa qualidade das informações dos poços de água subterrânea impediram o mapeamento faciológico da Formação Caiuá (razão areia/argila, por exemplo). Contudo, a correlação com os dados do Estado de São Paulo baseada nos mapas apresentados por SAAD (1988), indicou um aumento do teor de argila para noroeste.

SOBREIRO NETO et al. (1981a) comentaram a ocorrência de uma fácies fanglomerática na Formação Caiuá nas proximidades de Lupianópolis, Centenário do Sul e Porecatu (Estado do Paraná), que se extende numa área superior a 1.000 km² (Figura 7 e 8). Os autores atribuiram a esses rudáceos uma origem aluvionar em clima desértico a semi-desértico, após os últimos derrames basálticos. Em função desse clima e de prováveis altos regionais, originados por falhamentos e/ou arqueamentos, tais fanglomerados foram depositadas sob a forma de leques aluviais, conforme sugerido pelas características desses sedimentos.

A interpretação de imagens de satélites LANDSAT realizada na região por SOBREIRO NETO et al. (op. cit.), ressalta a ocorrência de um paleo-alto topográfico, à época da Formação Caiuá, atuante como área fonte para a formação dos conglomerados mencionados (Figura 9).

Com base em tal interpretação e nas seções geológicas realizadas pelo CONSÓRCIO CESP/IPT-PAULIPETRO (1980) na mesma área onde esse conglomerado aparece sotoposto à Formação Caiuá



CONVÊNIO MINEROPAR UEM

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINEROPAR DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ

MAPA DE TENDÊNCIAS DA ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA DA FORMAÇÃO CAIUÁ NO ESTADO DO PARANÁ

FIGURA: 5

DES: nº

Fácies Mamborê

A - Arenito fino argiloso, laminado, calcífero

B - Arenito fino-médio, com estratificação cruzada acanalada.

Ambiente deposicional: canais fluviais(B) contando depósito de planície de inundação subaquosa.

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Afloramento de arenito carbonatico da Formação Caiua, Mamborê, Rod. BR 369, próximo a Mamborê-PR.

Figura: 6

Conglomerado polímitico constituído por clastos de quartzito, granito, gnaisse, sílex e ágata.

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Conglomerado desenvolvido no contato da Formação Geral e Caiuá. Localidade de Maíra, Norte de Lupianópolis-PR.

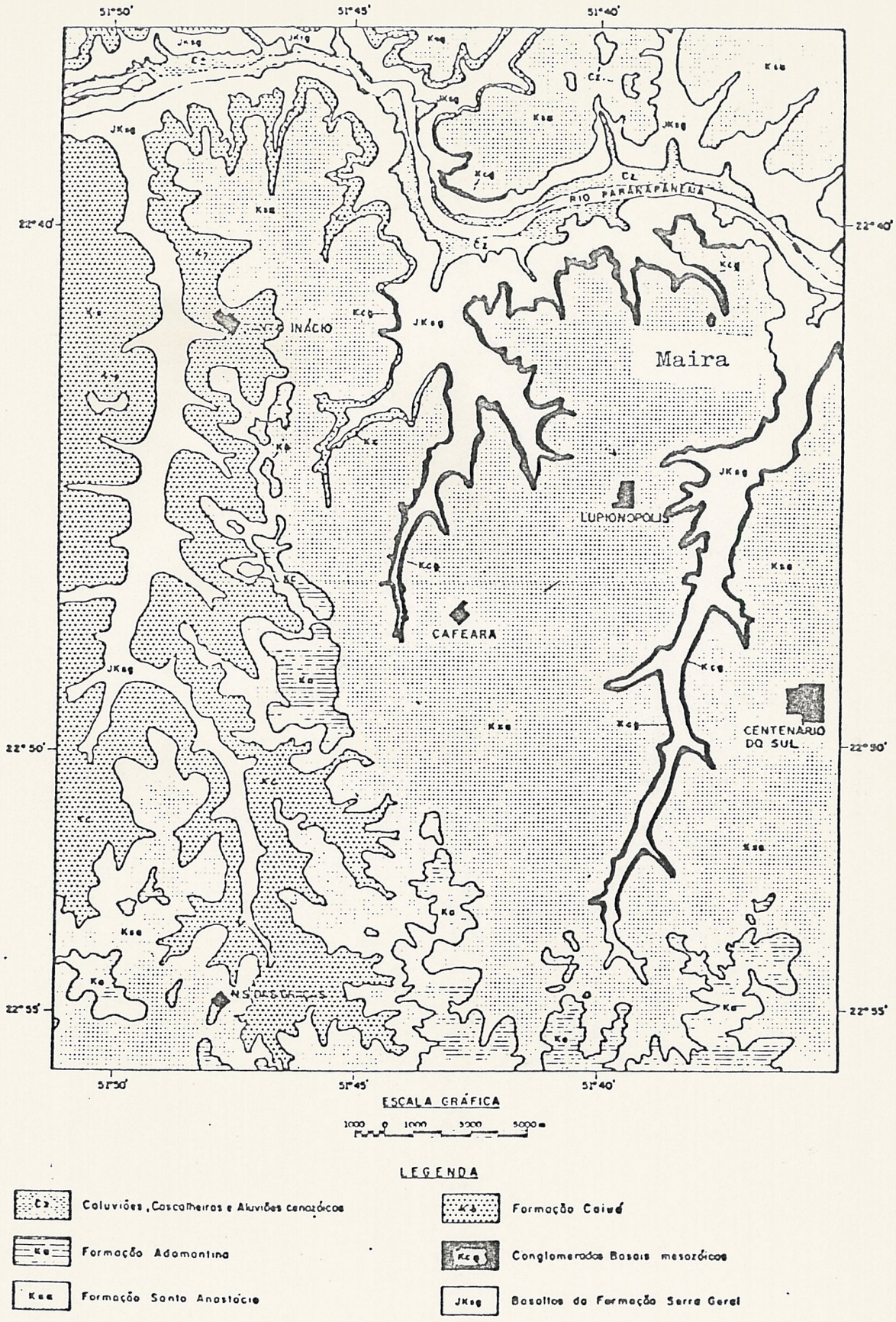
Figura: 7

Conglomerados desenvolvidos no contato das formações Serra Geral e Caiuá, intercalados por lentes de arenito grosso/muito grosso, com estratificação cruzada.

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Conglomerado da base da Formação Caiuá(?).
Lupianópolis-PR.

Figura: 8



ESCALA GRÁFICA

1000 0 1000 3000 5000 m

LEGENDA

- Cz — Coluviões, Cascalheiras e Aluviões cenozóicos
- Ka — Formação Adamantina
- Kse — Formação Santo Anastácio
- Kc — Formação Caiuá
- Kcg — Conglomerados Basais mesozóicos
- JKsg — Basaltos da Formação Serra Geral

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potenicial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Área de ocorrência do conglomerado Base da Formação Caiuá (Sobreiro Neto et al. 1981)

Figura: 9

e com espessura de até 8m, os referidos autores reforçam a hipótese da ocorrência de um conglomerado basal no contato entre a Formação Serra Geral e Caiuá. A figura 10 apresenta a área de ocorrência dos fanglomerados descritos, por SOBREIRO NETO et al. (1981), como pertencentes à base da Formação Caiuá.

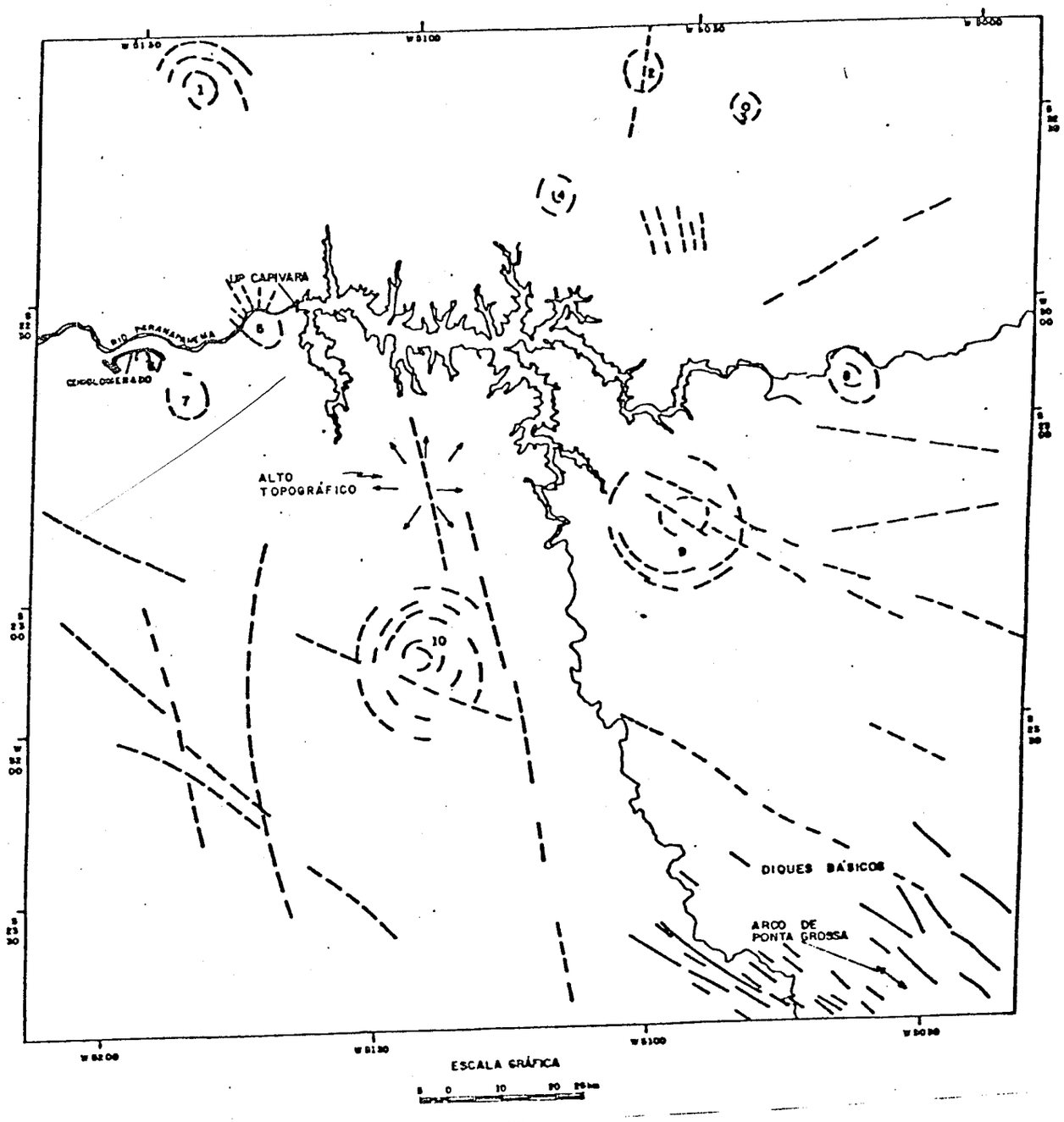
Todavia é bastante controvertida a aceitação das idéias postuladas por SOBREIRO NETO et al. (1981a) uma vez que os mencionados fanglomerados podem estar associados aos depósitos cenozóicos associados ao rio Paranapanema, conforme as seguintes evidências:

a) as seções geológicas realizadas pelo CONSÓRCIO CESP/IPT- PAULIPETRO (1980) baseram-se apenas em dados de superfície e uma extensão em subsuperfície foi feita por extrapolação da área aflorante. Por outro lado, poços da SANEPAR realizados na cidade de Centanário do Sul e Nossa Senhora das Graças não acusaram presença da referida camada.

b) A litologia do conglomerado, com grande quantidade de seixos de quartzítos, granitos e ágata sugerem qua a área fonte estaria mais distante daquela suposta pelos autores (Figura 10). No entanto SOARES et al. (1988) mencionaram a ocorrência de conglomerados em perfuração na Formação Caiuá em território paulista. Um estudo mais detalhado desses conglomerados daria grande contribuição na determinação paleogeográfica da Formação Caiuá, uma vez que poderia orientar a pesquisa de evaporitos de "playa lake", como se verá mais adiante.

O ambiente de sedimentação da Formação Caiuá é bastante controvertido. Os principais trabalhos publicados, ora advogam ambiente aquoso, ora ambiente eólico e mais recentemente ambiente misto (aquoso e eólico). SAAD et al. (1989) sugerem uma têndencia ao predomínio do ambiente sub-aquoso nas proximidades de Adamantina (SP), constatado pela superioridade das fácies argilosas sobre as arenosas. Por outro lado, em direção ao Pontal do Paranapanema, observa-se a presença, em quase sua totalidade, de sedimentos arenosos, localmente carbonáticos.

No Estado do Paraná, onde as exposições da Formação Caiuá são mais frequentes, pode-se separar com mais facilidade, em superfície, duas fácies com características genéticas



CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Interpretação de imagens de Satélite LANDSAT.
Alto topográfico interpretado como área-fonte dos conglomerados (SOBREIRO NETO et. al. 1981)

Figura: 10

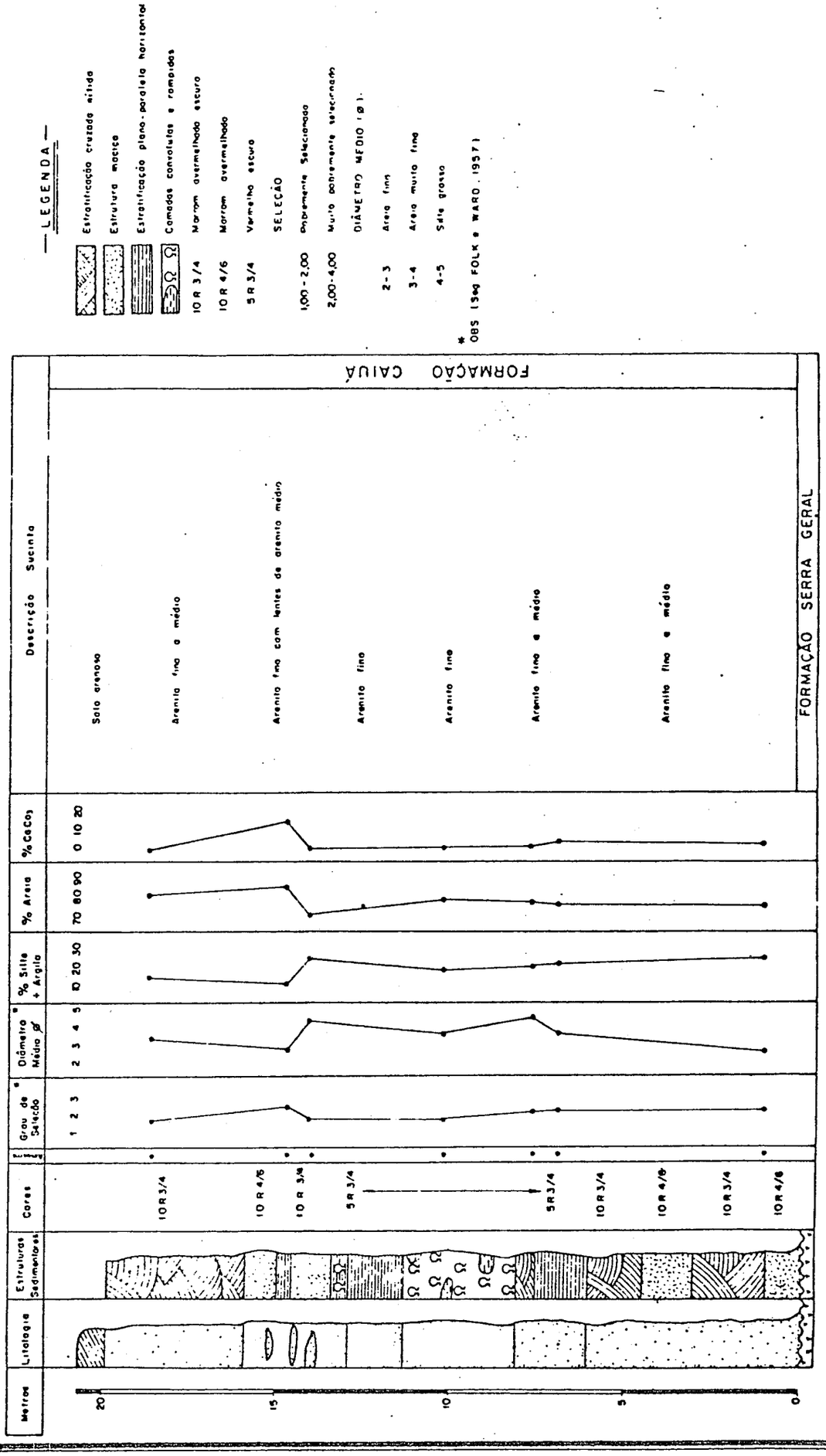
distintas: uma fácies com predomínio do ambiente cólico, que ocorre na base da sequência e outra de influência aquosa, que passa a dominar no topo. As passagens entre estas duas faciologias, como foi descrito por JABUR & SANTOS (1984) é gradativa é interdigitada. Tais litossomas são informalmente identificados pelos mencionados autores como "Fácies Porto Rico e Mamborê".

O afloramento na rodovia BR 272, entre Goio-Erê e Campo Mourão, usado como seção-tipo por BARCELOS (1984), talvez seja onde a Formação Caiuá apresente maior variação faciológica. Na figura 11, está exposta uma seção vertical de 23 m elaborada na mencionada rodovia. Esta inicia-se com um pacote de 6 m de arenito fino, mal selecionado, com cor marron avermelhado, intercalado por arenito médio, bem selecionado, de cor marron avermalhado escuro, definido por estratificações cruzadas. Segue-se 2 m de arenito avermelhado escuro, laminado e com incipientes estratificações cruzadas, apresentando estruturas convolutas e fluidizações. São comuns também nessa camada perfurações protusivas de organismos. Para o topo ocorrem duas camadas de arenito com estratificações cruzadas e planares. A seção é encimada por um pacote de 4 m de arenito médio, regularmente selecionado, com estratificações cruzadas bem definidas e granodecrescência ascendentes. Cerca de 3 m de solo arenoso recobrem a sequência.

Grande quantidade de tubos de organismos preenchidos ou não por carbonatos sugerem a presença ainda que efêmera de corpos d'água provavelmente rasos associados a facies Porto Rico (Figura 12).

No morro dos Três Irmãos (Figuras 2 e 13) pode-se examinar, numa exposição quase contínua, cerca de 220 m de sedimentos da Formação Caiuá, Membros Porto Rico e Mamborê, este correlacionável à Formação Santo Anastácio.

A interpretação do ambiente sedimentar da Formação Caiuá, apesar das contradições na literatura, envolvem, via de regra, dois processos principais: eólicos e subaquosos de clima árido. A análise faciológica da Formação Caiuá mostra que o ambiente sedimentar na bacia era misto, ou seja, na sua porção NW (Estado de São Paulo) predominavam depósitos subaquosos



CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Seção - Tipo da Formação Caiuá
Local - Rodovia BR-272, entre Goio-Êre e Campo Mourão, PR.

Figura 11

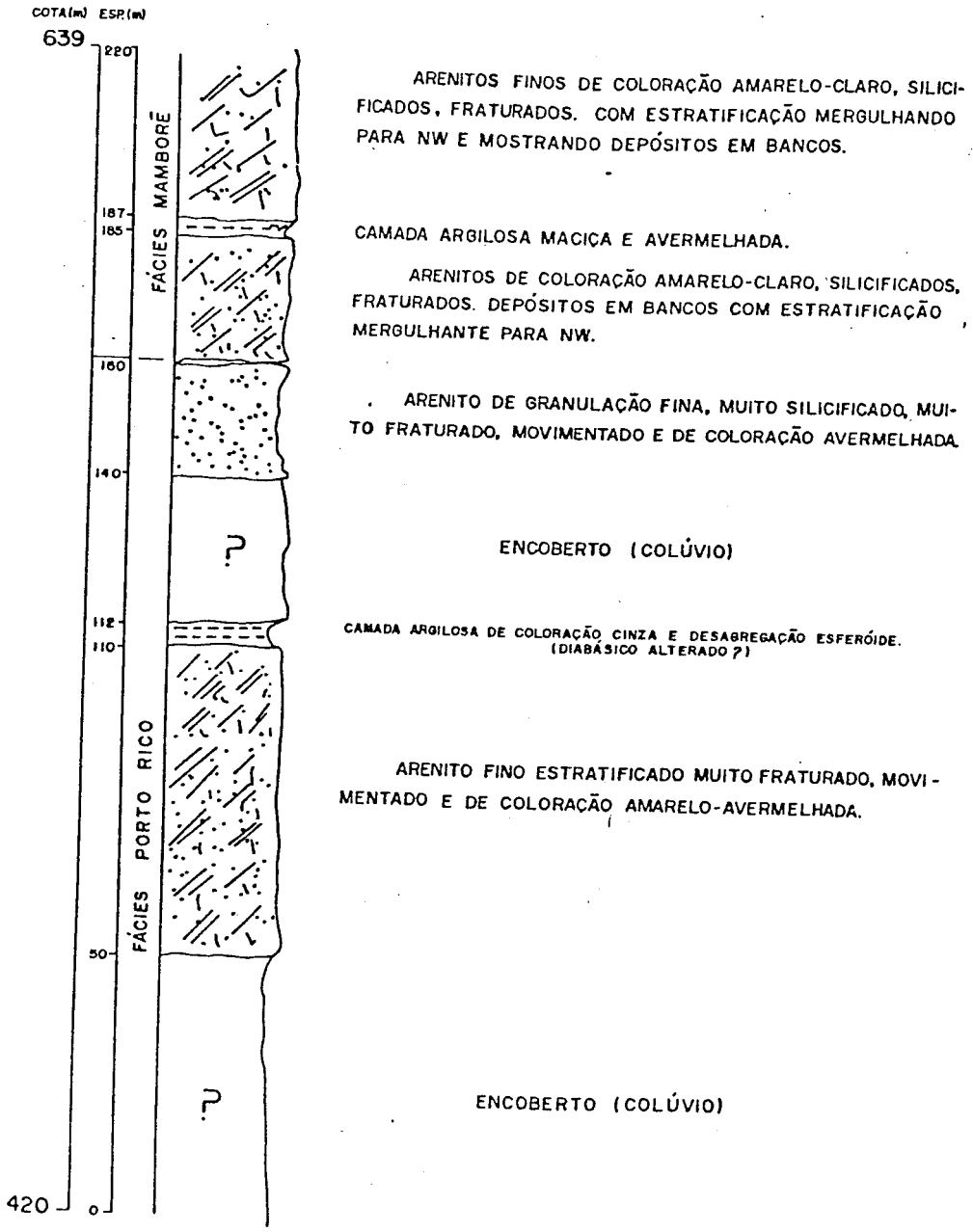
A

B

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Icnofósseis da Formação Caiuá. (A) tubos preenchidos por calcita, (B) - formas protusivas sub horizontais.

Figura: 12



CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Perfil Geológico do Morro Três Irmãos (Santos, 1987)

ligados à descarga relâmpago ("flash flood") que esporadicamente alimentaram leques aluviais. Nesta concepção, os arenitos carbonáticos poderiam tratar-se de prováveis calcretes, representando fácies do tipo "playa lake" em clima desértico.

O imenso "mar" de dunas eólicas que dominaram toda a porção SW da bacia Caiuá (ao sul do Alto de Paranapanema) tinha um aporte sedimentar vindo de NE para SW (Figura 5). Localmente chuvas torrenciais e efêmeras fluidizavam o "foresets" das dunas, provocando avalanchas de areia.

2.1.4. Formação Santo Anastácio e Adamantina

Embora presentes no Mapa Geológico do Estadó do Paraná, na escala 1:650.000 (MINEROPAR, 1989), as Formações Santo Anastácio e Adamantina, têm ocorrência muito restrita, limitada ao capeamento de espigões na região de Bela Vista do Paraíso e no interflúvio dos ribeirões Rondon, do Tenente e das Antas, nos municípios de Florestópolis, Centenário do Sul e Lupianópolis respectivamente.

A Formação Santo Anastácio constitui-se predominantemente de arenito de granulometria fina a média, com pouca matriz (inferior a 15 %), bem selecionados, com pouca variação textural, ocorrendo localmente cimento carbonático, formando concreções irregulares e nódulos.

As poucas exposições em território paranaense parecem indicar uma correlação entre esta formação e a "Fácies Mamborê" de JABUR & SANTOS (1984), o que de certa forma, concorda com um ambiente fluvial exibindo características cíclicas de deposição com alternância de depósitos de canal e de transbordamento a ela atribuidos por LANDIM & SOARES (1976).

A Formação Adamantina, de ocorrência ainda mais localizada, quase não apresenta afloramento no Estado do Paraná. Sua delimitação foi totalmente inferida a partir de fotografias aéreas nos trabalhos de mapeamento apresentados pelo CONSóCIO CESP/IPT-PAULIPETRO (1980a,b,c e 1981)). Alguns pontos visitados, supostamente pertencentes à referida formação, apresentaram alternância de bancos de lamito, siltito e arenito

lamitico, de cor castanho avermelhado, maciça e incipientemente acamados.

A falta de informações impidiu quaisquer hipóteses sobre seu ambiente sedimentar e praticamente descartou seu interesse econômico neste estado.

2.2 Sedimentos cenozóicos

A evolução geológica cenozóica do Estado do Paraná esta diretamente relacionada com os seguintes fatores:

a) tectônica de falhas pós-cretáceas.
b) oscilações climáticas terciárias, e principalmente quaternária.
c) variações relativas do nível do mar, cujos reflexos aparentemente não atingiram a área em estudo.

Do ponto de vista geomorfológico verificou-se o desenvolvimento de uma superfície de aplainamento denominada por BIGARELLA & AB'SABER (1964) e BIGARELLA & MOUSINHO (1965) de superfície Pd3 que deve corresponder a Superfície Japi (ALMEIDA, 1964, e HASSUI et al.(1982) de idade oligocena. As outras superfícies mencionadas pelos referidos autores são PD2 do Plioceno Inferior; PD1, Plioceno Superior/Pleistoceno Inferior e PD0) ligado à glaciações Kansan. Alguns pesquisadores criticaram a correlação que os mencionados autores fizeram entre os ciclos climáticos brasileiro e as glaciações do hemisfário Norte (MARTIN et al. 1986).

No Norte e Noroeste do Paraná a superfície mais representativa corresponde à PD1, que corta a Formação Serra Geral e Formação Caiuá. Delas emergem relevos residuais da superfície anterior PD2, como no caso do morro Três Irmãos (Figura 2). Algums desníveis menores, não superiores a 20 m, são mantidos pela ocorrência de couraças ferruginosas de origem pedogenética.

Sobre e superfície DP1 ocorre uma sequência arenosa definida por POPP & BIGARELLA (1975) como depósitos colúvios-aluvionares que constituem a Formação Paranavai. Posteriormente JUSTUS (1895) incluiu, na Formação Paranavaí as carapaças e

couraças ferruginosas pedogenéticos encontrados no divisor das bacias dos rios Ivaí e Piquiri. FULFARO & SUGUIO (1974) definiram "cascalheiras quartzíticas" e cascalheiras calcedônicas" associadas aos depósitos das calhas do rio Paraná, atribuindo-lhes idade pleistocenica inferior. RUIZ (1963) e STEVAUX (1991) acreditam que a diferenciação tanto na composição como topografia das duas cascalheiras fornecem subsídios para caracterizar duas fases importantes na instalação da Bacia hidrográfica do rio Paraná.

No Cenozóico, sob condições de drenagem exorréica, a deposição de sedimentos provavelmente aconteceu em áreas localizadas, representadas pela bacia de sedimentação formada por erosão a montante de soleiras de rochas mais resistentes. Também ocorreu deposição como resultado de mudanças nas condições hidrodinâmicas do transporte, relacionados com as variações climáticas ou topográficas. A cobertura colúvio-aluvionar, originada por meio de processos de movimentos de massa ou de processos normais de sedimentação, apresenta-se com pouca ou nenhuma consolidação e com evidências de maior ou menor pedogenização.

Três grupos de sedimentos cenozóicos podem ser determinados no Noroeste do Paraná:

a) depósitos coluvio-aluviais recobrindo modelados de dissecação e aplainamento;
b) depósitos subquosos de bacias localizadas; e
c) depósitos aluviões atuais e subatuais associados à calhas dos rios principais.

2.2.1. Depósitos colúvio-aluviais (Formação Paranavaí)

As sequências sedimentares da Formação Paranavaí afloram na porção noroeste do Paraná, oeste de São Paulo e sudeste do Mato Grosso do Sul, correspondendo a área de distribuição dos arenitos da Formação Caiuá (POPP & BIGARELLA, 1975). Embora os referidos autores tenham atribuido a essa formação uma origem colúvio-aluvial, SANTOS (1987) baseando-se nos fatos de que: na maioria das exposições a gradação de coloração entre esta

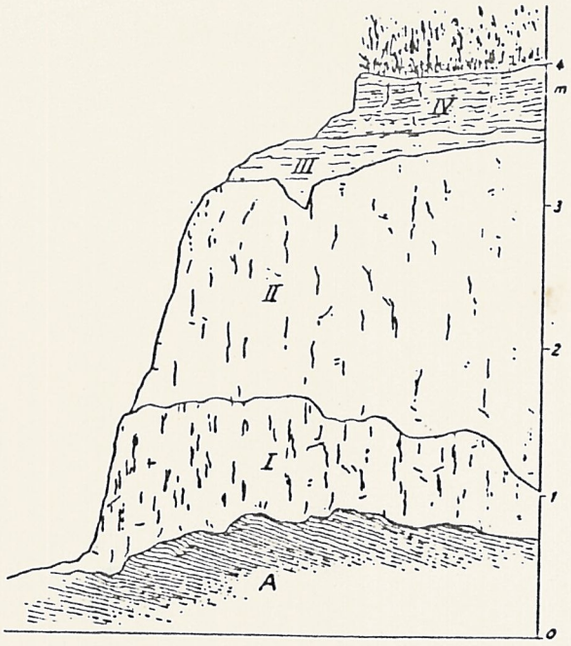
formação e os arenito da Formação Caiuá sotopostos, a ausência de contato nítido entre as duas formações e a ausência de estruturas sedimentares parecem indicar que a referida formação teria origem a partir da meteorização da Formação Caiuá, e sugere a sua caracterização como unidade edafo-estratigráfica. A seção-tipo da Formação Paranavaí descrita por POPP & BIGARELLA (1975) está descrita na figura 14, constitundo-se predominantemente de uma sequência arenosa, friável de coloração avermelhada, onde estão descritas estruturas de dissipação e estratificações incipientes.

2.2.2. Depósitos subaquosos de bacias localizadas

Não existem dados disponíveis para maiores esclarecimentos sobre a gênese, idade e extensão desses depósitos. Na literatura não foram encontradas quaisquer citações desses depósitos e, durante a realização deste projeto, apenas na rodovia entre Tuneiras do Oeste e Campo Mourão foi encontrado um afloramento desta unidade com condições favoráveis de estudo (Figura 15). Esta exposição constitui-se de pacotes de 30 a 80 cm de areia fina a média, vermelha acastanhada, maciça, argilosa. Localmente apresenta concreções de manganês e clastos de argila concentrados na base da camada. Intercalados aos pacotes arenosos ocorrem camadas de 10 a 50 cm de argilito, de coloração rosa-arroxeada, laminado, com marcas de raízes, caules e impressões de folhas. A análise de raios X revelou que esse material é constituido exclusivamente de caolinita (MINEROPAR com. pes.). O material fossilífero coletado esta sendo processado para identificação.

2.2.3. Depósitos aluviais atuais e pré-atuais

DEHIRA et al. (1981) estudando a região de Paranavaí e Cianorte estableceram a evolução do quaternário nessa área baseada nos depósitos de cascalheiras associadas a aluviões do



Seqüência arenosas da voçoroca da Rua Piaui, na cidade de Paranavaí. A Seqüência I jaz em discordância erosiva sobre o Arenito Caiuá (A). A seqüência II apresentava-se dissecada anteriormente à deposição da seqüência III. Esta apresenta evidentes estruturas de dissipação. A seqüência IV é constituída por sedimentos coluvio-aluvionares da rampa dissecada pela voçoroca atual.

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Seção tipo da Formação Paranavaí.
Paranavaí-PR. (POPP & BIGARELLA; 1975)

Figura: 14

A - Colúvio arenoso (Formação Paranavaí)

B - Argila Caulinítica

C - Areia média grossa com clastos de argila

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauro do Estado do Paraná.

Depósitos suspensos de bacias localizadas. Rodovia Tuneiras do Oeste-Campo Mourão. Intercalações de bancos argilosos e arenosos capeados por colúvio arenoso da Formação Paranavaí.	Figura: 15

d

rio Ivaí, cujos dados foram corroborados por STEVAUX (1991) para o rio Paraná.

A alternância de clima árido e úmido durante o Quaternário está refletida na ocorrência de cascalheiras e coberturas de colúvios e regolitos respectivamente. Pelos menos três pares de alternância clima árido/úmido foram estabelecidos como correlações com estágios glacial-interglacial das glaciações do hemisfério norte (Figura 16), em que pese a controversia existente na literatura (MARTIN et al. 1986).

As cascalheiras próximas ao rio Ivaí e margem direita do rio Paraná, situadas acima dos aluviões em terraços, correspondem ao baixo terraço com cascalheira (TC1 e TC2) de BIGARELLA & MOUSINHO (1965), baixos terraços de GUIDICINI (1973). Tais cascalheiras encontram-se alçadas cerca de 30 m em relação ao Ivaí e rio Paraná. A idade admitida para a formação dessas cascalheiras seria terciária pós-miocênica ou pleistocênica. A tendência a clima úmido implicaria na evolução de espesso manto de regolito e coluviamento.

Novas oscilações climáticas, para climas mais secos, são sugeridas pela presença de cascalheiras dos terraços baixos, situados poucos metros acima do nível dos terraços baixos, seriam depósitos correlativos dos períodos glaciais Riss e Würm (Figura 16).

Após a fase seca Würn, instala-se um período úmido que se estende até os dias de hoje. Destaca-se que os aluviões em terraços e aluviões atuais situam-se em depósitos de várzea de inundação, baixos terraços, terraços de várzea atual.

Associados provavelmente a esse último evento estão so depósitos portadores de turfas e as areias sacaroidais de grande interesse econômico, mencionadas neste relatório.

Série	Estágio		Clima	Eventos	
HOL.	Tr. Flandriana		mais úmido	- deposição dos aluviões atuais - deposição dos aluviões em terraços	entalhamento da drenagem
PLEISTOCENO	WISCONSIN	*WURM*	mais seco	- deposição das cascalheiras mais baixas	pedimentação incipiente
				- coluvionamento, originando os colúvios mais recentes, que acompanham a topografia	
		INTERLACIAL R-W	mais úmido	- formação de regolito - deposição de parte dos aluviões entalhados subatuais	entalhamento da drenagem
		RISS	mais seco	- deposição das cascalheiras de níveis intermediários	pedimentação incipiente
				intenso coluvionamento, originando os coluviões entalhaods das cercanias do rio Ivaí e os complexos colúvio-aluvionares subatuais restritos.	
	SANGAMONIAN *INTERGLACIAL M-R*		mais úmido	- formação de regolito - deposição de parte dos aluviões entalhados subatuais	entalhamento da drenagem, principalmente de cabeceira, originando calhas depois entulhadas com os complexos colúvio-aluvionares.
	ILLINOIAN *MINDEL*		mais seco	- deposição das cascalheiras mais altas	pronunciada pedimentação, com alargamento do vale do Ivaí (nível de colinas); correlacionável ao pedimento Pl de Bigarella e Andrade (1965).

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Estágio de evolução cenozóica interpretada para o Noroeste do Paraná (DEHIRA et al. 1981)

Figura: 16

3. MODÊLOS METALOGENÉTICOS DAS OCORRÊNCIAS MINERAIS

O trabalho desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), da avaliação do potencial metalogenético da Bacia do Paraná (SAAD et al., 1988), forneceu as diretrizes para execução do presente relatório no tocante aos estudo dos modelos compatíveis e esperados para a área. A pequena diversificação geológica e a baixa qualidade das informações de subsuperfície, com relação a Formação Caiuá, reduziram o número de posibilidades de obtenção de modelos metalogenéticos.

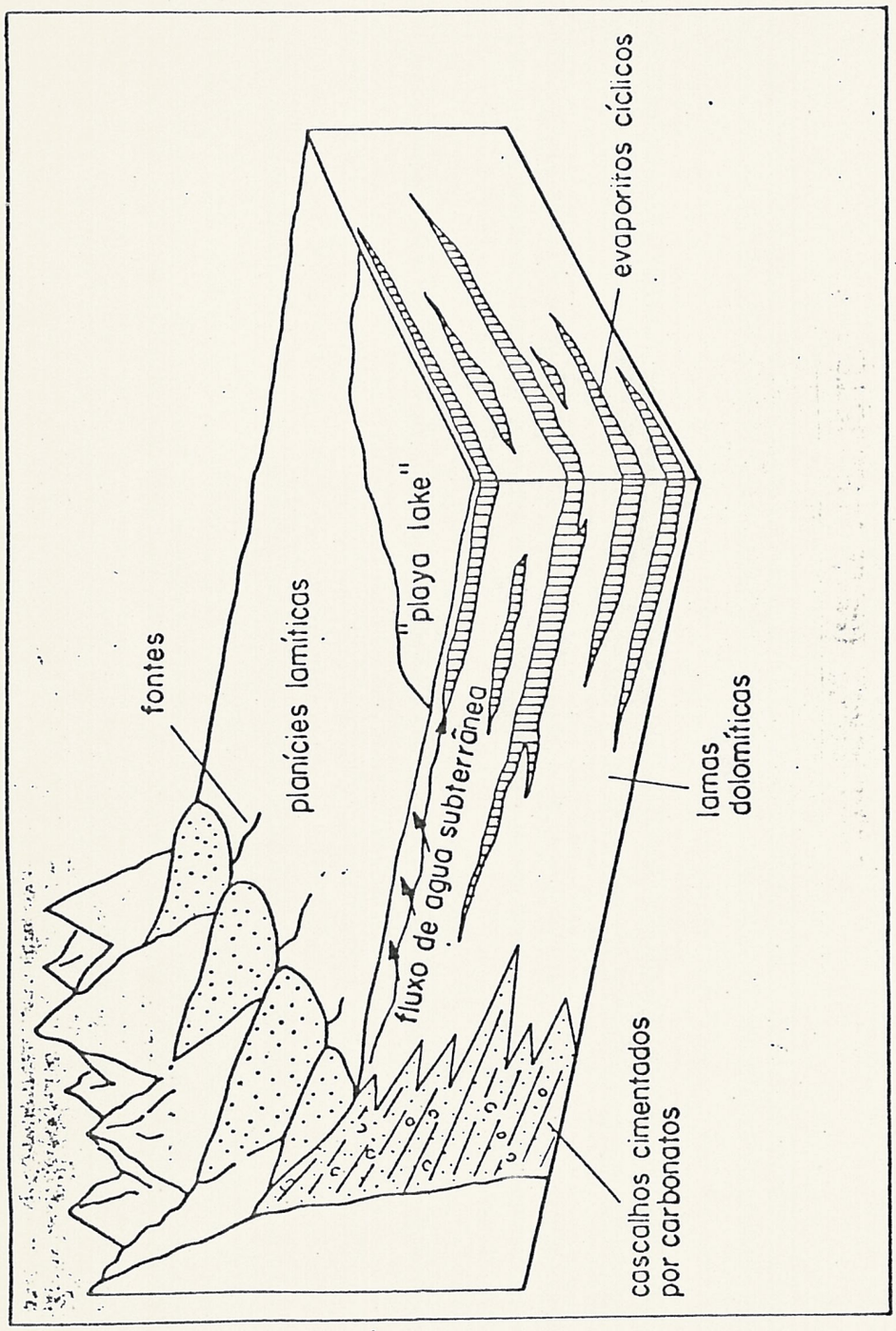
Cada modelo aqui apresentado corresponde ao análogo investigado no campo, excessão feita ao modelo de evaporito continental da Formação Caiuá, cuja investigação restringiu-se ao caráter geoquímico da água de subsuperfície e uma ocorrência de arenito calcífero.

3.1. Modelo de Evaporitos Continentais (Formação Caiuá).

A sugestiva interpretação de um ambiente de "playa lake" proposta para a Formação Caiuá coloca-a como potencial para mineralizações pertinentes a esse tipos de ambiente.

"Playas" (Figura 17) constituem amplas e rasas depressões secas nas regiões áridas, que podem ser preenchidas sazonalmente por um fino lençol d'água e formar lagoas efêmeras. Esses corpos d'água posicionam-se nas porções distais dos sistemas de leques aluviais, sendo que a sedimentação detrítica nesta área é essencialmente fina.

A sedimentação química varia em função da composição da água. DYNI (1982) afirma que, enquanto a água do mar apresenta uma composição média conhecida, a água dos lagos continentais varia significativamente em função de uma combinação de vários fatores tais como: tipo, forma e profundidade da bacia, regime pluvial, hidrologia de subsuperfície e composição de rochas da



CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Complexo "Playa Lake" (Mod. EUGSTER & HARDIE; 1975)

Figura: 17

área-fonte. Desta forma, as assembleias de sais incluidas nos sedimentos são variadas e complexas.

Os evaporitos continetais não são muitos frequentes no registro geológico, isso devido à natureza efêmera dos minerais evaporíticos, que via de regra, são reciclados ou mobilizados para a superfície à medida em que ocorre o incremento sedimentar. Assim sendo, a literatura mundial não apresenta exemplos de evaporitos continentais com idades mais antigas que o Terciário.

Embora a sequência cretácea da Formação Caiuá exceda esse limite, ela porta sistemas deposicionais compatíveis com a gênese dos evaporitos. A remanescência de eventuais depósitos, embora rara, é teoricamente possível. Em relação a essa unidade, onde admite-se deposição em clima predominantemente semi-árido em sistemas de leques aluviais associados a "playa lake"; é possível a ocorrência de concreções evaporíticas de interesse econômico, mais especificamente calcáreos e/ou dolomitos para corretivos de solo e predominatemente arenito carbonático usado como brita.

SILVA & DEL MONTE (1987) são estusiastas quanto a potencialidade do Grupo Bauru para evaporitos enfatizando a prospecção de trona principalmente na Formação Marília. As ocorrências econômicas de calcário no complexo "playa lake" do Membro Ponte Alta da Formação Marília (SUGUIO & BARCELOS, 1983) no Triângulo Mineiro é umo dos exemplos mais significativos de potencialidade do Grupo Bauru.

Ainda SILVA & DEL MONTE (1987) ressaltam a importância de estudos geoquímicos em águas de nascentes e poços de abastecimento de água, enfocando Na, K, HCO_3, Mg, SO_4 e Cl, os quais permitiriam determinar o zoneamento geoquímico da região.

3.1.1. Arenito Calcífero

Conforme da descrição de JABUR & SANTOS (1984), a porção basal da Fácies Mamborê (unidade informal superior da Formação Caiuá), via de regra apresenta-se com alto teor de cimento calcífero. Tal característica é bastante generalizada, sendo que

na região do sítio urbano de Umuarama ocorre uma alteração na composição da água em poços cisternas que atravessam o contato entre as duas fácies Mamborê e Porto Rico. O aumento expressivo no teor de NaCl e provalvelmente do teor de Ca nessa água sugere a presença de cimentação calcífera associada talvez a resíduos de halita evaporítica.

Na ocorrência visitada (Figuras 6 e 18) o arenito carbonático ocorre sob a forma de lente onde a intensidade de cimentação carbonática aumenta da borda para o centro. São comuns fraturas centimétricas preenchidas por calcita pura.

Ainda que não estudada em detalhe, a origem do cimento calcífero nas rochas da Formação Caiuá deve estar ligada à alta disponibilidade de carbonato de cálcio em ambiente evaporítico. Como foi visto, SUGUIO (1973) estudando o Membro Ponte Alta da Formação Marília descreve uma associação de calcário como clastos carbonáticos. Nesta unidade as lentes de carbonato (calcário impuro) chegam a ter espessura da ordem métrica que lhe permite a utilização econômica.

A utilização de arenito calcífero como lastro de rodovia torna-se viável em locais sem, disponibilidade de brita convencional (rochas magmaticas e/ou metamorficas). Na rodovia que liga Campo Mourão a Goio-Erê, vários cortes em afloramentos de arenitos calcíferos forneceram material para um teste realizado pela DER no início da década de 80 (Figura 18).

Constatou-se que a pavimentação teve duração menor que nos trechos onde foi utilizado brita de basalto. Segundo ISSA JABUR (com. oral) foram dois os motivos do comportamento desse material: a) resistência menor à compressão - o movimento moderado de caminhões provocou, a partir de um determinado tempo, a desagregação dos blocos de arenito; b) dissolução do cimento - a intensa precipitação pluvial favoreceu a dissolução da calcita, reduzindo a resistência do bloco.

Por outro lado, o baixo custo devido ao aproveitamento do próprio material extraído dos cortes, bem como sua utilização em estradas vicinais podem viabilizar economicamente esse material de ocorrência localizada.

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru no Estado do Paraná.

Arenito calcífero da Formação Caiuá, membro Mamborê, utilizado como brita. Detalhe da figura 6. Rod. BR 369, próximo a Mamborê-Pr.

Figura: 18

3.1.2. Análise estatística de dados geoquímicos da Formação Caiuá.

A disponibilidade de análises laboratoriais para determinados elementos químicos nos poços cadastrados pela SANEPAR propiciou um tratamento estatístico, que teve como objetivo a avaliação preliminar da distribuição e zoneamento de elementos químicos nas águas da Formação Caiuá visando a orientação de futuros projetos hidrogeoquímicos.

A manipulação estatítica dos dados e sua posterior análise segue na metodologia adotada por SAAD et al., (1988) em ocasião de uma pesquisa similar que teve como cenário as águas do Grupo Baurú no Estado de São Paulo. Preocupou-se com a padronização no tratamento dos dados para facilitar posteriores comparações e integrações destas análises e as realizadas pelos mencionados autores.

Ao todo, foram fornecidos pela SANEPAR, 48 poços com análises químicas (Tabela 4 e Anexo 1). Para uma avaliação hidrogeoquímica das águas que circulam pela Formação Caiuá, foram selecionados 23 poços, os quais restringem-se apenas aos arenitos da Formação Caiuá (Tabela 5), sendo descartados aqueles de produção mista (basalto e arenito). Os cálculos dos valores estatísticos básicos correspondente aos dois grupos de poços são mostrados nas tabelas 6 e 7 respectivamente. Comparando estas tabelas evidencia-se a influência do basalto na composição química das águas subterrâneas da região estudada.

A distribuição espacial dos poços (Tabela 5) definiu áreas com maiores concentrações de dados em detrimento de outras regiões com baixa densidade de informações, dando uma densidade média de aproximadamente 1 poço para cada 1.300 km² (Anexos 4 a 12). Muito embora exista um elevadíssimo número de perfurações na região, sua distribuição é bastante irregular, concentrando-se no perímetro urbano dos municípios. Nesses casos foram escolhidos poços cujas análises estavam mais completas ou foram utilizadas as composições médias das águas de grupos de poços.

Uma averiguação descritiva da distribuição dos teores dos elementos e do pH das águas foi elaborada por meio da

Poco	Na	K	Ca	Mg	So4	Cl	Co3	DT	pH
03			1,60	1,00		ND	11,00	8,00	6,10
06	0,65	2,35	2,56	2,79		1,00	13,00	17,09	6,30
07	1,00	4,00	2,88	0,90		1,00	18,00	11,00	6,50
10			7,20	1,9	ND		26,00	26,00	6,80
11	4,10	3,82	17,10	1,21	ND	2,00	68,00	48,00	7,10
12			3,20	4,40	0,50	ND	5,00	26,00	5,60
13			1,60	1,40	0,50	ND	11,00	10,00	6,00
16			0,61	0,97	ND	2,00	32,00	28,00	6,90
19	0,61	2,95	1,04	0,43		1,00	7,00	4,40	5,90
20			1,60	0,50	5,00	1,00	8,00	6,00	6,00
21			5,60	2,40	ND	ND	27,00	24,00	6,60
22	7,70	2,80	17,41	1,28	ND	3,00	65,00	49,00	8,00
24			9,00	4,00	2,50	ND	84,00	40,00	8,80
25			12,80	1,00	ND	ND	40,00	36,00	7,10
26	1,54	2,73	2,28	0,36	ND	1,00	11,30	7,20	5,90
27						5,50	19,00	13,20	6,70
31	5,83	2,70	13,45	1,62			55,00	40,00	7,40
32	4,10	3,00	10,80	1,45	ND	1,00	44,00	35,00	6,90
33			8,80	2,40	ND	ND	35,00	32,00	6,60
42	4,90	2,91	12,93	3,13	1,20	3,50	50,00	45,20	8,25
43	1,50	2,30	1.40	0,63	ND	2,00	10,00	6,00	6,60
45			8,00	2,40		2,00	36,00	30,00	6,60
46	2,08	3,20	5,00	1,02	ND	2,00	22,00	16,70	7,15
52	5,75	1,91	20,38	7,24	ND	4,00	61,00	81,00	5,50
53	14,32	0,61	11,81	4,64	3,00	1,00	66,00	48,00	7,20
54	6,60	1,90	28,90	7,70	1,00	5,00	94,00	103,00	6,70
55						2,50	61,00	48,80	7,70
56			22,40	4,40	ND	1,00	62,00	74,00	6,60

TABELA 4: Resultados analiticos dos pocos artesianos - Formacoes Serra Geral e Caiua.

Plotacao dos pocos encontra-se no Anexo 1.

Poco	Na	K	Ca	Mg	So4	Cl	Co3	DT	pH
57						2,50	17,00	8,9	6,50
58	1,70	0,50	2,52	0,38	ND	1,00	12,00	7,90	6,85
60	2,50	3,25	14,67	1,19		3,50	43,00	41,50	7,50
62					1,50	4,00	27,00	28,80	6,90
63			1,60	0,50		1,00	7,00	6,00	5,80
65	1,46	2,83	1,28	0,19	1,00	2,00	6,00	4,00	5,70
66	1,15	2,60	1,40	0,19	ND	2,00	5,00	4,00	5,70
67	3,12	1,84	16,45	2,58	1,00	4,00	56,00	51,70	7,40
68			22,40	2,40	ND	ND	76,00	66,00	7,20
69	18,20	2,10	15,45	2,45	ND	6,00	83,00	48,00	8,30
70			4,00	1,40	0,50	ND	18,00	16,00	5,80
71						2,35	17,00	17,49	6,90
72						2,65	26,00	18,74	6,90
73	2,16	3,54	11,01	2,90	ND	2,00	43,00	37,40	7,30
74	0,87	2,00	1,32	0,53	ND	1,00	9,00	6,00	6,40
75	1,00	3,50	0,68	1,89		1,00	12,00	9,00	7,20
76						1,40	54,00	39,27	8,70
77	1,10	3,30	2,46	0,95		1,00	13,00	10,00	7,40
78			2,40	1,40	0,50	ND	12,00	12,00	6,50
79	1,08	3,04	1,48	0,36		2,00	9,00	5,20	5,90

Continuacao da tabela 4.

Poco	CM X	CM Y	Na	K	Ca	Mg	So4	Cl	Co3	DT	pH
03	1,4	7,8			1,60	1,00		ND	11,00	8,00	6,10
06	3,8	6,7	0,65	2,35	2,56	2,79		1,00	13,00	17,09	6,30
07	3,8	6,7	1,00	4,00	2,88	0,90		1,00	18,00	11,00	6,50
10	3,8	11,0			7,20	1,9	ND		26,00	26,00	6,80
12	11,7	11,4			3,20	4,40	0,50	ND	5,00	26,00	5,60
13	11,7	11,4			1,60	1,4	0,50	ND	11,00	10,00	6,00
16	8,6	18,8			0,61	0,97	ND	2,00	32,00	28,00	6,90
19	9,6	16,7	0,61	2,95	1,04	0,43		1,00	7,00	4,40	5,90
20	9,6	16,7			1,60	0,50	5,00	1,00	8,00	6,00	6,00
26	12,7	19,5	1,54	2,73	2,26	0,36	ND	1,00	11,00	7,20	5,90
57	20,8	14,9						2,50	17,00	8,90	6,50
60	6,2	3,5	2,50	3,25	14,67	1,19		3,50	43,00	41,50	7,50
62	2,3	5,8					1,50	4,00	27,00	28,80	6,90
63	3,8	6,7			1,60	0,50		1,00	7,00	6,00	5,80
65	14,7	16,8	1,46	2,83	1,28	0,19	1,00	2,00	6,00	4,00	5,70
66	14,7	16,8	1,15	2,60	1,40	0,19	ND	2,00	5,00	4,00	5,70
70	10,0	10,4			4,00	1,40	0,50	ND	10,00	16,08	5,80
71	10,0	10,4						2,35	17,00	17,49	6,90
72	11,9	15,7						2,85	26,00	18,74	6,90
73	8,9	15,9	2,16	3,54	11,01	2,90	ND	2,00	43,00	37,40	7,30
75	7,7	16,2	1,00	3,50	0,60	1,89		1,00	12,00	9,00	7,20
78	10,5	12,2			2,40	1,40	0,50	ND	12,00	12,00	6,50
79	15,6	19,1	1,08	3,04	1,48	0,36		2,00	9,00	5,20	5,90

TABELA 5: Resultados analiticos dos pocos artesianos - Formacao Caiua.

Observacao: - CM X e CM Y sao coordenadas em relacao a origem SW localizadas no paralelo 24° 19' S e no meridiano 54 W (medidas em centimetros - escala do mapa 1:950.000).

ELEMENTOS	MEDIA X	DESVIO PADRAO S	X+S	X+2S	X+3S
Na	3,8008	4,2169	8,0177	12,2345	16,4514
K	2,6272	0,8491	3,4763	4,3254	5,1745
Ca	8,0119	7,3789	15,3909	22,7648	30,1488
Mg	1,9629	1,7215	3,6844	5,4060	7,1275
SO4	1,5167	1,3018	2,8184	4,1203	5,4221
Cl	2,2536	1,3681	3,6217	4,9898	6,3579
CO3	33,0417	28,8008	57,8425	82,6433	107,4442
DT	28,1394	22,2959	50,4352	72,7311	95,027
pH	6,78	0,7914	7,5737	8,3651	9,1564

Tabela 6: Valores estatisticos dos dados hidrogeoquimicos correspondentes as Formaçoes Serra Geral e Caiua.

ELEMENTOS	MEDIA X	DESVIO PADRAO S	X+S	X+2S	X+3S
Na	1,315	0,584	1,898	2,483	3,067
K	3,079	0,472	3,551	4,023	4,496
Ca	3,316	3,621	6,938	10,559	14,181
Mg	1,298	1,070	2,368	3,439	4,509
SO4	1,357	1,527	2,886	4,414	5,943
Cl	1,894	0,912	2,807	3,720	4,631
CO3	16,348	11,048	27,396	38,443	49,491
DT	15,339	10,782	26,121	36,904	47,686
pH	6,37	0,565	6,938	7,504	8,069

Tabela 7: Valores estatisticos dos dados hidrogeoquimicos correspondentes a Formacao Caiua.

Valores em ppm.

técnica de análise de superfície de têndencia cujo resultado está expresso nos anexos 4 a 12. Na tabela 8 estão apresentados os parâmetros estatísticos correspondentes a cada superfície de têndencia mostrada nos referidos anexos. Nestas análises não foram consideradas a época de coleta das amostras, cujo período abrangeu cerca de 15 anos (1976-1989).

SÓDIO (Anexo 4)

Os teores de sódio variam 0,65 a 2,50 ppm, com valor médio de 1,3 ppm. Sua distribuição apresenta uma área positivamente anômala localizada na porção centro-sul da região em foco. O valor pontual mais alto (poço 60) está situado dentro desta área, próximo do contato da Formação Caiuá com os basaltos da Formação Serra Geral. Outros teores pontuais acima da média estão localizadas na porção norte da área em apreço (poços 26, 65 e 73) situados em pontos onde a Formação Caiuá apresenta as maiores espessuras.

POTÁSSIO (Anexo 5)

A análise de superfície de tendência para o elemento potássio mostra uma coincidência entre as curvas dos valores mais baixos da superfície de tendência com o eixo do depocentro da bacia Caiuá (vide anexo 2).

A média dos teores de potássio foi de 3,079 ppm, sendo 4,00 ppm o máximo valor registrado (poço 07). A distribuição dos poços com teores positivamente anômalos não apresenta nenhuma concentração espacial.

CÁLCIO (Anexo 6)

Os teores de cálcio variam de 0,60 a 14,67 ppm, com valor médio de 3,316 ppm. Nos poços 60 e 73 foram registrados os valores máximos deste elemento (14,67 e 11,01 ppm respectivamente), que ressaltam nitidamente acima do valor médio. A superfície de tendência define duas áreas anômalas: setor oeste e sudoeste da região estudada, que apresentam poços

ELEMENTO	PARAMETROS ESTATISTICOS	SUPERFICIE DE TENDENCIA 2° GRAU	3° GRAU
Na	Coeficiente de correlacao	0,763	
	Coeficiente de ajustamento (%)	58,2	
	Teste F - Calculado	1,12	
	- Tabelado (5/4;0,05)	6,26	
K	Coeficiente de correlacao	0,496	
	Coeficiente de ajustamento (%)	24,6	
	Teste F - Calculado	0,26	
	- Tabelado	6,25	
Ca	Coeficiente de correlacao		0,838
	Coeficiente de ajustamento (%)		70,2
	Teste F - Calculado		2,35
	- Tabelado (9/9;0,05)		3,18
Mg	Coeficiente de correlacao		0,665
	Coeficiente de ajustamento (%)		42,2
	Teste F - Calculado		0,70
	- Tabelado (9/8;0,05)		3,39
CO_3^{-1}	Coeficiente de correlacao		0,67
	Coeficiente de ajustamento (%)		44,8
	Teste F - Calculado		1,18
	- Tabelado (9/13;0,05)		2,71
Cl^{-1}	Coeficiente de correlacao		0,859
	Coeficiente de ajustamento (%)		73,8
	Teste F - Calculado		1,25
	- Tabelado (9/4;0,05)		6,0
DT	Coeficiente de correlacao		0,663
	Coeficiente de ajustamento (%)		43,9
	Teste F - Calculado		1,05
	- Tabelado (9/12;0,05)		2,8
pH	Coeficiente de correlacao		0,701
	Coeficiente de ajustamento (%)		49,1
	Teste F - Calculado		1,29
	- Tabelado (9/12;0,05)		2,8

TABELA 8: Valores dos parametros estatisticos das superficies de tendencia aplicados aos dados hidrogeoquimicos da Formacao Caiua.

com teores altamente anômalos. Deve-se lembrar que é neste setor que se restringem os sedimentos da Fácies Mamborê - a unidade mais calcífera da Formação Caiuá. (JABUR & SANTOS, 1984)

MAGNÉSIO (Anexo 7)

O mapa de análise de superfície de tendência revela um nítido aumento regional dos teores de magnésio no sentido NW-SE, com uma porção anômala no setor oeste que abrange o canal do rio Paraná e a foz do rio Ivaí. Este padrão de variação é corroborado pela distribuição espacial dos poços, ordenados em faixas NE-SW paralelas, com sentido NW-SE de acordo com a sequência: poços de 3ª Ordem (poços 10, 75), de 2ª Ordem (poços 06 e 73) e de 1ª Ordem (poço 12).

Todos os poços registraram valores próximos a média (1,298 ppm), onde 4,4 ppm (poço 12) foi o valor anômalo mais significativo.

SULFATO (Anexo 8)

Somente em 7 poços foi determinada a concentração de sulfatos. Dentre estes, somente o poço 20 apresentou um valor anômalo expressivo (5,0 ppm), muito superior à média de 1,337 ppm. A pouca quantidade de dados não permitiu o calculo de um mapa de superfície de tendência confiável.

CLORO (Anexo 9)

O valor médio de cloro foi de 1,894 ppm, sendo de 4,00 e 1,00 ppm os valores extremos registrados em um total de 17 poços. A variação regional está esboçada no mapa de superfície de tendência. Neste pode-se constatar que as curvas com valores máximos localizam-se na borda da bacia Caiuá, enquanto que os valores baixos situam-se no centro e na porção norte da bacia.

CARBONATO (Anexo 10)

Os teores de carbonatos variam de 5,00 a 43,00 ppm, com valor médio de 16,348 ppm. Sua tendência distributiva é caracterizada por faixas positivas anômalas nas porções SW e NW da área do projeto, orintados aproximadamente no sentido NE-SW, sendo que as curvas com os máximos situam-se na borda W da bacia Caiuá e nas proximidades do rio Paraná. Os maiores valores pontuais (poços 60 e 73) localizam-se nestas áreas.

DT - DUREZA TOTAL (Anexo 11)

Este índice representa uma referência indireta da somatória dos elementos Ca e Mg. O valor médio foi de 15,339 ppm, variando de 4,00 a 41,50 ppm. A dureza total encontra-se ressaltada positivamente nas porções NW e SE da área, onde se situam os maiores valores pontuais (poço 60 = 41,50 ppm e poço 73 = 37,4 ppm). A distribuição da Dureza Total encontrada mediante o uso da análise de tendência repete basicamente o padrão distributivo mostrado pelo Ca e CO_3 nos Anexos 6 e 9 respectivamente.

pH (Anexo 12)

O valor médio para o pH foi de 6,37. Sua distribuição é caracterizada por quatro áreas positivamente anômalas: norte, sul, noroeste e sudeste. As principais anômalias pontuais estão concentradas basicamente em duas dessas áreas: área sul (poços 07, 60 e 62) e área noroeste (poços 10, 73 e 75).

Em resumo, os valores anômalos mais expressivos registraram-se, basicamente, em dois poços:

Poço 60, localizado no município de Alto Piquiri, região sul da área estudada próximo do contato da Formação Caiuá com a Formação Serra Geral, onde a primeira formação atinge 122 m,

registrou anomalias nos elementos Na, Ca, CO_3, Dureza Total (DT) e pH.

Poco 73, localizado em Santa Izabel do Ivaí, região central da área de estudo e com grande espessura da Formação Caiuá (>150 m), registou também valores anômalos expressivos nos mesmos elementos que no poço 60.

3.2. Modelo de formação de couraças ferruginosas

As couraças são materiais mais o menos endurecidos, geralmente superficiais ou subsuperficiais. Apresentam formas extremamente variadas: vesicular, concrecionária, vermicular, pisolítica ou maciça. Podem-se apresentar de várias formas como uma massa contínua de elementos endurecidos, coerente, elementos livres endurecidos, concreções ou nódulos, em uma matriz terrosa ou elementos endurecidos cimentando materiais pré-existentes. São geralmente de cor rosada, ocre, vermelha ou castanha, às vezes manchada em tons de violeta.

A característica química principal é o alto teor de sesquióxido (óxidos e hidróxidos) de ferro e/ou de alumínio em relação aos outros componentes, que se acham misturados em proporções variáveis. Algumas couraças contêm mais de 80 % de Fe_2O_3 e pouco Al_2O_3, enquanto outras podem conter mais de 60 % de alúmina e uma porcentagem baixa de Fe_2O_3. O manganês ocorre, às vezes, em quantidade suficiente para ser explorado economicamente. Podem também ocorrer associados a titânio, vanádio e cromo. A sílica presente, em geral com teores baixos, ocorre sob a forma combinada nos argilominerais (caolinita). O quartzo, quando aparece, é principalmente residual.

A formação de couraça dá-se em áreas submetidas a climas tropiciais, onde dominam os processos de ferralitização e ferruginização. Os climas tropiciais úmidos com estações contrastadas são mais favoráveis ao encouraçamento.

As couraças podem também ocorrer na paisagem como testemunho de condições climáticas passadas, desvinculadas portanto, das condições atuais.

O processo de formação de uma couraça implica na concentração em um determinado nível (do perfil do solo ou da paisagem) de uma quantidade suficiente de sesquióxidos e seu posterior endurecimento. Esta acumulação pode ter duas origens:

a) resultar da eliminação de outros constituintes - acumulação relativa.

b) resultar de uma adição por elementos trazidos em solução - acumulação absoluta.

A acumulação relativa se dá em condições muito particulares (mesmo excepcionais), sobre rochas parentais básicas em meios bem drenados. As couraças assim formadas são geralmente muito ricas em gibbsita (couraça bauxitica). A acumulação absoluta, ao contrário, é mais generalizda. Neste caso o ferro migra vertical ou obliquamente, seja sob a forma individualizada (partículas), seja sob a forma reduzida ou complexada pela matéria orgânica, precipitando-se e acumulando-se nos lugares favoráveis a sua concentração e oxidação. Tanto no estado de sesquióxidos amorfos quanto cristalino, ele vai enriquecendo progressivamente as acumulações iniciais. Essas migrações na paisagem de montante para jusante e o enriquecimento progressivo das acumulações iniciais, promovem uma invasão remontante das camadas ferruginosas.

A mobilização dos sesquióxidos pode ser provocada por vários fatores:

a) alternância de estação úmida/estação sêca - a deficiência hídrica durante a estação sêca promove a concentração e precipitação dos sesquióxidos (mudança de ambiente redutor para oxidante) total ou parcialmente, em determinado nível.

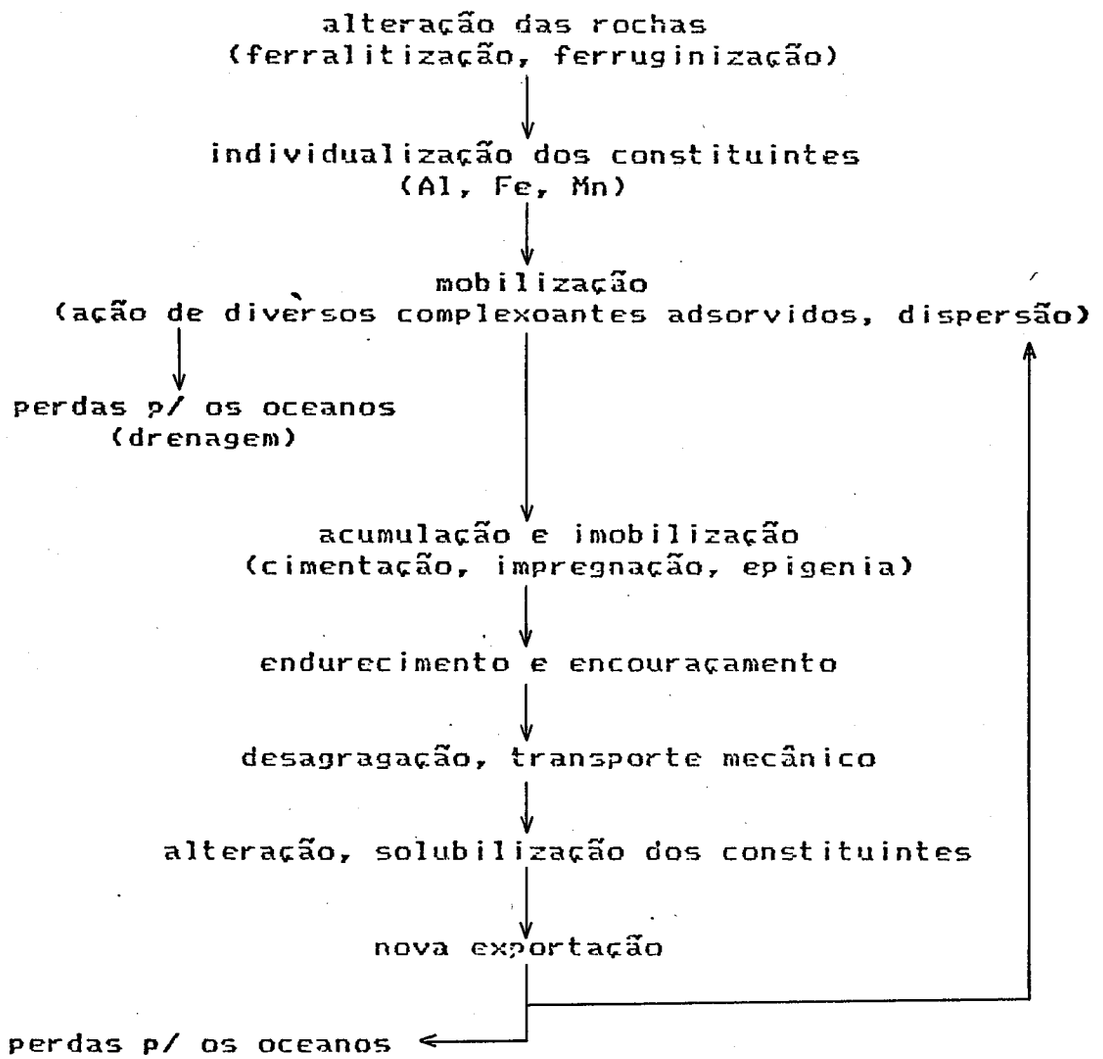
b) rebaixamento do nível de base local ou mudança climática - implica uma mudança do regime hídrico do perfil (ou da paisagem) capaz de alterar as condições redutoras para oxidantes.

c) destruição de matéria orgânica e consequentmente dos complexos orgânicos que mobilizaram o ferro - pode ser decorrente de ação antrópica ou mudança climática.

O endurecimento ocorre em função da imobilização e dos fenômenos de dessecamento dos solos.

A couraça, uma vez formada pode vir a sofrer processo de alteração desmatelando-se, tendo os seus produtos redistribuidos na paisagem constituindo-se em uma nova fonte de sesquióxidos para outro ciclo. Na tabela 9 esta explicado o esquema geral da formação de couraças no solo.

Tabela 9. Esquema geral da formação de couraças no solo (seg. MAIGNIEU,1959 in NOBREGA, 1988)



3.2.1. Ocorrências de couraças na área de estudo

A ocorrência de couraças no Estado do Paraná está restrita às superfícies de erosão onde aparecem como fragmentos que compõem linhas de seixos ou cascalheiras.

No noroeste paranaense, sobre a Formação Caiuá, destaca-se uma superfície interplanáltica, desginada como Pd1 (BIGARELLA & MOUSINHO, 1965), ocupando os divisores das principais bacias hidrográficas. Esta superfície apresenta altitudes máximas de 620 - 630 m nos setores mais orientais da região, decaindo para 380 - 400 m próximo ao rio Paraná. JUSTUS (1985) relata a ocorrência de pequenas elevações com desnível inferior a 20 m, mantidas por rochas enriquecidas em óxidos hidratados de ferro e por carapaças e couraças ferruginosas de origem pedogenética, no divisor entre as bacias do Ivaí e Piquiri. Pavimentos detríticos rudáceos, alimentados pelas carapaças, couraças e arenitos ferruginosos, foram posteriormente recobertos por colúvios arenosos vermelho-escuros.

3.2.2. Perspectivas de utilização das couraças

As couraças em função de sua composição química e mineralógica, podem ser consideradas como recursos minerais exploráveis, por exemplo: couraças bauxíticas (exploração de alumínio), couraças ricas em manganês. As couraças e/ou carapaças (acumulações de ferro mais delgadas e que se formam mais rápidamente) ferruginosas são geralmente aproveitadas como materiais de construção de bases, sub-bases de pavimentos, ou como tratamento primário de estradas rurais.

Este material é frequentemente utilizado em construção rodoviária, nos paises africanos. Na Costa do Marfin, por exemplo, o seu uso já é normalizado, com recomendações específicas para cada classe de tráfego como mostra a tabela 10.

Tabela 10. Normatização para uso de couraça (AUTRET,1983, in NOBREGA, 1988)

imporatância do critério	características	tipo de camada	classe de tráfego T1	T2	T3	T4	T5
critério de aceitação	índice de suporte CBR	L	>25	>30	>30	>30	>30
		B	>60	>80	>80	-	-
	ensaio Los Angeles dos módulos	L	<60	<60	<55	<50	<50
		B	<45	<45	<40	-	-
critérios seletivos	teor em finos <0,08mm	L	<25	<25	<20	<50	<50
		B	<15	<15	<15	-	-
ou	índice de plasticidade	L	<25	<25	<20	<20	<20
		B	<20	<15	<15	-	-
índices de qualidade	expansão	L	1 a 2% max.				
		B	0,5 a 1% max.				
	sensibilidade seca max.OPM	L	>1,90 T/m3				
		B	>2,00 T/m3				

Nas figuras 19 e 20 pode ser observada a frente de exploração abandonada de couraças utilizadas para capeamento de estradas vicinais do Município de Umuarama ao sul da área. A jazida constitui-se de níveis (pelo menos três) de couraças fragmentadas provindas, provavelmente, de um único corpo não aflorante no local. Esses níveis têm sua gênese ligada a evolução do relevo, representada por estágios de aplainamentos mais demarcados (Figura 21).

Via de regra as couraças apresentam uma resistência maior à erosão, constituido-se os topos de morros testemunhas em toda a região de Umuarama. Assim sendo, todas as localidades onde ocorrem a superfície correspondente aos topos em Umuarama (provavel Pd1 de BIGARELLA & AB`SABER, 1964) têm potencial de ocorrencia das couraças. Não foram elaboradas análises químicas ou mesmo mineralógicas das couraças no sentido de caracterizar seu potencial de mineralização. Para a segunda fase da pesquisa esse procedimento é recomendado, enfatizando, entretanto, as couraças que ocorrem nos solos da Formação Serra Geral. Segundo

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru no Estado do Paraná.

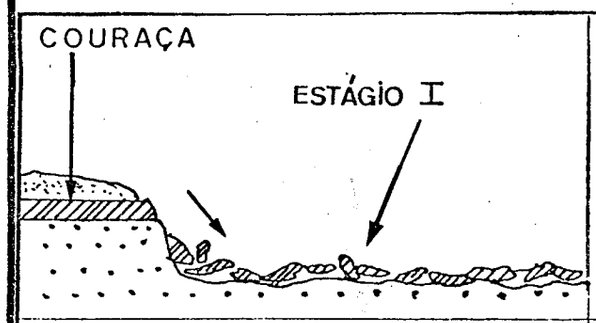
Nível mais antigo de couraça remobilizada. Frente de lavra abandonada ao norte de Umuarama-PR.

Figura: 19

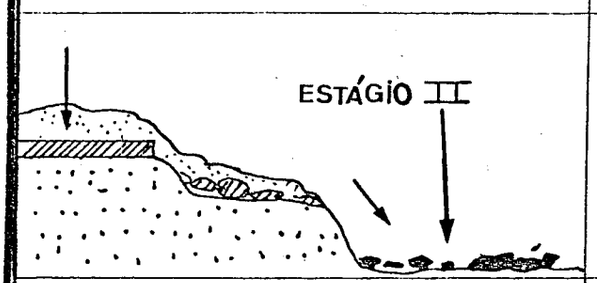
CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru no Estado do Paraná.

Nível médio de couraça remobilizada. Frente de lavra abandonada ao norte de Umuarama-PR.

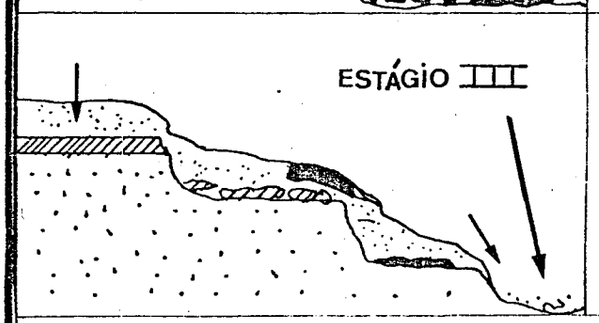
Figura: 20



INSTALAÇÃO DA SUPERFICIE LOCAL DE APLAINAMENTO.
FRAGMENTOS DE COURAÇA SÃO DA ORDEM DE 0,5 m E A ESPESSURA DO PACOTE É DE 0,8 m



ESCAVAÇÃO E APLAINAMENTO LOCAL DO ESTÁGIO II.
FRAGMENTOS DA ORDEM DE 0,2 m E ESPESSURA DE 0,3 m.



ESCAVAÇÃO E APLAINAMENTO LOCAL DO ESTÁGIO III
FRAGMENTOS DA ORDEM 0,1 E ESPESSURA DE 0,2.

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Estágios de Aplainamento e Gênese dos Níveis de Couraça na Lavra ao Norte de Umuarama-PR.

Figura 21

TADEU CAVA (com. oral) couraças em tais situações podem apresentar mineralizações de elementos raros, como o vanádio por exemplo.

3.3. Turfa

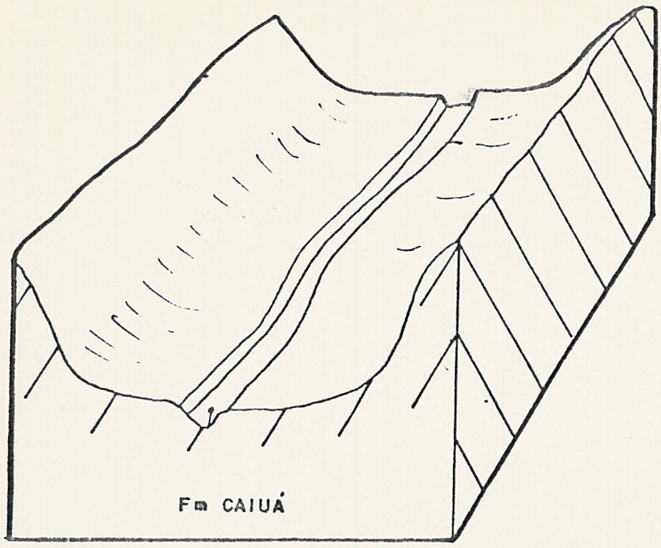
A evolução e modelagem do relevo associada à evolução climática do Quaternário na região, condicionaram em determinados locais, a geração de camadas de concentração de matéria órganica vegetal, com possibilidades de depósitos turfáceos de interesse econômico.

Duas etapas marcantes de erosão alternadas por uma etapa de assoreamento e densa cobertura vegetal podem ser detectadas em quase todas as vertentes escavadas por processo atual de voçorocamento. O primeiro estágio erosivo, de idade provavelmente pleistocênica, propiciou a formação de amplos vales abertos, escavados diretamente nos arenitos da Formação Caiuá. Em tal cenário predominou provavelmente clima com tendência a aridez (Figura 22 A).

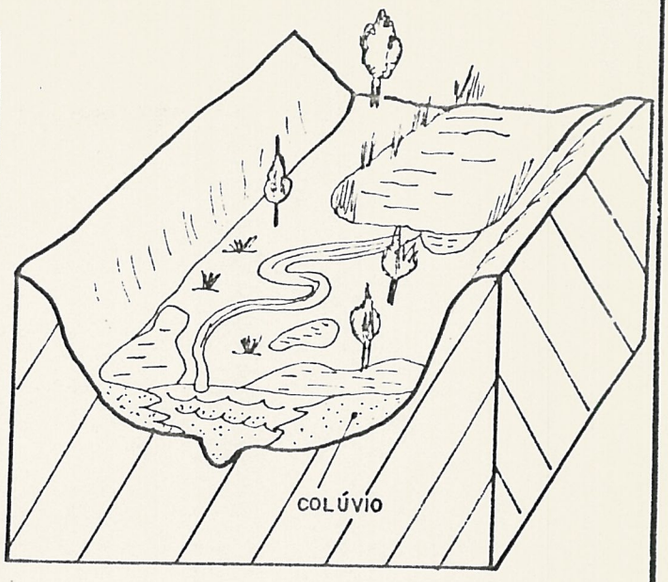
Em seguida, mudanças climáticas associadas a estabilidade tectônica propiciaram o assoreamento do antigo vale com depósitos mistos de origem colúvio-aluvial. Predominaram nesse ambiente, rios meandrantes com extensas planícies de inundação, associadas à vegetação mais intensa (Figura 22 B).

Amostras palinológicas elaboradas nas camadas de argila orgânica revelaram a presença de Concentricystes sp coadjuvando com algas, revelando um ambiente límmico. A vegetação esta representada principalmente pela presença de pólens de monocotiledôneas e esporos de pteridófitas indicando, segundo ZERMIANI (1987), um sistema vegetacional aberto. Nas camadas e leitos superiores pode ocorrer e desaparecimento do Concentricystes sp, e uma sensível diminuição das algas sugerindo que o meio estava condicionado a um ambiente paludal com baixo teor de oxigenação.

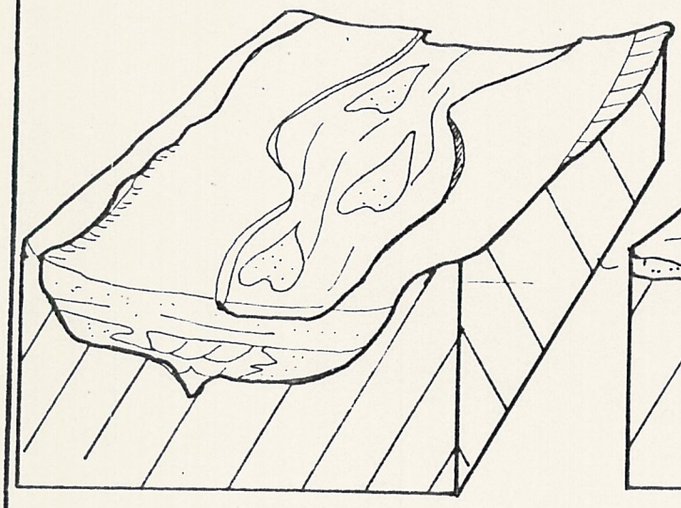
Uma nova mudança climática provocou a intensificação do processo de assoreamento e o desaparecimento das condições límnicas anteriores (talvez clima mais árido). Os vales foram



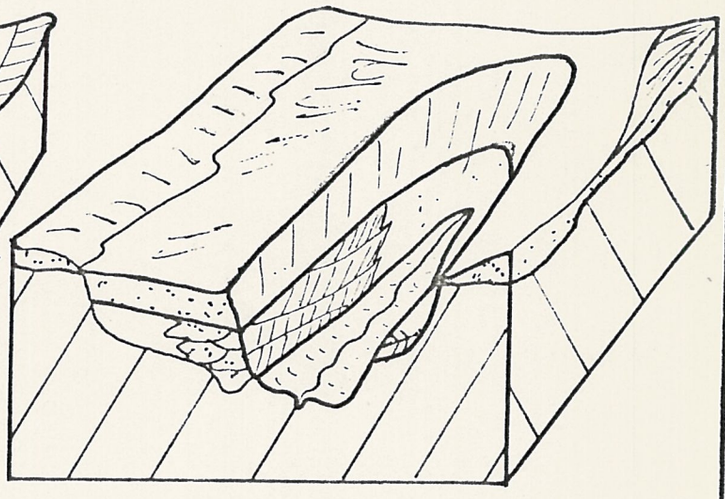
A- ESTÁGIO DE ESCAVAÇÃO DOS ARENITOS DA FORMAÇÃO CAIUÁ



B- AMBIENTE DE RIOS MEANDRANTES COM PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO ARGILOSA, RICA EM MATÉRIA ORGÂNICA. AÇÃO DE COLÚVIO PROVINDO DAS PARTES ALTAS



C- MUDANÇA PARA CLIMA ÁRIDO/SEMI-ÁRIDO. VALES ASSOREADOS POR RIOS ENTRELAÇADOS DE ALTA CARGA



D- RETOMADA DO PROCESSO EROSIVO COM EXPOSIÇÃO DOS DEPÓSITOS.

CONVÊNIO MINEROPAR UEM	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ
BLOCO DIAGRAMA COM OS ESTÁGIOS EVOLUTIVOS DO RELEVO NAS PALEO-VOÇOROCAS DO NOROESTE DO PARANÁ (FUEM-FINEP, 1990)	FIGURA: 22
	DES. nº

intensamente assoreados e deveriam ser percorridos por rios com alta carga arenosa (Figura 22 C).

Na última fase, uma retomada dos processos erosivos em clima subtopical pluvial, associada às importantes mudanças antrópicas na região, deflagra um processo acelerado de voçorocamento cujo limite de base é a própria Formação Caiuá (Figura 22 D). O processo de reativação de "paleo-voçorocas" é bastante discutido na literatura.

Segundo a clasificação proposta por LENZ (1984) e adotada pela MINEROPAR (1990) as turfeiras passíveis de serem encontradas na região estudada podem ser enquadradas no tipo de turfeiras altas semelhantes as de clima moderado.

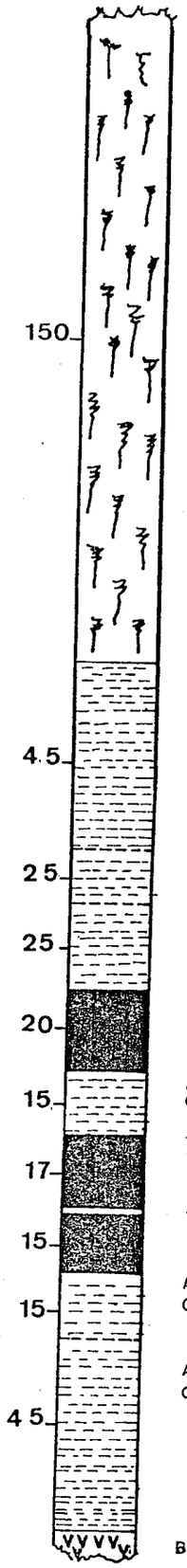
Observações preliminares sobre a gênese das turfeiras no sul do Brasil confirmam a necessidade de um clima frio e com menor retenção de umidade no solo, para o desenvolvimento desses depósitos (ZERMIANI, 1987). A Figura 23 apresenta o perfil geológico de uma ocorrência de turfa na região de Piquerivai, Município de Campo Mourão. É interessante ressaltar que a mencionada ocorrência já esta fora do limite da Formação Caiuá, mas apresenta o mesmo modelo genético para a área toda.

3.4. Argila cerâmica e refratária

A região dominada essencialmente pelos arenitos da Formação Caiuá e Paranavai, quase não apresenta depósitos argilosos de extensão suficiente para exploração econômica, com exceção daqueles que se restringem às várzeas de alguns rios e córregos da área. As explorações comerciais registradas na área estão associadas diretamente às várzeas dos rios Ivaí (Querência do Norte) e rio Paraná.

Na porção sul da área estudada, próximo à borda de afloramento da Formação Caiuá, em locais onde a topografia apresenta-se mais acidentada, ocorre uma sequência composta por alternância de camadas de argila (caolinítica) e areia argilosa, mencionada no ítem 2.2.2.

A figura 24 exibe um perfil vertical do afloramento da rodovia BR 487 que liga Campo Mourão a Tuneiras d'Oeste (anexo



SOLO ORGÂNICO COM ESTRUTURA PRISMÁTICA
COR - PRETA ACINZENTADA

ARGILA SILTO-ARENOSA MACIÇA, APRESENTANDO FRATURAS VERTICAIS EM TODO O CONJUNTO
COR - 5yR - 4/6

ARGILA AVERMELHADA MACIÇA APRESENTANDO ESTRURA DIFUSA NO TOPO COR - 5yR - 4/4.

ARGILA SILTOSA
COR 2.5yR - 3/10

ARGILA MACIÇA ORGÂNICA
COR PRETA

ARGILA SILTOSA ASPECTO MACIÇO
COR 2.5 - 2/0

TURFA DE ASPECTO MACIÇA APRESENTANDO MANCHA ACINZENTADA NO TOPO
COR PRETA

TURFA DISPOSTO EM CAMADAS HORIZONTAIS COR PRETA

ARGILA DE ASPECTO MACIÇO
COR 2.5y - 5/4

ARGILA DE ASPECTO MACIÇO
COR 5y - 4/4

BASALTO

LEGENDA

SOLO ORGÂNICO

ARGILA

TURFA

BASALTO

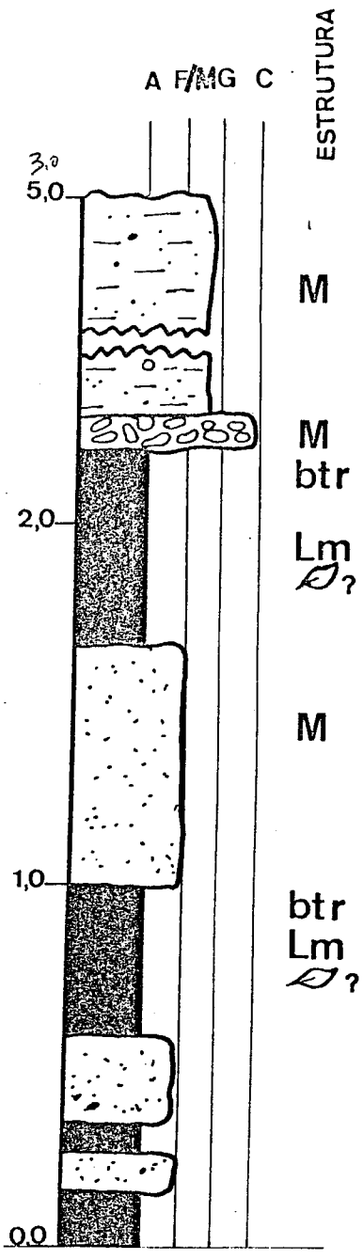
CONVÊNIO MINEROPAR - UEM

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ

PERFIL GEOLÓGICO DA OCORRÊNCIA DE TURFA NA MARGEM ESQUERDA DO CÓRREGO PIQUIRIVAÍ (mod. de Zermiani, 1987)

FIG: 23

DES. Nº



M	AREIA CASTANHO AVERMELHADO, MÉDIA FINA, MACIÇA, TÍPICA COBERTURA REGIONAL
M btr	COURAÇA FERRUGINOSA FRAGMENTADA
Lm ?	ARGILA ROSA ARROXEADA, LAMINADA, COM MARCAS DE ORGANISMOS (TUBOS) NO TOPO. (ANÁLISE = 100% CAULINITA)
M	AREIA VERMELHA AMARELADA A OCRE MÉDIA, ARGILOSA, MACIÇA CONCENTRAÇÕES LOCAIS DE MANGANÊS
btr Lm ?	ARGILA COMO ACIMA
	AREIA COMO ACIMA, COM CLASTOS DE ARGILA
	NÍVEL DA ESTRADA

LEGENDA

M- MACIÇO
Lm- LAMINDO
btr- BIOTURBADO
FRAGMENTO VEGETAL

CONVÊNIO MINEROPAR - UEM

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ

PERFIL VERTICAL DOS DEPÓSITOS SUBAQUOSOS SUSPENSOS RODOVIA CAMPO MOURÃO-TUNEIRAS D'OESTE (BR-487)

FIG: 24

DES. Nº

16). Neste perfil afloram quatro camadas de argila de coloração rosa arroxeada, um total superior a 1,20 m de espessura de material argiloso. O peso da camada sedimentar provoca localmente no pacote argiloso estruturas do tipo "sliken side". O afloramento tem cerca de 30 m de extensão, sendo difícil seu acompanhamento devido a cobertura coluvial e vegetal. Análise da argila realizada pela MINEROPAR (Anexo 14) determinou 100 % de caulinita na composição da argila e potencialidade para o uso de cerâmica branca e refratário. Três camadas arenosas intercalam a argila, desenvolvendo contato basal abrupto e erosivo, identificado pela presença de clastos de argila na areia. A granulometria da areia varia entre fina a média com coloração que variam do ocre a vermelho amarelado. Localmente ocorrem concentrações de manganês.

A ocorrência restrita desses depósitos impediram maiores conjecturas sobre sua origem. As características faciológicas da ocorrência estudada neste trabalho, onde predomina coloração vermelha acastanhado tanto da areia como da argila, sugere um ambiente deposicional com características fortemente oxidantes. Tal característica impede o uso da palinologia como apoio a compreenção de sua gênese.

A intercalação de fácies arenosas com contatos basais abruptos e erosivos e a ocorrência de clastos, propõem um ambiente deposicional de águas correntes com energia suficiente para erodir a superfície argilosa sotoposta. A ausência de estruturas sedimentares na areia impede a avaliação da natureza e direção do fluxo da corrente que o depositou.

A litologia argilosa é bastante homogênea e desenvolve forte laminação imposta por sobrecarga, apresentando incipiente grau de diagênese, o que pode indicar uma idade não muito recente a esses depósitos. É comum a ocorrência de moldes de fragmentos vegetais (folhas ou troncos) na massa argilosa (determinação ainda não elaborada), implicando num ambiente de águas calmas com predomínio exclusivo de processos de decantação. A intensidade da bioturbação por tubos de raizes preenchidos por areia no topo dos pacotes argilosos pode ser interpretada como atividades preliminares de pedogênese. A coloração do material, bem como a nítida alternância de

litossoma, sugere um clima árido com precipitações restritas, mas bastante intensas.

O posicionamento topográfico desses depósitos, 50m acima dos ribeirões locais, juntamente com suas características diagenéticas deixam supor uma idade superior ao Pleistoceno (correlata à Formação Rio Claro ?).

Um volume mais expressivo da argila está sendo enviado à Cerâmica Florâmica de Londrina para avaliação de suas características para essa utilização.

3.5. Areia quartzosa

Conforme a definição "areia quartzosa", ou de uso industrial, são areias natuaralmente selecionadas com alto teor de sílica ($Si\ O_2$). Devem ter cor branca, baixo teor de ferro, alumínio e titânio e granulometria dentro de determinações especificões, conforme a utilização prevista (MINEROPAR, 1990a).

Uma vez que é intenção da comunidade de municípios do Noroeste do Paraná a implantação de uma industria de vidro para a fabricação de embalagens, a ocorrência desse bem mineral torna-se fato de principal importância na viabilidade do investimento. É importante salientar também que inumeras fundições existentes na região utilizam areia de moldagem provinda de grandes distâncias (Paranaguá, São Paulo e Santa Catarina).

As areias provenientes do imtemperismo da Formação Caiuá e/ou Paranavaí apresentam alto teor de quartzo e alta seletividade. O grande problema para utilização desse material é a presença excessiva de óxido de ferro, que dá ao sedimento sua cor avermelhada típica. O modelo metalogenético apresentado abaixo permite a iluviação do ferro e consequentemente redução do teor do $Fe_2\ O_3$ na areia.

O intemperismo é um dos principais processos que atuam na evolução supergênica de compostos do ferro, tal processo pode ser mais ou menos intenso dependendo das condições climáticas. No Brasil, devido a essas propias condições, a hidrólise é o mais importante processo de alteração superficial.

Em condições normais, próximo a superfície, o Ferro sofre uma oxidação incipiente, sendo parcialmente dissolvido sob a forma de íon ferroso. Assim pode ser transportado, se a solução permanece levemente ácida, porém, se o meio torna-se mais alcalino, pode precipitar na forma de compostos insolúveis como sulfatos, carbonatos e silicatos. SCHELLMANN (1974) observou que ambientes oxidantes, como os que ocorrem próximo à superfície (pH 3 a 4), impedem uma maior mobilidade do Fe, tornado-o férrico e pouco solúvel, mesmo em zonas tropiciais. Isto explicaria a formação de horizontes altamente ferruginosos.

No entanto, ambientes ricos em matéria orgânica, reduzem o ferro férrico para a forma ferrosa o que possibilita sua entrada na composição de complexos orgânicos mais solúveis (MILLOT, 1971). MELFI et al. (1979) também observaram que em um ambiente redutor hidromórfico o ferro é mobilizado facilitando desta forma, sua redistribuição no perfil.

O processo de iluviação auxilia na mobilidade do Ferro, já que este tende a acompanhar as argilas na forma de hidróxidos ou ainda incluído nas estruturas de argilominerais

A sequência investigada aflora numa voçoroca escavada pelo ribeirão Tuneiras, na estrada que liga Tuneiras do Oeste a Campo Mourão, a 1 km daquela cidade (Figuras 25, 26 e 27). Esta ocorrência consiste num pacote arenoso oriundo da remobilização fluvial dos colúvios da Formação Caiuá, capeado por uma camada de argila silto-arenosa preta, rica em materia orgânica.

A figura 22 expõe os estágios evolutivos que se sucederam para a deposição da camada arenosa e a cobertura argilosa (vide ítem turfa). Tal situação provoca a retirada, por eluviação, da quase totalidade de ferro que cimenta os grão de areia.

Contudo, a qualidade do material depende também das características do fluxo d'água responsável pela deposição do material arenosos. Em alguns casos podem ocorrer leitos argilosos (centimétricos) intercalados à sequencias arenosas. Tal fato altera a qualidade da matéria-prima tanto no tocante às características granulometricas, quanto à pureza em relação ao teor de ferro, uma vez que os leitos argilosos funcionam como barreira no processo de iluviação.

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru no Estado do Paraná.

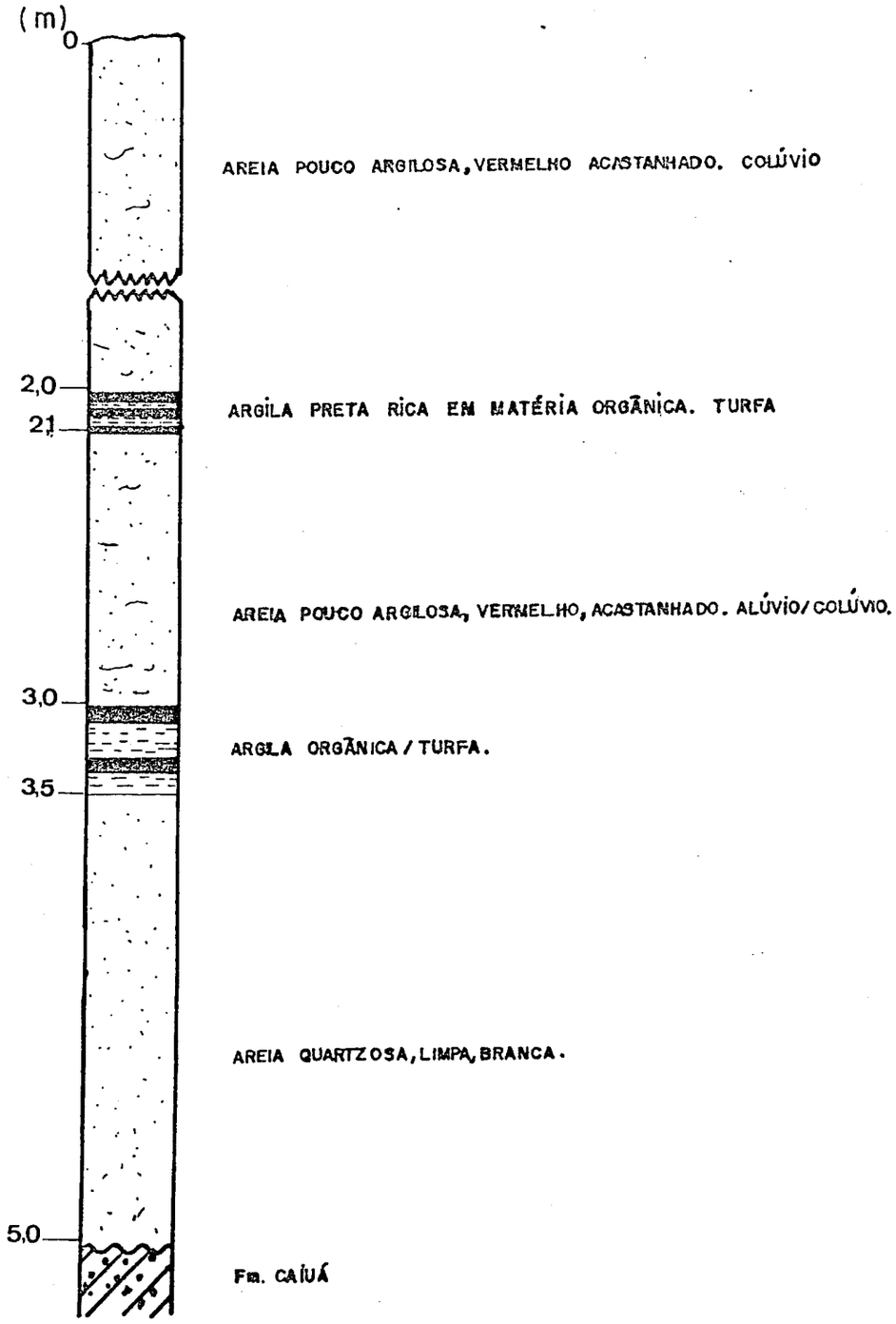
Afloramento de areia quartzosa nas margens do córrego Tuneiras do Oeste, o pacote arenoso é capeado por material turfoso.

Figura 25

CONVÊNIO MINEROPAR/UEM: Avaliação do Potencial Mineral do Grupo Bauru no Estado do Paraná.

Detalhe da figura 25. A areia apresenta estratificação cruzada incipiente com raras intercalações de filmes de argila.

Figura: 26



CONVÊNIO- MINEROPAR UEM

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINEROPAR DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ

PERFIL GEOLÓGICO NO RIBEIRÃO TUNEIRAS DO OESTE, OCORRÊNCIA DE AREIA QUARTZOSA

FIGURA: 27

DES: nº

O resultado das análises químicas, mineralógicas e granulométricas efetuadas em amostras de areia quartzosa da ocorrência de Tuneiras d`Oeste é mostrado na tabela 11 (vide anexo 13)

Tabela 11. Analises química, mineralógica e granulométrica em areia quartzosa de Tuneiras do Oeste.(lab. UEM).

composição química	areia de Tuneiras do Oeste	amostra padrão (cf.MINEROPAR,1990)
SiO2	> 99%	>99,5
Fe2O3	0,014%	0,86
Al2O3	não determinado	0,32
minerais pesados	0,02	0,05
resíduos (Tyler)		
16	1,1%	0%
100	?	80-90%
115	93,9%	?
200	98,5%	98%

* Os dados da amostra padrão expressa a média aritmetica de cinco amostras.

As características apresentadas pela areia são extremadamente favoráveis à sua utilização como matéria-prima para vidro, constituindo assim um dos pontos de interesse emergentes para a pesquisa mineral no Noroeste do Paraná.

Não foram efetuados ensaios de permeabilidade utilizados normalmente no teste de areia para fundição. Contudo, foi realizado um teste de fundição na Fundição CEIFANORTE Ltda. em Maringá. Esse teste constituiu na utilização dessa areia como molde para fundição de várias peças e os resultados foram

bastante satisfatórios. Embora esse material apresente granulometria mais grossa que o utilizado por aquela fundição, a boa seleção aliada ao alto grau de arrendondeamento e esfericidade permitiram uma boa permeabilidade aos gases liberados na fundição, com performance superior ao da areia que vinha sendo utilizada. Segundo o técnico daquela emprêsa, o material testado presta-se também à fundição de aço, o quê aumenta seu potencial econômico. Ao final deste relatório, a CEIFANORTE S.A. estava efetuando um teste mais detalhado em 3 m^3 desta areia com a finalidade de avaliar seu comportamento nos mais variados tipos de moldes. O anexo 15 apresenta o mapa de localização da ocorrência estudada.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho teve como objetivo a determinação dos modelos metalogenéticos e exploratórios dos bens minerais associados ao Grupo Bauru no Estado do Paraná. Foram considerados dentro do contexto deste relatório não apenas os depósitos pertencentes litoestratigraficamente àquele grupo, como também as ocorrências de idade terciária e quaternária associadas.

O ênfase desta pesquisa foi dado na determinação dos modelos metalogenéticos e exploratórios das ocorrências e não propriamente na sua economicidade. Assim sendo, não foram elaboradas análises quantitativas ou qualitativas rotineiras, exceto nos casos onde tais análises eram necessárias para orientação da pesquisa.

Mediante ao exposto neste trabalho, seguem-se as conclusões e as recomendações para a segunda fase da pesquisa do Potencial Metalogenático do Noroeste do Paraná:

1) Grupo Bauru: embora no Mapa Geológico do Estado do Paraná (MINEROPAR, 1990) o Grupo Bauru esteja representado pelas formações Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina, foi somente a primeira que mereceu atenção neste projeto. A ocorrência restrita e a ausência de quaisquer informações geológicas impediram a análise do restante do grupo.

Muito embora a ocorrência de arenitos calcíferos próximo a Goio-Erê e os valores anômalos obtidos nos mapas de análise de tendência da geoquímica de águas subterrâneas, foi impossível a seleção ou o descarte de áreas para a uma segunda fase de pesquisa. A carência de informações de cunho estratigráfico foi a principal causa do fraco desempenho da avaliação do potencial mineral do Grupo Bauru no Estado do Paraná.

Assim sendo, sugere-se que se promova, junto com a SENEPAR, um programa de perfilagem sistemática de poços para

água subterrânea (ao menos o perfil raios gama). Tal procedimento não onerará em demasia os custos de perfuração dos poços e, em poucos anos, fornecerá um acervo de dados muito importante para a análise estratigráfica do Grupo Bauru no Estado do Paraná. Mesmos poços já perfurados e revestidos poderão ser pefilados pela sonda raios gama em ocasiões de retirada da bomba para manutènção. Esse procedimento foi adotado no Estado de São Paulo num projeto realizado pela UNESP e a FAPESP para a avaliação do potencial aquífero da Formação Itararé (Stevaux, et al. 1987). Sugere-se também que os mapas apresentados nos anexos 1 a 11 sejam enviados à SANEPAR.

2) Areias industriais: foi, sem dúvida, o bem mineral que mais despertou interêsse nesta fase da pesquisa. A ocorrência de Tuneiras do Oeste estudada em detalhe, revelou que o modelo genético dessas areias é simples e de ocorrência generalizada na área do projeto. Sua associação é eminentemente paleo-geomorfológica (antigas voçorocas sepultadas por depósitos alúvio-coluviais intercalados por uma camada de argila orgânica ou turfa). Assim sendo, é grande a possibilidade de se encontrar outras ocorrências de areia localizadas mais próximo aos centros consumidores. Os testes realizados nesse material - análise granulométrica e moldagem de fundição (este realizado numa fundição em Maringá) - comprovaram sua boa qualidade como areia de moldagem. A própria empresa que realizou o teste (CEIFANORTE S.A) interessou-se em pesquisar a ocorrência visando seu aproveitamento econômico. Contudo, outra importante finalidade desta areia não foi totalmente testada: seu uso para a fabricação de vidro. Análises químicas para ferro (< 0,014%) e análise mineralógica para minerais pesados revelaram que esta areia esta dentros dos parâmetros necessários para tal finalidade (MINEROPAR, 1990). Os estudos que vêm sendo realizados pelo Instituto de Desenvolvimento Regional da Universidade de Maringá, sobre

as perspectivas econômicas da região, ressaltam o interêsse do empresariado regional pela implantação de uma indústria de vidro para embalagens no Noroeste do Paraná. Desse modo, a possibilidade de jazidas de areia industrial com as características da estudada neste relatório, vem de encontro às perspectivas de desenvolvimento regional, o que torna muito sugestiva a continuação da pesquisa desse bem mineral na segunda fase do projeto.

3) Argila caulinítica: a ocorrência de argila caulinítica na Rodovia Tuneiras do Oeste - Campo Mourão, estudada neste relatório, apresenta boas perspectivas de viabilidade econômica. Em que pese os estudos não terem sido de caraccter quantitativo, a análise preliminar elaborada pela MINEROPAR acusou alta teor de caolinita no material.

As condicionantes geneticas dessa ocorrência permite estabelecer um modelo cujo controle é eminentemente geomorfológico. Assim sendo, recomenda-se a extensão da pesquisa por toda a região, onde as condicionantes de relevo sejam as mesmas. Tal levantamento deverá ser feito por meio de aero-fotografias em três etapas:

- detalhamento da ocorrência mencionada neste relatório para complementação e gabaritação do modelo;
- foto interpretação de zonas com características de relevo semelhantes às da ocorrência:
- trabalhos de campo.

Recomenda-se ainda o ensaio do material argiloso para determinação de todas as suas propriedades. Ao final deste relatório foi encaminhada à Cerâmica Florâmica de Londrina, aos encargos do geólogo Selmo Lima, uma amostra do referido material para ensaios cerâmicos, cujos resultados ainda não foram entregues.

4) Turfa: não foram encontadas ocorrências significativas de turfa na região. A turfeira estudada neste trabalho ocorre sobre os basaltos da Formação Serra Geral,

mas sua condicionantes genéticas indepemdem do substrato, o que possibilita a aplicação deste modelo nas áreas de afloramento da Formação Caiuá.

Recomenda-se que a pesquisa para localização e avaliação de trufeiras seja integrada à pesquisa de areias quatzosas, uma vez que ambas têm a mesma paragênese (Figura 23).

5) Couraça ferruginosa: o uso da couraça como revestimento de estradas vicinais e brita esta em declíneo na região. A retirada da couraça provoca, na maioria dos casos, o aceleramento dos processos de voçorocamento na cobertura arenosa não consolidada comum na área. Contudo, o modelo genético de formação de couraças pode ser estendido à região de ocorrência de basalto da Formação Serra Geral, onde, devido as condicionantes geoquímicas, estas podem apresentar mineralizações de vanádio com possível interêsse econômico. As propriedades geotécnicas do solo de basalto, muito diferentes das da cobertura arenosa, permite seu manejo sem o risco de voçorocamento, como naquele caso.

Recomenda-se uma campanha preliminar da avaliação geoquímica das couraças superpostas aos basaltos da Formação Serra Geral. A condicionante geomorfológica e paleoclimática para o aparecimento das couraças foi estudada neste trabalho e servirá de guia para tal pesquisa.

5. BIBLIOGRAFIA (Obras Citadas e recomendadas)

ALMEIDA,F.F.M. de & BARBOSA,O. - 1953 - Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro - Bol. Div. Geol. Min., Rio de Janeiro, DNPM, v.143,p.1-96.

ALMEIDA, F.F.M. de - 1964 - Fundamentos geológicos do relevo paulista. In: Geologia do Estado de São Paulo. São Paulo, IGG p.169-263.

ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. DAVINO, A. & HARÂLYI, N.L.E. - 1980 - Informações geofísicas sobre o Oeste Mineiro e seu significado geotectônico. An. Acad. Bras. Ciên., 52, Rio de Janeiro.

ALMEIDA, F.F.M., & MELO, M.S. - 1981 - A bacia do Paraná e o vulcanismo mesozoico. In: Mapa Geológico do Estado de São Paulo, Publicação IPT Nº 1184: 46-82.

ALMEIDA, M.A.; STEIN, D.P.; MELO, M.S.; BISTRICHI, C.A.; PONÇANO, W.L.; HASUI, Y. & ALMEIDA, F.F.M. - 1980 - Geologia do oeste paulista e áreas fronteiriças dos Estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31. Camboriú, 1980. Anais... Camboriú, SBG, V. 5: 2799-2812.

ALMEIDA, M.A.; DANTAS, A.S.L.; FERNANDES, L.A. SAKATE, M.T. GIMENES, A.F.; TEIXEIRA, A.L.; BISTRICHI, C.A. & ALMEIDA, F.F.M. - 1981 - Considerações sobre a estratigrafia do Grupo Baurú na região de Pontal do Paranapanema no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981, Atas...Curitiba, SBG, v. 2: 77-89.

AMARAL,D. - 1977- Padrões fotogeológicos das litofácies da Formação Bauru no estado de São Paulo, como observados em imagens Landsat. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1, São Paulo, 1977. Atas...São Paulo, SBG, 439-449.

ARID, F.M. - 1967 - A Formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. F.F.C.L. São J. Rio Preto, Bol. Geociências, 1: 125 pp. São José do Rio Preto.

ARID, F.M. - 1966 - A Formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Tese de Doutoramenro apresentada à Facultade de Filosofia, Ciências e Letrasde São José do Rio Preto. 98 pp.

ARID, F.M. - 1972 - Teste de Sahu aplicado ao estudo dos sedimentos da Formação Bauru (Ks). Bol. Nº 1: Resumo de Comunicações (sessões técnicas), XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, p. 116, Belém.

ARID, F.M. - 1973 - Comportamento espacial da Formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Rev. Brasileira de Geociências 3 (1): 23-35.

ARID, F.M. - 1977 - Paleogeographical evidences from Bauru Basin (Upper cretáceous) of Southern Brazil. Naturália, UNESP, São Paulo, 3: 7-14.

ARID, F.M. & VIZOTTO, L.D. - 1965 - Crocodilídeos fósseis no minicipio de Santa Adélia, São Paulo. Ciência e Cultura, 17(2): 138, São Paulo.

ARID, F.M. & VIZOTTO, L.D. - 1966 - Um quelônio fóssil de São José do Rio Preto, São Paulo. Ciências e Cultura, 18(4): 422-428, São Paulo

ARID, F.M. & VIZOTTO, L.D. - 1971a - **Antarctosaurus brasiliensis**, um novo saurópode do Cretáceo superior do sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24. São Paulo, 1970. Anais... São Paulo, SBG, v. 2: 297-305.

ARID, F.M. & VIZOTTO, L.D. - 1971b - Traços paleogeográficos e paleobotánicos do Cretáceo superior da região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Ciência e Cultura, 22(3): 229-236, São Paulo.

ARID, F.M. et al. - 1981 - Contribuição ao estudo da Formação Caiuá. Rev. IG, São Paulo, 2(1): 5-20.

BAKER, C.L. - 1923 - The lava field of the Paraná basin. Journal of Geology, Illinois. n.31,p.66-79.

BARBOSA, O. - 1938 - O arenito Caiuá e Série Bauru. Brasil Mineração e Metalurgia. Volume III, Rio de Janeiro 16, 12.

BARCELOS, J.H. - 1984 - Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em territorio paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo. Tese Livre Docência, UNESP, IGCE, Campus de Rio Claro, 190 pp

BARCELOS, J.H. & SUGUIO, K. - 1987 - Correlação e extenssão das unidades litoestratigráficas do Grupo bauru, definidas em territorio paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso Do Sul e Paraná. In: SIMPóSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6, Rio Claro, 1987. Atas ...Rio Claro, SBG, v. 1: 313-322.

BARCELOS , J.H.; LANDIM, P.M.B. & SUGUIO, K. - 1981 - Análises estratigráficas das seqüências cretácicas do Triângulo Mineiro (MG) e suas correlações com as do Estado de São Paulo. In: SIMPóSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas ...Curitiba, SBG, v 2: 90-102.

BARCELOS, J.H; SOUZA FILHO, E.E.; FULFARO, V.J.; LANDIM, P.M.B.; COTTAS, L.R.; WU, T. & GODOY, A.M. - 1983 - A Formação Itaqueri. um exemplo de tectofácies. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 4. São Paulo, 1983. Atas ...São Paulo, SBG. (no prelo).

BARCELOS, J.H.; SUGUIO, K.; GODOY, A.M.; HIRATA, R.A. & GONTIJO, R.C. - 1986 - Aspectos litoestratigráficos da Formação Uberaba, Cretáceo da Bacia do Paraná. Rev. Geociências, UNESP, no prelo.

BARCHA, S.F. - 1980a - Estratigrafia do Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. IN: Mesa Redonda: A Formação Bauru no Estado de São Paulo e Regiões Adjacentes, São Paulo, 1980. Coletânea de trabalhos e debates. São Paulo, SBG: 48-62. (Publicação especial Nº 7).

BARCHA, S.F. - 1980b - Aspectos geológicos e províncias hidrogeológicas da Formação Bauru na região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Tese de Livre Docência apresentada ao I. BILCE; UNESP, Campus de S. J. do Rio Preto (Inédito).

BARCHA,S.F. - 1982 - Direção de paleodrenagem à epóca da sedimentação Bauru no Estado de São Paulo. Geociências, UNESP. São Paulo, 1: 125-138.

BARCHA, S.F. & ARID, S.M. - 1977 - Parâmetros granulométricos de estruturas sedimentares e interpretação do ambiente dinâmico da Formação Bauru. Naturália, UNESP, São Paulo, 3: 15-34.

BARCHA, S.F. & ELLERT, N. - 1981 - O alto estrutural de Tanabi, NNW do Esatado de São Paulo. Bol. IG, Inst. de Geociências USP, v. 12: 55-70.

BIGARELLA, J.J. - 1949 - Contribuição à petrologia dos arenitos da Série São Bento. Arquivo de Biologia e Tecnologia, Curitiba, 4: 141-214.

BIGARELLA, J.J. & MOUSIMHO, M.R. -1965 - Contribuição ao estudo da Formação Pariqüera-Açu (Estado de São Paulo) Bol. Paran. Geogr. v.16/17,p.17-41.

BIGARELLA, J.J. & MAZUCHOWSKY, J.Z. - 1985 - Visão integrada da problemática da erosão. In: III Simpósio Nacional de Controle da Erosão, Maringá,PR. Livro guia. pp.332.

BJORNBERG, A.J.S.; LANDIM, P.M.B. & BÓSIO, N.J. - 1970 - Observações sobre a deposição do sedimento Bauru na região centro-ocidental do Estado de São Paulo. Bol. Soc. Bras. Geol., São Paulo, 19(1): 79-90.

BÓSIO, N.J. & LANDIM, P.M.B. - 1971 - Um estudo sedimentológico sobre a Formação Caiuá. Bol. Paran. Geoc., Nº 28-29: 145-157.

BRANDT NETO, M. - 1977 - Estratigrafia da Formação Bauru na região do baixo Tietê - Dissertação de Mestrado, Inst. de Geociências/USP, 74 pp

BRANDT NETO, M. - 1984 - O Grupo Bauru na região centro-norte do Estado de São Paulo. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 106 p (Tese de Doutoramento).

BRANDT NETO, M. & SATO, Y. - 1975 - Identificação de argilominerais da Formação Bauru na região de São Sosé do Rio Preto, SP: Bol. Dpto. Ciên. Biol., Presidente Prudente, SP, (2): 77-84.

BRANDT NETO, M.; PETRI, S. & COIMBRA, A.M. - 1978 - Considerações sobre a estratigrafia e ambientes de sedimentação da Formação Bauru. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. Anais... Recife, SBG, v. 2 : 557-566.

BRANDT NETO, M.; COIMBRA, A.M. BARELLI, N & SPILLER, L.R. - 1980 - Sedimentos da Serra de Itaqueri. In: Mesa Redonda: A Formação Bauru no Estado de São Paulo e Regiões Adjacentes, São Paulo, 1980. Coletânea de trabalhos e debates, São Paulo, SBG, 63-80. (Publicação especial Nº 7).

BRANDT NETO, M.; PETRI, S.; COIMBRA, A.M. - 1985 - Argilominerais do Grupo Bauru: considerações genéticas. In: Simpósio Regional de Geologia, 5, São Paulo, 1985. Atas ... São Paulo, SBG, v. 1: 61-74.

BRANDT NETO, M.; PETRI, S.; COIMBRA, A.M. & COUTINHO, J.M.V. - 1985 - Composição mineralógica e textural de arenitos do Grupo Bauru (Serra do Jaboticabal, SP). In: SIMPóSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5, São Paulo, 1985. Atas ... São Paulo, SBG, v.1: 49-59.

BRANDT NETO, M.; BARELLI, N. & GRECCO, C.R.M.A. - 1986 - Argilominerais da Formação Adamantina ocorrentes em São José do Rio Preto, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. Anais ...Goiânia, SBG, v. 4:

BRANDT NETO, M.; BARELLI, N.; BARCHA, D.F.; COIMBRA, A.M. - 1987 - Ocorrência de analcima em sedimentos da Formação Adamantina em Macêdonia (Estado de São Paulo), uma evidencia de hidrotermalismo. In: SIMPóSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6, Rio Claro, 1987. Atas ... Rio Claro, SBG, v. 1: 113-122.

CAMPOS, J. de O.; BLAKE, E.H. de T. & ROMANO, O. - 1982 - Arenitos Caiuá - Notas sobre as ocorrências. Geociências, UNESP, São Paulo, 1: 29-48.

COIMBRA, A.M. - 1976 - Arenitos da Formação Bauru: Estudo de área-fonte. Dissertação de Mestrado, Inst. de Geociências/USP, 60 pp

COIMBRA, A.M.; COUTINHO, J.M.V.; BRANDT NETO, M. & ROCHA, G.A. - 1981 - Lavas fonolíticas associadas à Formação Bauru em São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba. Atas .. Curitiba, SBG, v. 1: 324-327.

CONSÓRSIO CESP/IPT-PAULIPETRO - 1980 - Relatório BP 011/80. Geologia do Bloco 45 balizado pelas cidades de Bauru, Marilia, Ourinhos e Águas de Santa Bárbara.

CONSÓRCIO CESP/IPT-PAULIPETRO - 1980 - Relatório BP 014/80. Geologia do Bloco 38, Região de Araçatuba/Tupã.

CONSÓRCIO CESP-IPT-PAULIPETRO - 1981- Relatório RT 024/81. Geologia do Bloco 39, balizado pelas cidades de Planalto Ibirá, Getulina e Iacanga.

CONSÓRCIO CESP/IPT-PAILIPETRO - 1980 - Relatórios dos blocos 42,43,72,74 e 75.

COTTAS, R.L. & BARCELOS, J.H. - 1981 - Novas considerações sobre a região de Itaqueri da Serra, São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981, Atas ... Curitiba, SBG; v.2: 70-76.

COTTAS, D.L. & FÚLFARO, V.J. - 1978 - Mapeamento geológico da área de Nupornaga, Batatais, SP e estratigrafia dos depósitos sedimentares mesozóicos e cenozóicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978. Anais... Recife, SBG, v. 1: 98-107.

COUTINHO, J.M.V.; COIMBRA, A.M.; BRANDT NETO, M.; ROCHA, G.A. - 1982 - Lavas alcalinas analcimíticas associadas ao Grupo Bauru (Kb) no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE GEOLOGIA, 5, Buenos Aires, 1982. Atas... Servicio Geológico Nacional, Subsecretaria de Mineria, v.2: 185-196.

DEHIRA, L.K.; BRAGA, T. de O.; PONÇANO, W.L.; GIMENES FILHO, A. ; PIRES NETO, A.G. RICCOMINI, C. & MELO, M.S. - 1981 - Sedimentos cenozóicos na região da Paranavaí-Cianorte, PR: In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, Atas v.2: 14-24.

DEL MONTE, E.; SILVA, R.B. & SAAD, A.R. - 1988 - Ocorrência de argilas bentoníticas e aluminosas da região de Franca, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. Anais ... Belém, SBG, v.1: 277-241.

DYNI, J.R. - 1982 - Depositional model for bedded sodium carbonete deposits. In: U.S. Geological Survey -

Charcteristics of mineral deposits ocuurrences, Washington. Open file report n. 82-795.pp.284.

ETCHEBEHERE, M.L.C.; SILVA, M.B.; SAAD, A.R. & HASUI, Y. - 1988 - Considerações sobre o potencial mineral da Bacia do Paraná com base nos conceitos de herança e permanência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. Anais ... Belém, SBG, v. 1: 301-315.

FERREIRA, F.J.F. - 1982 - Alinhamentos estruturais-magnéticos da Região Centro-Oriental da Bacia do Paraná e seu significado tectônico. São Paulo, Consôrcio CESP/IPT - Paulipetro - , 144 -166.

FLORENCE, G. - 1907 - Notas geológicas sobre o rio Tietê no trecho estudado pela turma em 1905. In: Comissão Geografica e Geológica. Exploração do rio Tietê, 9-15.

FREITAS, R.O. - 1964 - Grupo Bauru. In: Geologia do Estado de São Paulo, Inst. Geogr. e Geol., Ciên. e Letras/USP, Bol. 194, Geol. 14, 179 pp

FREITAS, R.O. - 1955 - Sedimentação, estratigrafia e tectônica da Série Bauru. Bol. F.F.C.L., U.S.P. Nº 194 Geol. Nº 14, 185 pp.

FREITAS, R.O. - 1964 - Grupo Bauru. IN: Geologia do Estado de São Paulo. Instituto Geográfico e Geológico, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, 41: 126-147.

FREITAS, R.O. - 1973 - Geologia e petrologia da Formação Caiuá no Estado de São Paulo. Inst. Geogr. Geol. Bol. Nº 50, 122 pp.

FÚLFARO, V.J. - 1974 - Tectônica do Alinhamento Estrutural do Paranapanema. Bol. IG (Inst. Geociências - USP). São Paulo, 5: 129-138.

FÚLFARO, V.J. & SUGUIO, K. - 1974 - Problemas estrátigraficos e evolução tectônica do Mesozóico da bacia sedimentar do Paraná. Not. Geomorfol., 14 (27/28): 113-116. Campinas.

FÚLFARO, V.J.; SAADD, A.R.; SANTOS, M.V. & VIANNA, R.B. - 1982 - Comportamento e evolução tectônica da Bacia do Paraná. Rev. Brasilera de Geociências, 12(4): 590-610. São Paulo.

GODOY, A.M. - 1982 - Mapeamento geológico do Grupo Bauru no Estado de São Paulo, através de imagens de Landsat. Public. Nº - INPE 2661 - TDL/119. Dissertação de Mestrado, 114 p.

GONÇALVES, A. & MUHLMANN, H. - 1979 - Bacia do Paraná; evolução tectônica sedimentar. In: Mesa Redonda: Geologia

e potencialidade petrolífera da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo, São Paulo, 1979. Publicação Especial. São Paulo, SBG.

GONZAGA DE CAMPOS, L.F. - 1905 - Reconhecimento da zona compreendida entre Bauru e Itapura. E.F. Noroeste do Brasil, 40 p, tip. Ideal, São Paulo.

GUIDICINNI, G. - 1973 - Estudos da ocorrência de materias naturais no interior da bacia do alto rio Paraná. São Paulo, IPT, relatório interno, inédito.

HASUI, Y. - 1967 - Geologia das formações cretáceas do oeste de Minas Gerais. Tese de Doutoramento. (Inédito)

HASUI, Y. - 1968 - A Formação Uberaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22. São Paulo, 1968. Anais... São Paulo, SBG, 167-179.

HASUI, Y. - 1969 - O Cretáceo do oeste mineiro. Bol. da Soc. Bras. de Geol., 18(1): 39-56. São Paulo.

HASUI, Y.; SADOWSKI, G.R. - 1972 - Membro Itaqueri e Fácies Ponte Alta. In: XXIV Reunião da SBPC, São Paulo. Resumo das Comunicações, 24(6): 138. São Paulo.

HASUI, Y.; SADOWSKI, G.R.; SUGUIO, K. & FUCK, G.F. - 1975 - The Phanerozoic tectonic evolution of the Western Minas Gerais state. Anais Acad. Bras. Ciên. 47(3/4): 431-438.

HASUI, Y. et al. - 1989 - Compartimentação estrutural e evolução tectônica do Estado de São Paulo. IPT, relatório técnico n. 27.394, PRO-MINERIO, São Paulo, pp.288.

HASUI, Y. ey al. - 1982 - Geologia, geomorfologia, tectônica e sismologia regionais de interesse às usinas nucleares da Praia de Taorna. São PAulo. IPT, monografia 7.

HUENE, F. von - 1927 - Contribucion a la paleogeografia de Sud-America - II. Las relaciones paleogeográficas de Sud America durante el Cretáceo Superior. Bol. Acad. Nac. Ci., Córdoba, 30: 256-294.

HUENE, F. von - 1929 - Los saurisquios y ornitisquios del Cretaceo argentino. Ann. Mus. de La Plata, 2º sert. t. 3: 1-196. Buenos Aires.

HUSSAK, E. - 1906 - Rocha tufácea de Uberaba, rico em perowskita. Zeits. f. prakt. Geol. Jg. 16: 322-324.

IHERING, R. - 1911 - Fósseis de São José do Rio Preto. Rev. Mus. Paul. São Paulo, (8): 141-146.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) - 1981a - Mapa geológico do Estado de São Paulo, 1:

500.000, Sao Paulo, Monografias 6, 2v, Publicação IPT, 1184.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) - 1981b - Tectônica da Bacia do Paraná. São Paulo (Relatório IPT Nº 14 091).

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) - 1981c - Mapa de jazidas e ocorrências minerais do Estado de São Paulo. São Paulo (Publicação IPT Nº 1 171).

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) - 1984 - Levantamento das possibilidades em bentonitas e atapulgitas no Estado de São Paulo. São Paulo (Relatório IPT Nº 21 428).

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) - 1987 - Pesquisas de argilas montmoriloníticas nas regiões de Franca e Pedregulho. São Paulo (Relatório IPT, Nº 23 836).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) - 1988 - Avaliação do potencial metalogenético da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo. Relatório IPT Nº 25 824 (Inédito).

JABUR, I.C. & SANTOS, M.L. dos - 1984 - Revisão estratigráfica da Formação Caiuá. Bol. de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, 2(2): 91-106.

JUSTUS, J. de O. - 1985 - Dissertação de mestrado. Universidade Federalda Bahia.

LANDIM, P.M.B. & FÚLFARO, V.J. - 1971 - Nota sobre a gênese da Formação Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25. São Paulo, 1971. Anais...São Paulo, SBG, v. 2: 277-280.

LANDIM, P.M.B. & SOARES, P.C. - 1976 - Estratigrafia da Formação Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 29, Ouro Preto, 1976. Anais .. Ouro Preto, SBG, v. 2: 195-206.

LENZ, G. R. - 1984 - Turfa - Métodos de lavra e opções para uso no Nordeste brasileiro. Rev. Bras. Geoc. v.14,n.2,p.111-119.

LEPSCH, A.M.; MONIZ, A.C. & ROTTA, C.L. - 1977 - Evolução mineralogica de solos derivados da Formação Bauru em Echaporã, São Paulo. Rev. Bras. Ciências do Solo, 1: 38-43.

LIMA, M.R.; DINO, R.; MAZZALIRA, S.; SAAD, A.R. - 1988 - Microflora cretácica do Grupo Bauru no Estado de São Paulo. - no prelo.

LISBOA, A.M. - 1909 - Oeste de São Paulo e sul de Mato Grosso (Estrada de Ferro Noroeste) - Relatório Com. E. Schonoor, 169 p Tip. Jornal do Comércio, Rio de Janeiro.

MAACK, R. - 1941 - Algumas observações a respeito da existência e da extensão do arenito São Bento ou Caiuá no Estado do Paraná. Arq. Mus. Paraná 1: 107-129.

MAPA GEOLÓGICO DO PARANÁ - 1953 - Serviço de Geologia do Instituto de Biologia e Pesquisa Tecnológica do Paraná. Coordinação de Maack, R., Escala 1:750.000.

MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1963 - Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo, Escala 1: 1.000.000.

MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1981 - Divisão de Minas e Geologia Aplicada do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Public. IPT Nº 1184, v. 1. Nota explicativa e volume II, Mapa escala: 1:500.000.

MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1982 - Convênio DAEE-UNESP. Coordenadores: LANDIM, P.M.B.; COTTAS, L.R. & FIORI, A.P. - Escala: 1: 250.000.

MARTIN, L.; MÖRNER, N.A; FLEXOR, J.M. e SUGUIO, K. -- 1986 - Funudamentos e reconstrução de antigos níveis marinhos do Quaternário. Bol IG-USP, Publicação especial n.4,pp.161. Universidade de São Paulo.

MENDES, J.C. & FULFARO, V.J. - 1968 - Nova interpretação da tectônica moderna na Bacia do Paraná. Rev. Ciências e Cultura, 20(2): 155.

MEZZALIRA, S. - 1964 - Formação Caiuá. Bol. Inst. Geogr. Geol., São Paulo, 41: 120-125.

MEZZALIRA, S. - 1974 - Contribuição ao conhecimento da Estratigrafia e Paleontologia do Arenito Bauru. Inst. Geogr. Geol., Bol. Nº 51, 163 pp

MEZZALIRA, S. - 1980 - Aspectos paleoecológicos da Formação Bauru. IN: Mesa redonda: A formação Bauru no Estado de São Paulo e regiões adjacentes, São Paulo, 1980. Coletânea de trabalhos e debates. São Paulo, SBG, 1-9 (Publicação Especial Nº 7).

MEZZALIRA, S. & ARID, F.M. - 1980 - Contribuição preliminar e bioestatigrafia da Formação Bauru. IN: Mesa Redonda: A Formação Bauru no Estado de São Paulo e Regiões Adjacentes, São Paulo,1980. Coletânea de trabalhos e debates. São Paulo, SBG, 116-127. (Publicação Especial, Nº 7).

MEZZALIRA, S. & ARRUDA, M.R. - 1965 - Observações geológicas na região de Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo. Ann. Acad. Bras. Ciên., 37 (1): 69-77.

MELFI, A.J.; PEDRO,G. e VOLKOFF, B. - 1979 - Natureza e distribuição dos compostos ferríferos do solo do Brasil. In: Comissão V - Gênese, morfologia e classificação do solo. Rev. Bras. Cien. do Solo. n.3,p.47-54.

MILLOT, G. - 1971 - Geochimie des altérations. Bull. Ser. Carte Geol. Als. Lorr. v.24,n.4,p.181-218.

MINEROPAR (MINERAIS DO PARANÁ S.A.) - 1989 - Mapa Geológico do Estado do Paraná. Escala 1:650.000.

MINEROPAR (MINERAIS DO PARANÁ S.A.) - 1986 - Mapa Geológico do Estado do Paraná. Escala 1:1.400.000.

MINEROPAR (MINERAIS DO PARANÁ S.A.) - 1990 - Indústria do vidro . Secretaria Especial da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Paraná. pp.34.

MINEROPAR (MINERAIS DO PARANÁ S.A.) - 1990 - Programa Levantamento das Potencialidades Minerais dos Municípios - Londrina. 78p.,7 anexos.

MORAES REGO, L.F. de - 1935 - Camadas cretáceas do sul do Brasil. Annu. Esc. Politéc., São Paulo, 4 (2ª Série): 231-274.

NOBREGA, M.T. - 1988 - Contribuição ao estudo da estabilização de solos tropicais com adição de cal para fins rodoviários. São Paulo. (Dissertação de mestrado, IG/USP) pp.189.

PACHECO, J.A. de A. - 1913 - Notas sobre a geologia do vale do rio Grande a partir da foz do rio Pardo até sua confluência com o rio Paranaíba. In: Comissão Geographica e Geologia. Exploração do rio Grande e seus afluentes. São Paulo, 33-38- (Relatório da Comissão Geographica e Gelógica).

PAIVA NETO, J.E. & NASCIMENTO, A.C. - 1957 - Minerais de argila do arenito de Bauru (Cretáceo) do Estado de São Paulo. Bol. Soc. Bras. Geol., São Paulo, 6(2): 21-37.

PETRI, S. - 1955 - **Charophyta** cretácica de São Paulo (Formação Bauru). Soc. Bras. Geol. Bol. 4(1): 67-72.

PIERUCETI, J.A. & BRANDT NETO, M. - 1974 - Comportamento do cimento calcário da Formação Bauru na região de São José do Rio Preto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, 1974. Anais ... Porto Alegre, SBG, v.2: 113-117.

PONÇANO, W.L.; STEIN, D.P.; ALMEIDA, F.F.M.; ALMEIDA, M.A.& MELO, M.S. - 1982 - A Formação Itaqueri e depósitos correlatos no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, Salvador, 1982. Anais...SBG, v. 4: 1339-1350.

POPP, J.H. & BIGARELLA, J.J. - 1975 - Formações cenozóicas do Nordestete do Paraná. An. Acad. Bras. Ciênc. Rio de Janeiro, v.47 (suplemnto), p. 465-472.

PRICE, L.I. - 1945 - A new reptil from the Cretaceous of Brazil - DNPM, Notas Preliminares e Estudos Nº 25, 8 pp.

PRICE, L.I. - 1950a - On a new crocodilian **Sphagesaurus** from the Cretaceous of the State of São Paulo, Brazil. Anais Acad. Bras. Ciên. 22(1): 77-83.

PRICE, L.I. - 1950b - Os crocodilídeos da fauna da Formação Bauru do Cretáceo terrestre do Brasil meridional. A. Acad. Bras. Ciên., 22(4): 473-490.

PRICE, L.I. - 1953 - Os quelônios da Formação Bauru, cretáceo terrestre do Brasil meridional. B. Div. Geol. Min., Rio de janeiro, 147, 29 p

PRICE, L.I. - 1955 - Novos crocodilídeos dos arenitos da Série Bauru - Cretáceo do Estado de Minas Gerais. Anais Acad. bras. Ciên., 27(4): 487-498.

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS MINERAIS - 1981 - Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, PROMOCFT/SICCT. Escala 1:500.000.

RICCOMINI, C.; GIMENEZ FILHO, A.; PIRES NETO, A.G.; STEIN, D.P.; ALMEIDA, F.F.M.; DEHIRA, L.K.; MELO, M.S.; BRAGA, T de O. & PONÇANO, W.L. - 1981 - Características da porção basal da Formação Caiuá, noroeste do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas...Curitiba, SBG, v.2: 34-48.

ROS, F. de & CESERO, P. de - 1986 - Argila em arenitos - Bases para a interpretação petrogenética. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. Anais .... Goiânia, SBG, v. 4, .

RUIZ, M.D. - 1963 - Geologia aplicada à barragem de Jupiá (Sistema Urubupungá). Instituto de Pesquisas Tecnológica de São Paulo. Centrais Elétricas de Urubupunga, S.A. Publicação s/n.pp.34.

SAAD, A.R.; CAMPANHA, V.A.; CABRAL Jr., M.; ETCHEBEHERE, M.L.C.; PULEGHINI FILHO, P.; MOTTA, J.F.M. & SILVA, F.P. - 1988 - Cenários do Grupo Bauru (K) no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, Belém, 1988. Anais ... Belém, SBG, v. 2: 894-904.

SAAD, A.R. et al. - 1988 - Avaliação do porencial metalogenático da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo. IPT, relatório interno n. 25824, para PRO-MINERIO. pp.213.

SAAD, J.H.G.; CARDOSO, R.N. & COSTA, M.T. - 1971 - Formações Cretácicas em Minas Gerais: uma revisão. Rev. Bras. de Geociências, 1(1): 2-13, São Paulo.

SALAMUNI, R.; LANDIM, P.M.B.; SLONGO, T.T.; SOBREIRO NETO, A.F. & PAIVA FILHO, A. - 1981 - Observações sobre o ambiente de deposição da Formação Caiuá no noroeste do Estado do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas ... SBG, v.2: 25-33.

SANTOS, M.L. - 1987 - Geografia física e geologia do morro Tres Morrinhos, região de Guariaçá, PR. Monografia Universidade Estadual de Maringá/Depto. de Geografia.pp.80.

SCHNEIDER, R.L. et al. - 1974 - Revisão estratigrafica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, 1874. Anais... Porto Alegre, SBG, v. 1: 41-65.

SCHELMANN, W. - 1974 - Kriterien für die bildung, prospektion und bewertung lateritischer silikabauxite. Geol. Jahrb. n.7,p.3-17.

SCORZA, E. - 1952 - Considerações sobre o arenito Caiuá. D.N.P.M. Bol. Nº 139, 62 pp.

SETZER, J. - 1943 - Os solos do Noroeste. Secretaria de Agricultura Industria e Comércio do Estado de São Paulo.

SILVA, R.B. & DEL MONTE, E. - 1987 - Mineralização de trona na Bacia do Paraná: uma possibilideade. Mineral brasil - Engenho e Arte: 24-34.

SOARES, P.C. - 1974 - Elementos estruturais da parte nordeste da Bacia do Paraná: classificação e gênese. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, 1974. Anais .. Porto Alegre, SBG, v.4: 107-121.

SOARES, P.C. - 1975 - Divisão estratigráfica do Mesozóico no Estado de São Paulo. Rev. Brasileira de Geociências, 5(4): 229-251.

SOARES, P.C. - 1981 - Estratigrafia das Formações Jurássico-Cretáceas da bacia do Paraná, Brasil. Comité Sudamericano del Jurássico y Cretáceo: Cuenca sedimentares del Jurásico y Cretácico de America del Sur, v.1: 271-304. Buenos Aires.

SOARES, P.C. & LANDIM, P.M.B. - 1975 - Comparison between the tectonic evolution of the intracratonic and marginal

basins in South Brazil. An. Acad. Brasil. Ciên. 48 (Supl.): 313-324.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B. & FÚLFARO, V.J. - 1974 - Avaliação preliminar da evolução geotectónica das bacias intracratónicas brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, 1974. Anais ...Porto Alegre, SBG, v.1: 61-83.

SOARES, P.C. & LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J.; AMARAL, G.; SUGUIO, K.; COIMBRA, A.M.; SOBREIRO NETO, A.F.; GIANCURSI, F.D.; CORREA, W.A.G. & CASTRO, C.G.J. - 1979 - Geologia da região sudoeste do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979. Atas .. Rio Claro, SBG, v. 2: 307-319.

SOARES, P.C., LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J. & SOBREIRO NETO, A.F. - 1979 - Ensaio de caracterização do cretáceo no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979, Programa e Resumo, Rio Claro, SBG: 30-31.

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FÚLFARO, V.J. & SOBREIRO NETTO, A.F. - 1980 - Ensaio de caracterização estratigráfica do cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. Rev. Bras. de Geociências, São Paulo 10(3): 177-185.

SOARES, P.C.; SINELLI, O.; LANDIM, P.M.B.; PENALVA, F. & WERNICK, E. - 1974 - Geologia da região norte-nordeste do Estado de São Paulo. Riberão Preto, Facultade de Filosofia, Ciências e Letras, Departemento de Águas e Energia Elétrica, 39 p. (Relatório Inédito).

SOARES, P.C.; SINELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A. 7 CASTRO, P.R.M. - 1973 - Geologia do nordeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracaju, 1973. Anais ...Aracaju, SBG, v.1: 209-288

SOBREIRO NETO, A.F.; BARTORELLI, A.; ARAUJO, C.H.A.; SEIGNEMARTIN, C.; COUTO, E.A. & SUGUIO, K. - 1981a - Fácies fanglomeráticas das Formações Caiuá e Santo Anastásio. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas ...Curitiba, SBG, v.2: 47-59.

SOBREIRO NETO, A.F.; PAIVA FILHO, A.; ARAUJO, C.H.A.; SEIGNEMARTIN, C.; COUTO, E.A.; SALAMUNI, R. & SLONGO, T.T. - 1981b - Estruturas sedimentares primárias de ambiente flúvio-deltaico da Formação Caiuá. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, Curitiba, 1981. Atas ...SBG, v.2: 60-69.

SOUZA Jr., J.J. & TARAPANOFF - 1986 - Revisão litoestratigráfica da Bacia do Paraná no Estado do Mato

Grosso do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. Anais ..Goiânia, SBG, v.1, .

STAESCH, R. - 1945 - Uma nova tartaruga do Cretáceo Superior. Bol. Div. Geol. Min., Rio de Janeiro, DNPM, (114): 1-24.

STEIN, D.P.; MELO, M.S.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, M.A.; HASUI, Y.; PONÇANO, W.L. & ALMEIDA, F.F.M. - 1979 - Geologia da parte dos vales dos rios Paraná e Paranapanema. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro, 1979. Atas .. Rio Claro, SBG, v. 2: 291-306.

STEVAUX, J. C. - 1988 - Relatório de Impacto Ambiental - RIMA- do Projeto Pró-várzea. Rio Ivaí. Secretaria da Agricultura do Estado do Paraná. Universidade de Maringá/Centro de Treinamento de Irrigação.

STEVAUX, J.C. - 1991 - Geologia e geomorfologia dos depósitos da calha do rio Paraná. Seminário de Pós-graduação. Instituto de Geociências da USP.

STEVAUX, J.C.; SOUZA FILHO, E.; TEIXEIRA, J.A. & LANDIM, P.M.B. - 1987 - Sistema deposicionais do Grupo Tubarão (P-C) na região da bacia hidrográfica do baixo rio Capivari: um modelo para prospecção de água subterrânea. Atas do VI Simpósio Regional de Geologia, Rio Claro, SP. p. 355-374.

STEVAUX, J.C.; NOBREGA, M.T. e NAKASHIMA, P. - 1990 - Mapeamento geológico-geotécnico do muinicípio de Umuarama. Subsídio para planejamento urbano. Convênio UEM/SUCEAM. Rel. int. número 2.

SUAREZ, J. M. - 1969 - Um quelônio da Formação Bauru. Bol 2, Dep. Geogr. F.F.C.L. Pres. Prudente.

SUAREZ, J. M. - 1973 - Contribuição à geologia do extremo oeste do estado de São Paulo. Bol. Geogr., Rio de Janeiro, 34 (274): 128-160.

SUGUIO, K. - 1973 - Formação Bauru. Calcários e sedimentos detríticos associados. Tese de Livre Docência USP (Inédito) v. 1, 236 p e v. 2, 83 p

SUGUIO, K. - 1980 - Fatores paleoambientais e paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru. In: Mesa redonda: A formação Bauru no Estado de São Paulo e Regiões adjacentes, São Paulo, 1980. Coletânea de trabalhos e debates. São Paulo, SBG, 15-30- (Publicação Espacial Nº 7).

SUGUIO, K. & BARCELO, J.H. - 1978 - Nota sobre a ocorrência de atapulgita em sedimentos do Grupo Bauru, Cretáceo Superior da bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

GEOLOGIA, 30. Recife, 1978. Anais..Recife, SBG, v. 3: 1170-1180.

SUGUIO, K & BARCELOS, J.H. - 1983a - Calcretes of the Bauru Group (Cretaceous) Brazil: Petrology and Geological Significance. Bol. IG (Instituto de Geociências - USP), São Paulo, v. 14: 49-54.

SUGUIO , K & BARCELOS, J.H. - 1983b - Significado paleoambiental de estrutura "boudinóide" e outras feições presentes na seção-tipo da Formação Santo Anastácio do Grupo Bauru, Estado de São Paulo. BOL. IG (Instituto de Geociências-USP), no prelo.

SUGUIO, K. & BARCELOS, J.H. - 1983c - Paleoclimatic evidence from the Bauru Group, Cretaceous of the Paraná Basin, Brazil. Rev. Brasileira de Geociências, São Paulo, 13(4): 232-236.

SUGUIO, K. & BARCELOS, J.H. & MATSUI, E. - 1980 - Significados paleoclimáticos e paleoambientais das rochas calcárias da Formação Caatinga (BA) e do Grupo Bauru (MG/SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 31. Camboriú, 1980. Anais.. SBG, v. 1: 607-616.

SUGUIO, K.; BERENHOLC, M.& SALATI, E. - 1975 - Composição química e isotópica dos calcários e ambiente de sedimentação da Formação Bauru. Bol. IG, Inst. Geociências/USP, 6: 55-75.

SUGUIO, K.; FULFARO, V.J.; AMARAL, G. & GUIDORZI, L.A. - 1977 - Comportamento estratigráfico e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1, São Paulo, 1977. Atas ..São Paulo, SBG: 231-247.

SUGUIO, K. ; SVISERO, D.P. & FELITTI FILHO, W. - 1979 - Conglomerados polimíticos diamantíferos de idade cretácea de Romeria (MG): um exemplo de sedimentação de leques aluviais. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 2, Rio Claro, 1979. Atas...Rio Claro, SBG, v.1: 217-229.

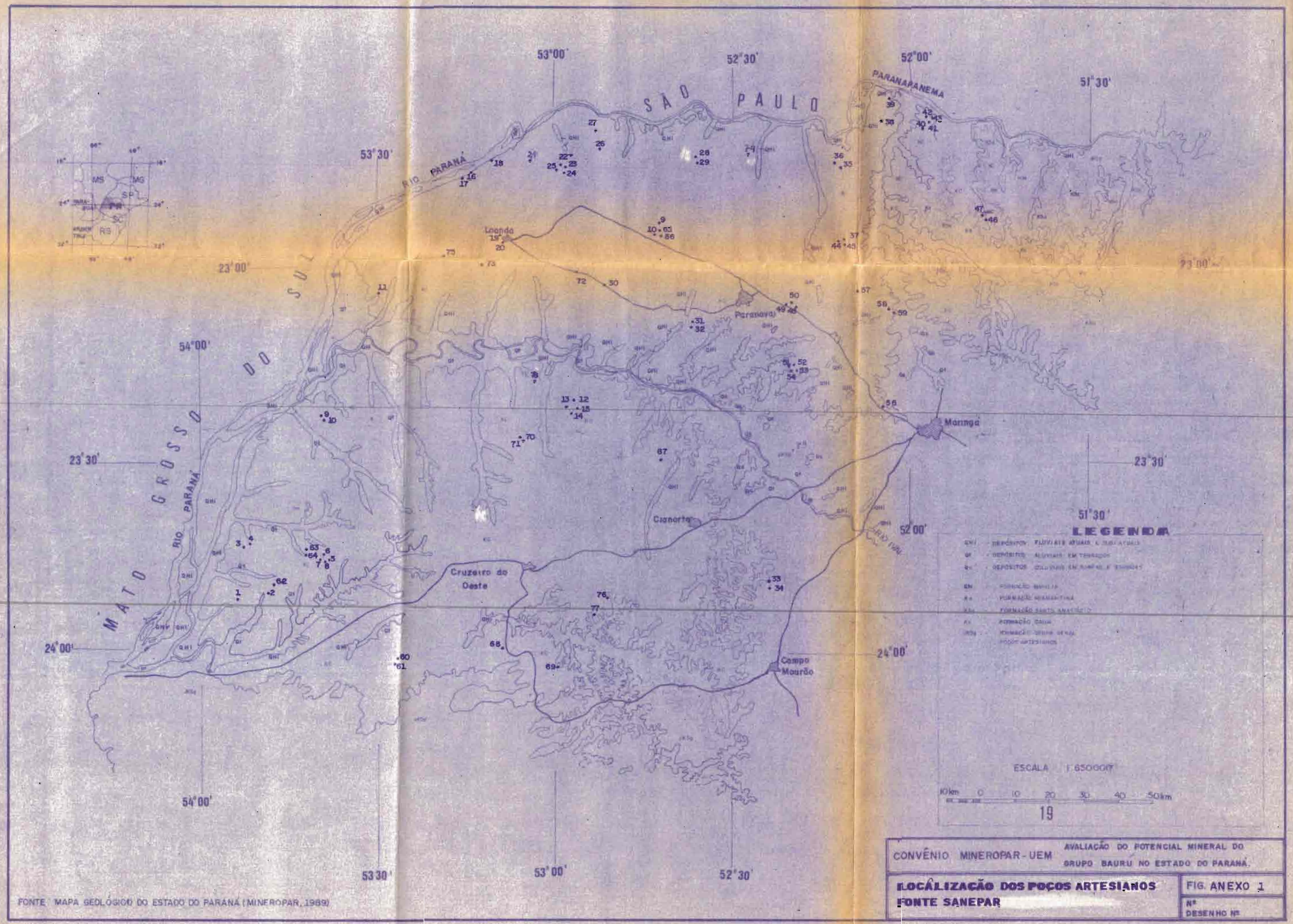
SUGUIO, K.; BARCELOS, J.H.; GUEDES, M.G. & VERDIANI, A.C. - 1984 - Canal de Pereira Barreto: local de transição entre os arenitos Caiuá, Santa Anastácio e Adamantina. Rev IG, São Paulo, 5(1/2): 25-37.

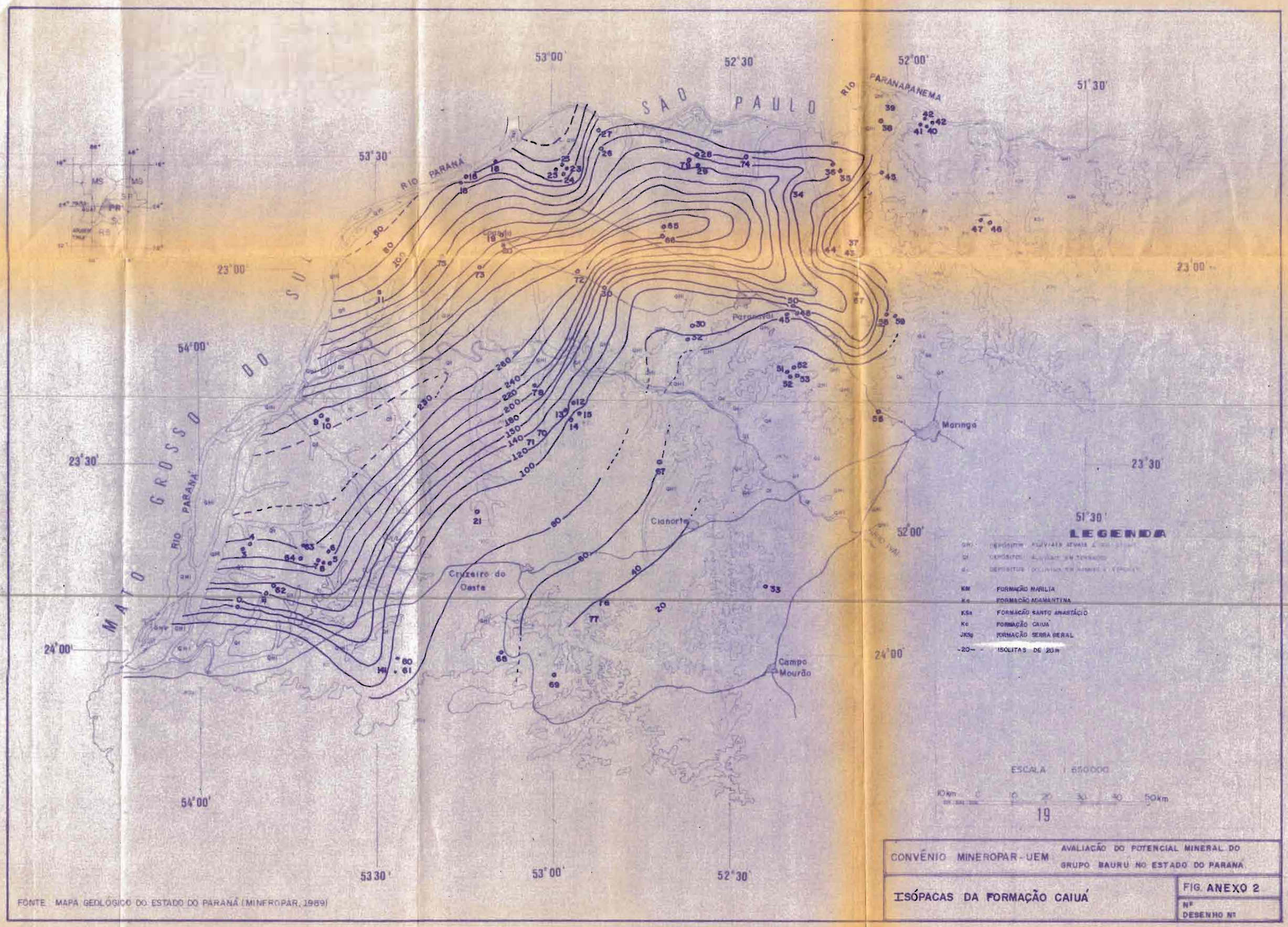
WANDERLEY, A. - 1979 - Estudos geológicos e paleontológicos na variante Araçatuba- Jupiá. In: Relatório Anual da Diretoria. Rio de Janeiro. DNPM/DGM: 103-110.

WASHBURNE, C.W. - 1930 - Petroleum geology of the state of São Paulo. Inst. Geogr. e Geol. Bol. 22, 272 pp.

YAMAMOTO, J.K.; SUGUIO, K & COIMBRA, A.M. - 1977 - Caracterização sedimentológica do perfil geológico entre Franca e Rifaina. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1, São Paulo, 1977. Atas .... São Paulo, SBG: 282-302.

ZERMIANI, M.J.T. - 1987 - Estudo preliminar sobre a ocorrência de turfa na rigão de Piquirivai, Município de Campo Mourão, PR. Monografia Universidade Estadual de Maringá/Depto. de Geografia. pp. 34.


SÃO PAULO
MATO GROSSO DO SUL
RIO PARANÁ
PARANAPANEMA
Londrina
Paranavaí
Maringá
Cianorte
Cruzeiro do Oeste
Campo Mourão
53°00'
52°30'
52°00'
51°30'
53°30'
23°00'
54°00'
23°30'
24°00'
LEGENDA
ESCALA 1:650000
10km 0 10 20 30 40 50km
19
CONVÊNIO MINEROPAR - UEM
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURU NO ESTADO DO PARANÁ.
LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS ARTESIANOS
FONTE SANEPAR
FIG. ANEXO 1
Nº
DESENHO Nº
FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)



CONVÊNIO MINEROPAR - UEM

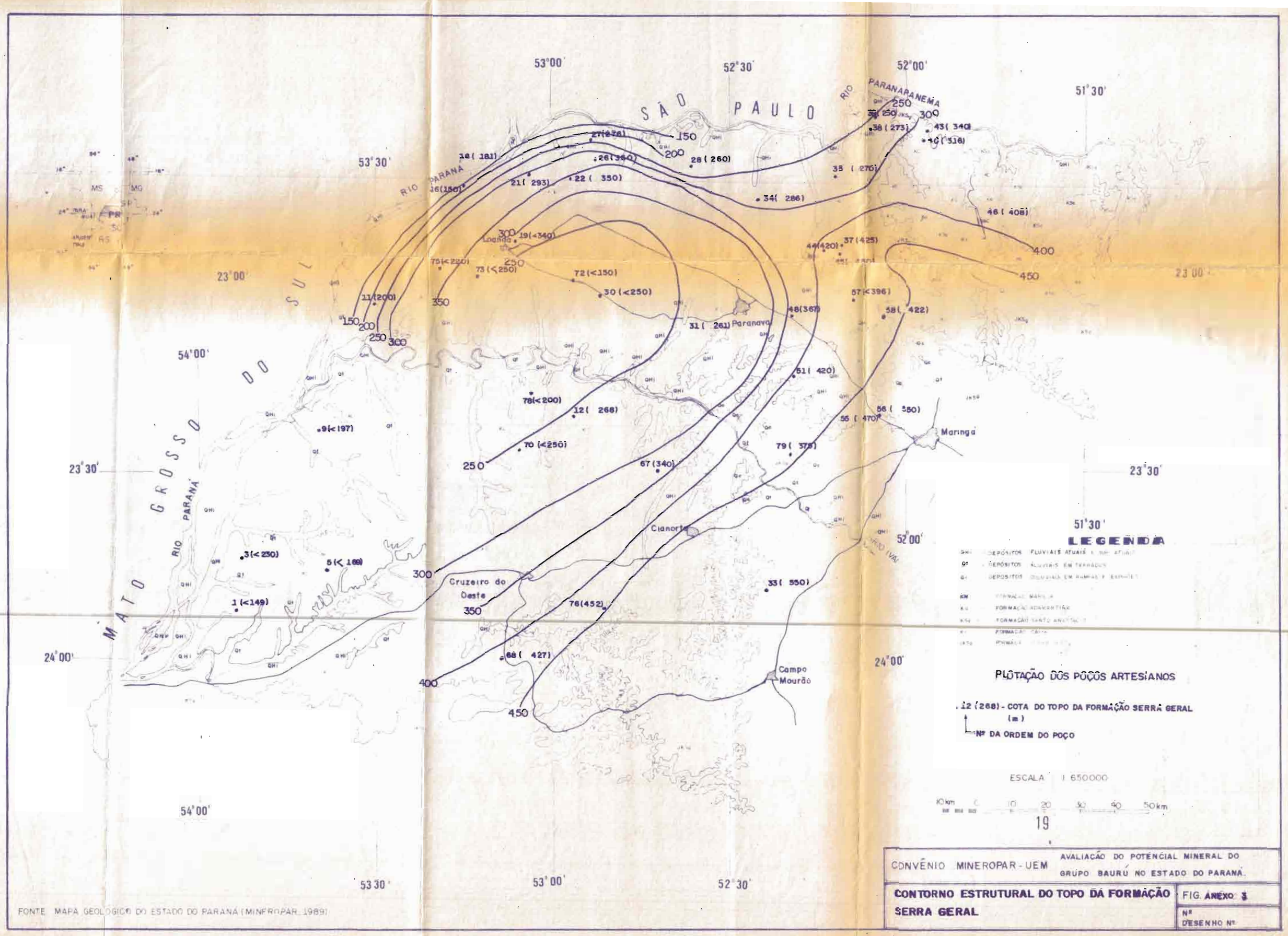
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURU NO ESTADO DO PARANÁ

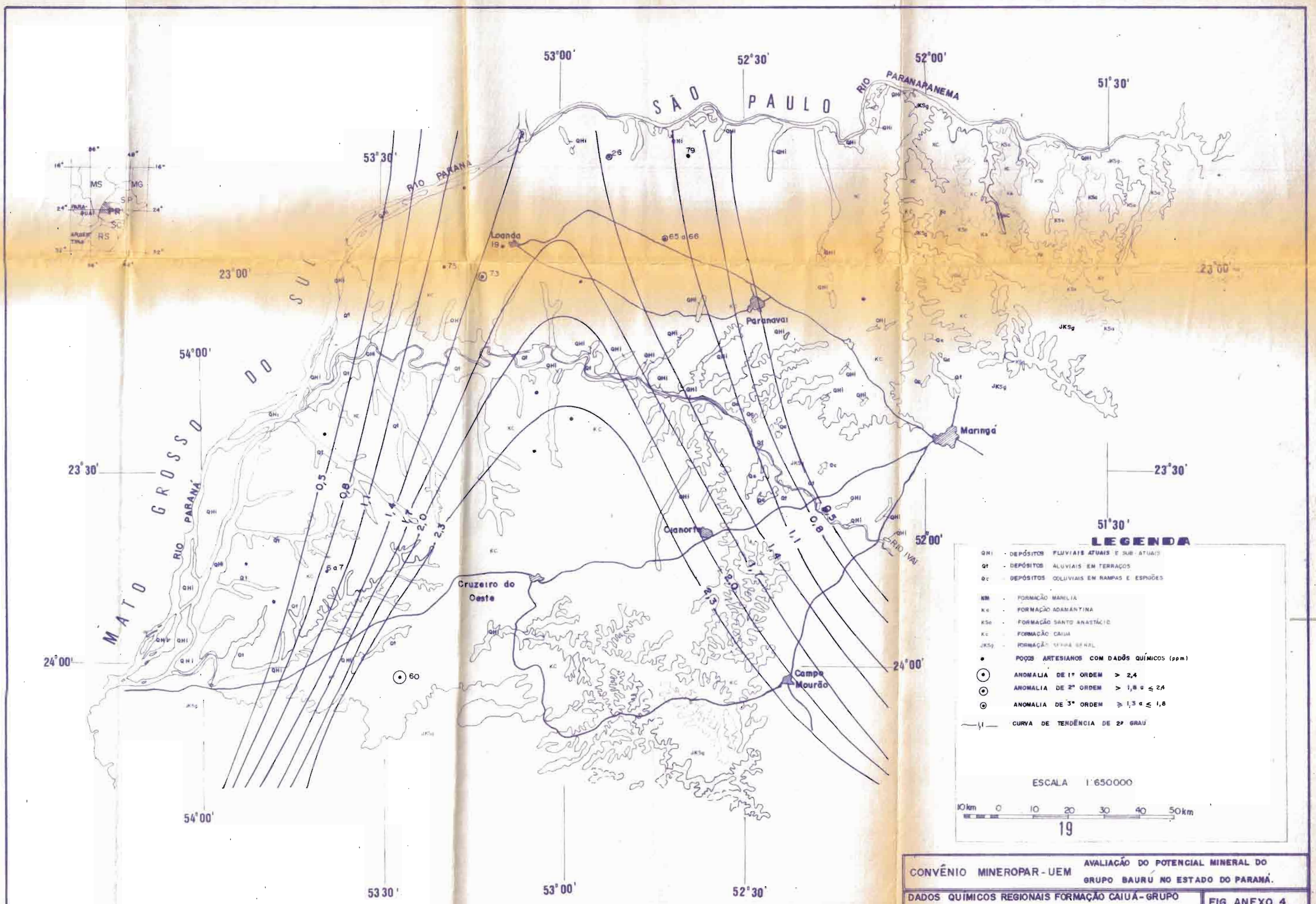
ISÓPACAS DA FORMAÇÃO CAIUÁ

FIG. ANEXO 2

Nº DESENHO Nº

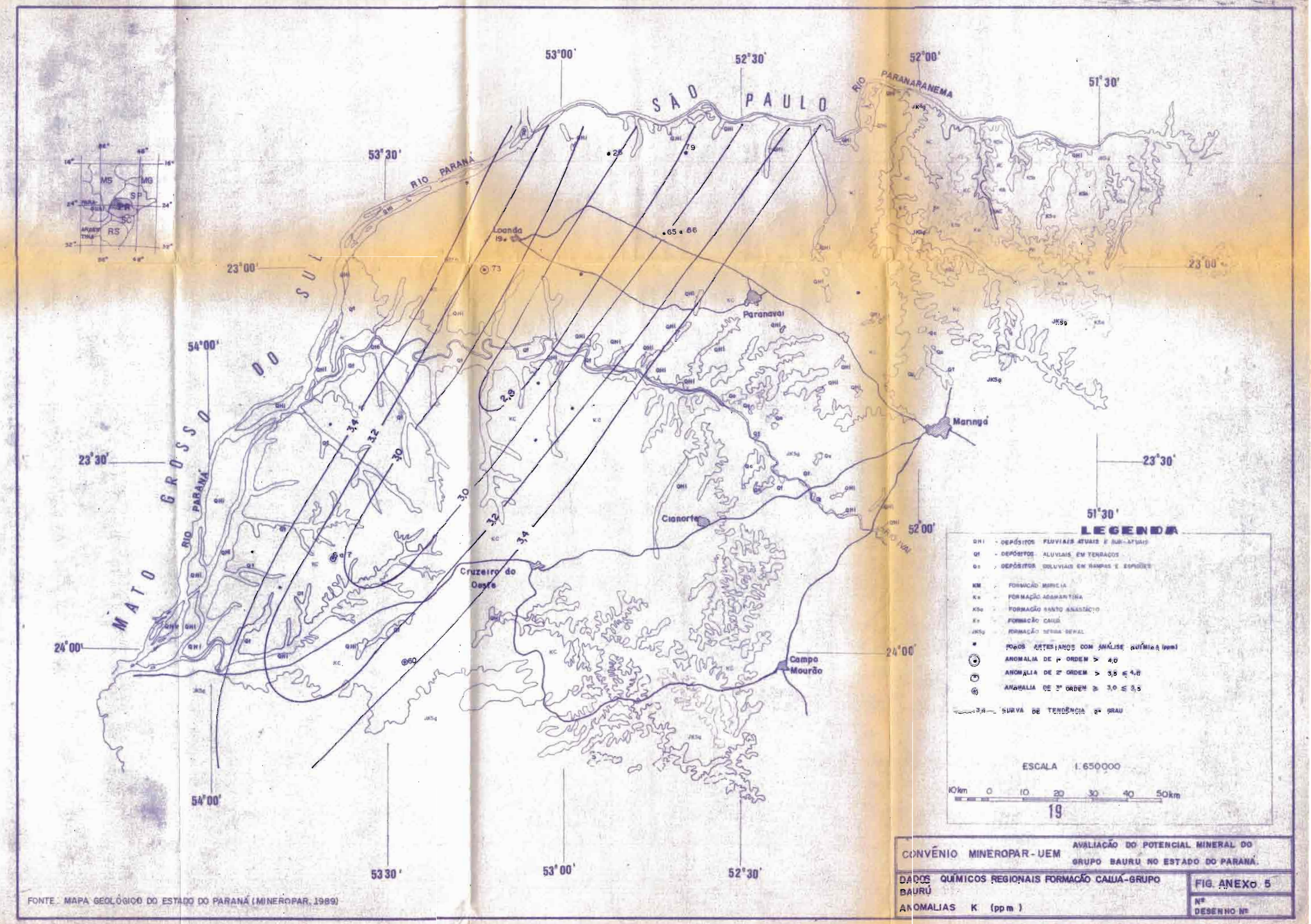
FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)


SÃO PAULO
MATO GROSSO DO SUL
RIO PARANÁ
RIO PARANAPANEMA
RIO IVAI
Loanda
Paranavaí
Maringá
Cianorte
Cruzeiro do Oeste
Campo Mourão
53°00'
52°30'
52°00'
51°30'
53°30'
54°00'
23°00'
23°30'
24°00'
LEGENDA
PLOTAÇÃO DOS POÇOS ARTESIANOS
12 (268) - COTA DO TOPO DA FORMAÇÃO SERRA GERAL (m)
Nº DA ORDEM DO POÇO
ESCALA 1:650000
10km 0 10 20 30 40 50km
19
CONVÊNIO MINEROPAR - UEM
AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ.
CONTORNO ESTRUTURAL DO TOPO DA FORMAÇÃO SERRA GERAL
FIG. ANEXO 3
Nº DESENHO Nº
FONTE MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)



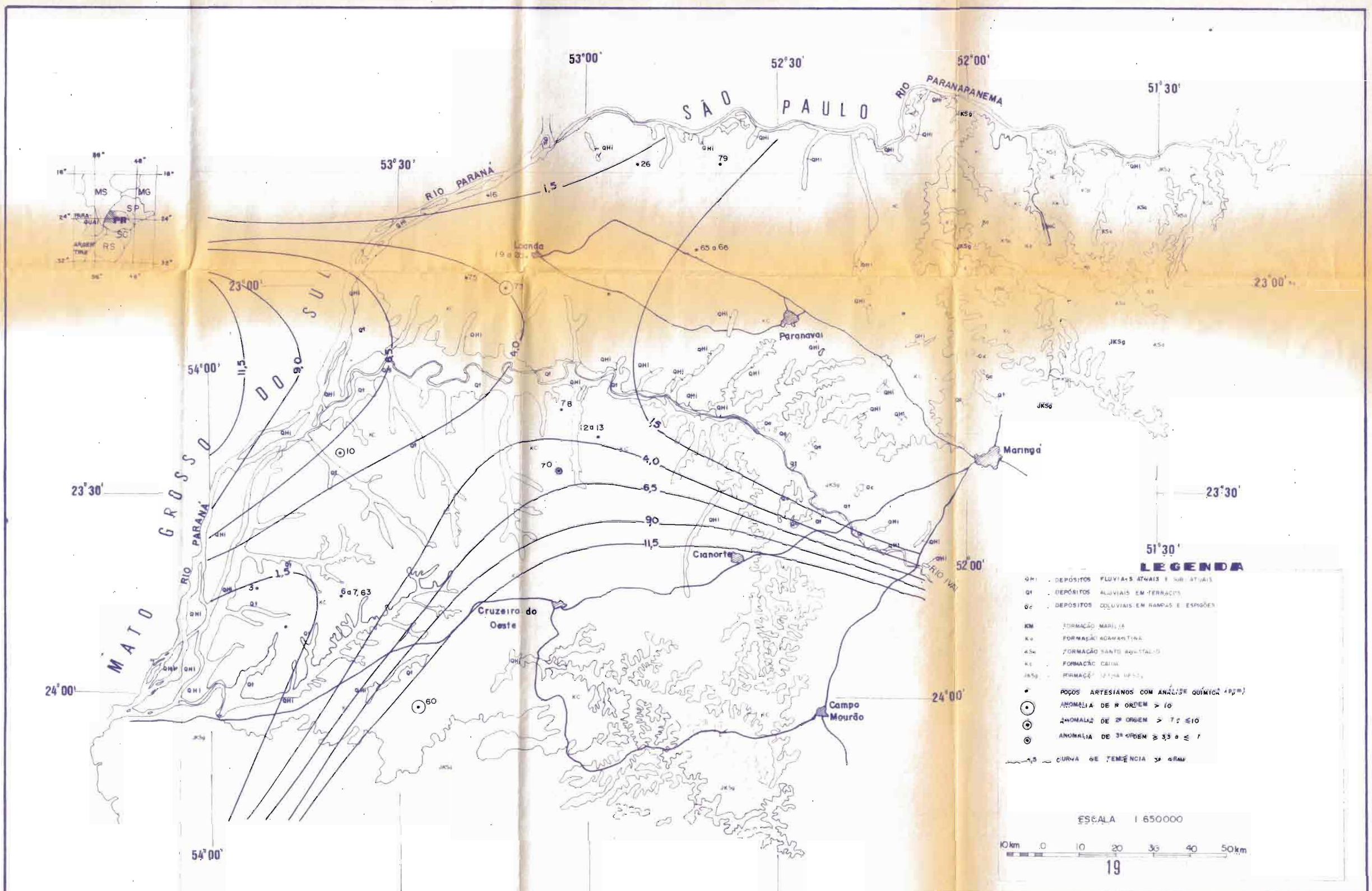
FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)

CONVÊNIO MINEROPAR - UEM	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ.
DADOS QUÍMICOS REGIONAIS FORMAÇÃO CAIUÁ - GRUPO BAURÚ ANOMALIAS Na (ppm)	FIG. ANEXO 4 Nº DESENHO Nº



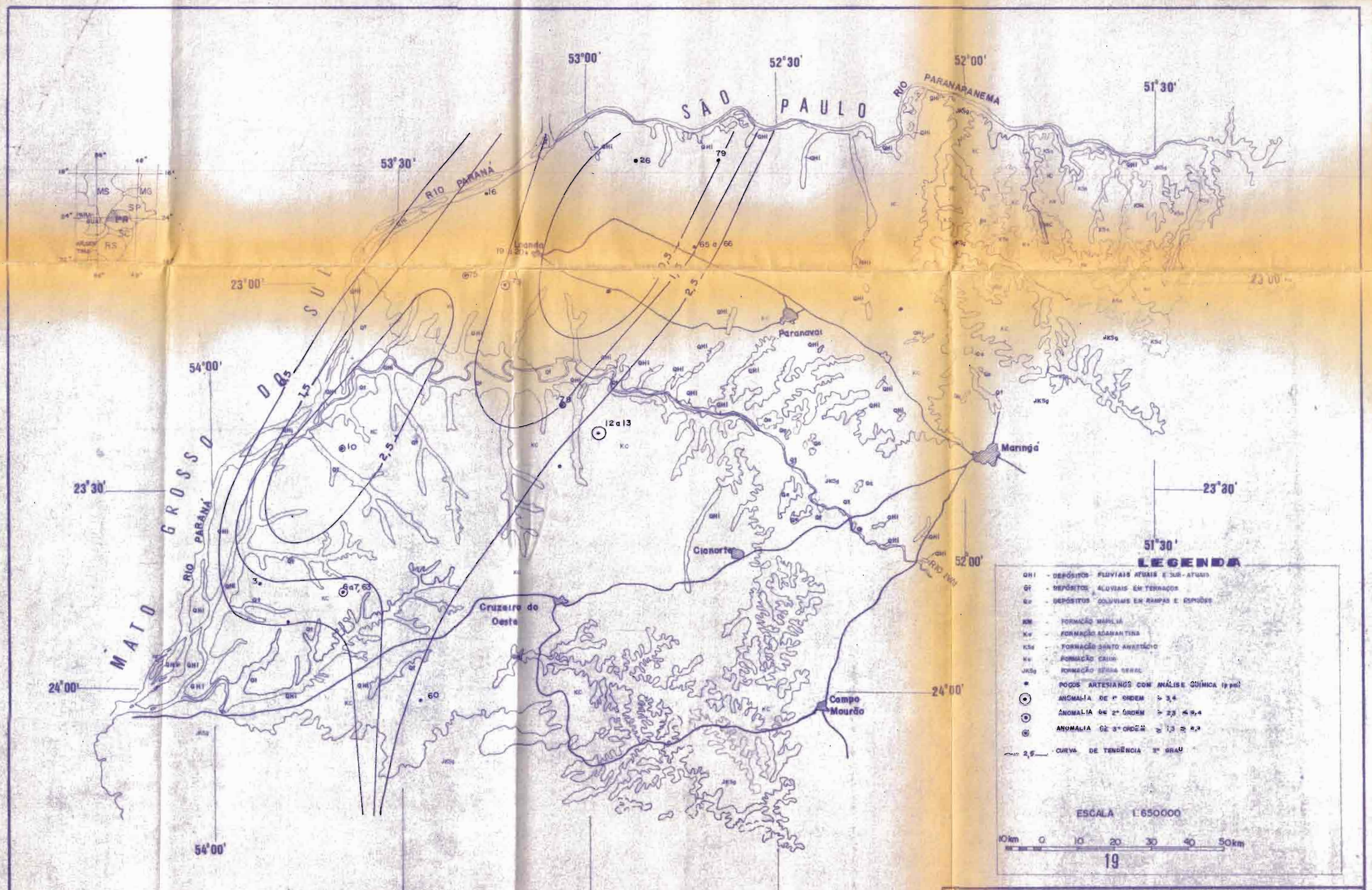
FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)

CONVÊNIO MINEROPAR-UEM	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURU NO ESTADO DO PARANÁ.
DADOS QUÍMICOS REGIONAIS FORMAÇÃO CAIUÁ-GRUPO BAURÚ ANOMALIAS K (ppm)	FIG. ANEXO 5 Nº DESENHO Nº



FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)

CONVÊNIO MINEROPAR-UEM	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ.
DADOS QUÍMICOS REGIONAIS FORMAÇÃO CAIUÁ-GRUPO BAURÚ ANOMALIAS Ca (ppm)	FIG. ANEXO 6 Nº DESENHO Nº



CONVÊNIO MINEROPAR - UEM

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURU NO ESTADO DO PARANÁ.

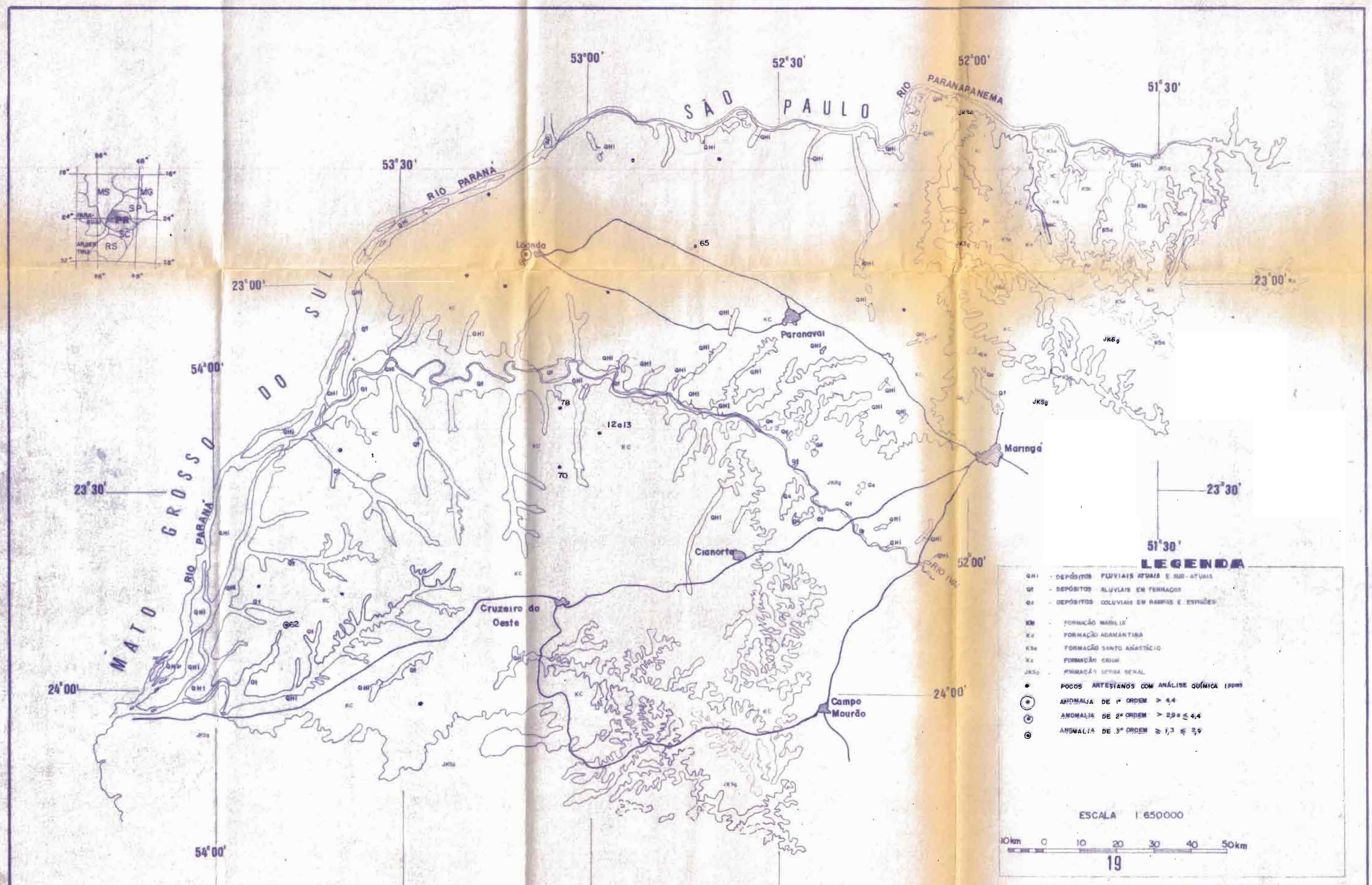
DADOS QUÍMICOS REGIONAIS FORMAÇÃO CAIUÁ-GRUPO BAURÚ

ANOMALIAS Mg (ppm)

FIG. ANEXO 7

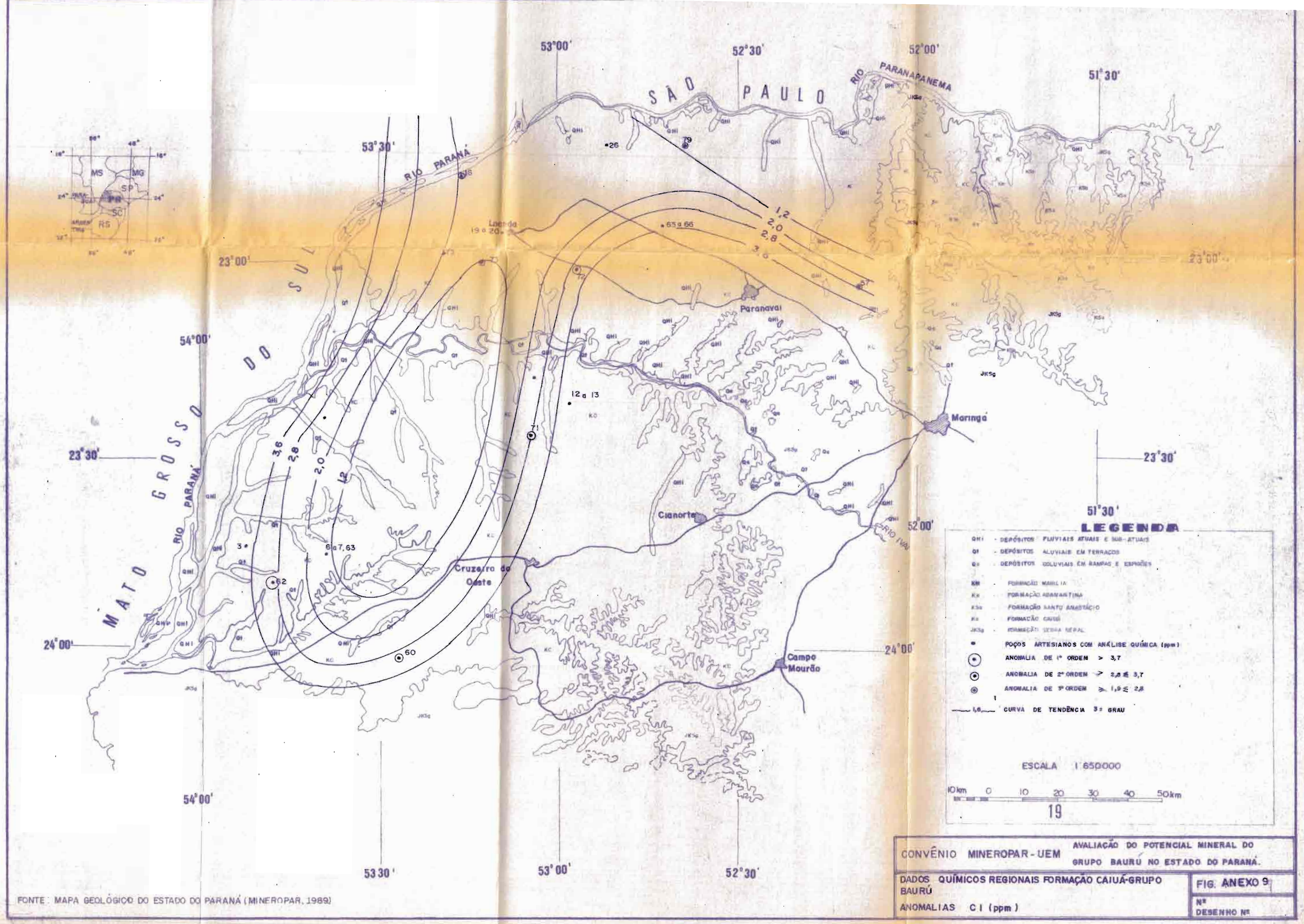
Nº DESENHO Nº

FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)



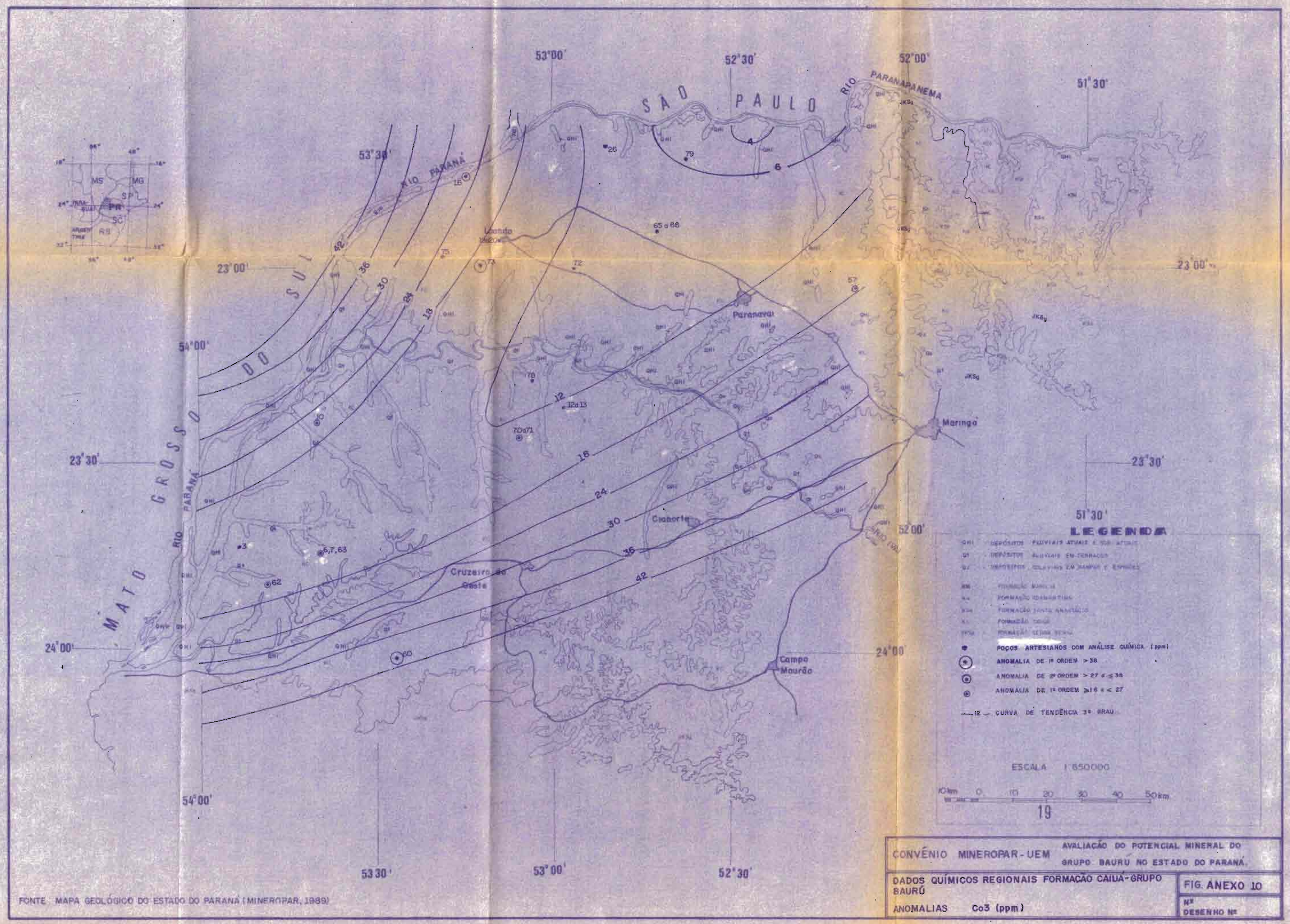
FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)

CONVÊNIO MINEROPAR - UEM	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ.
DADOS QUÍMICOS REGIONAIS FORMAÇÃO CAIUÁ - GRUPO BAURÚ ANOMALIAS SO4 (ppm)	FIG. ANEXO 8 Nº DESENHO Nº



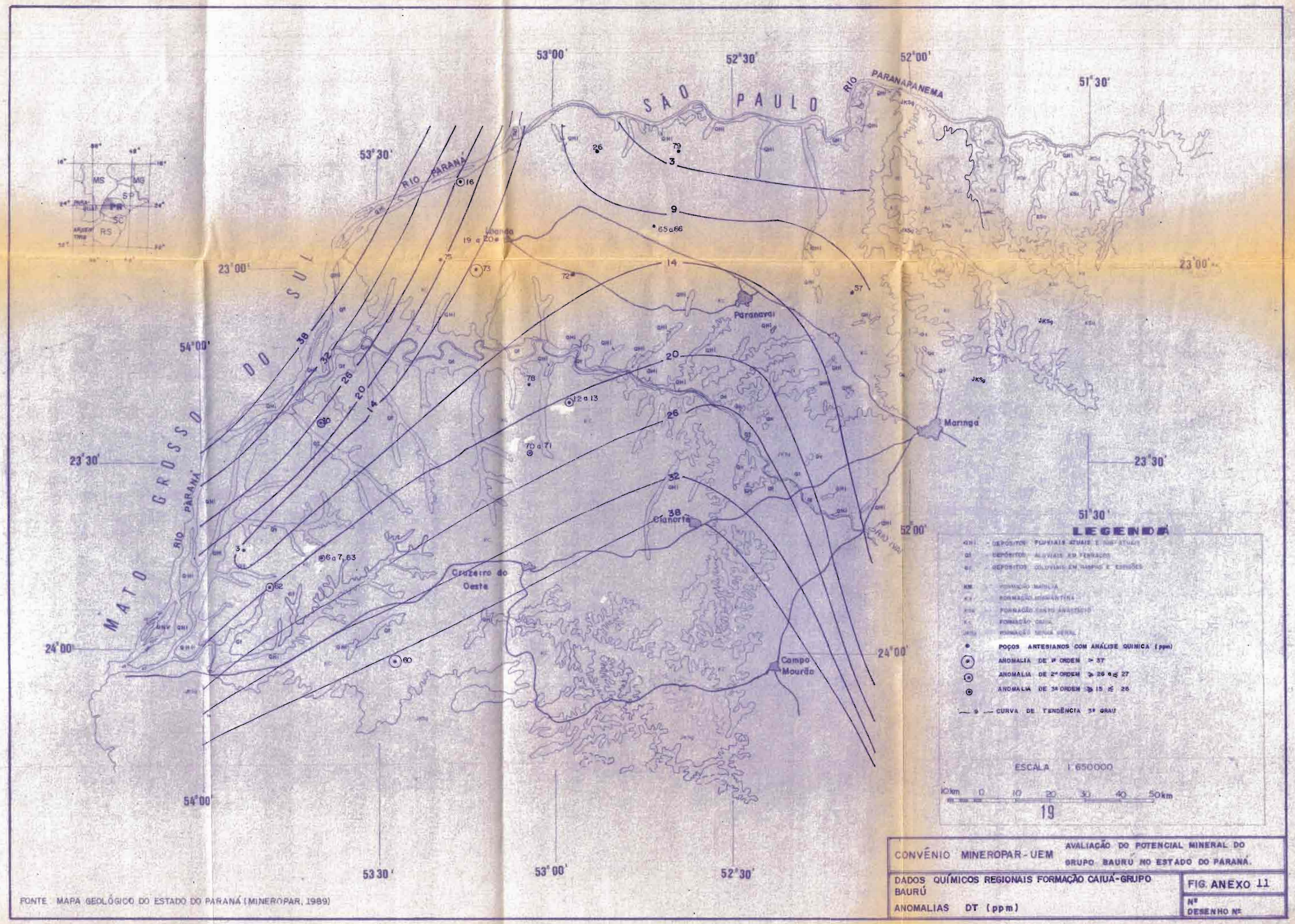
FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)

CONVÊNIO MINEROPAR - UEM	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ.
DADOS QUÍMICOS REGIONAIS FORMAÇÃO CAIUÁ-GRUPO BAURÚ ANOMALIAS Cl (ppm)	FIG. ANEXO 9 Nº DESENHO Nº



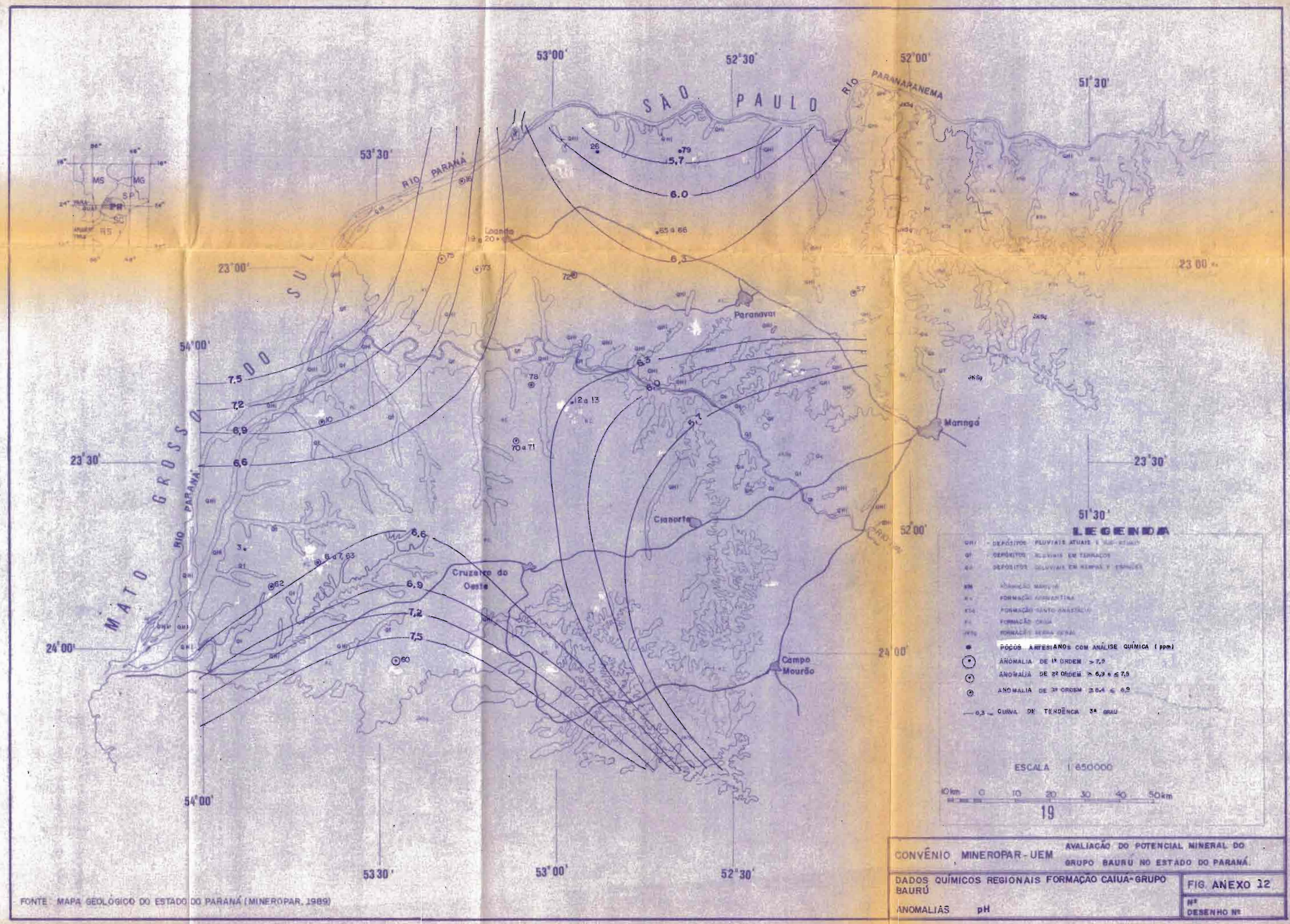
FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)

CONVÊNIO MINEROPAR-UEM	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ.
DADOS QUÍMICOS REGIONAIS FORMAÇÃO CAIUÁ-GRUPO BAURÚ	FIG. ANEXO 10
ANOMALIAS Co3 (ppm)	Nº DESENHO Nº



FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)

CONVÊNIO MINEROPAR-UEM	AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURÚ NO ESTADO DO PARANÁ.
DADOS QUÍMICOS REGIONAIS FORMAÇÃO CAIUÁ-GRUPO BAURÚ ANOMALIAS DT (ppm)	FIG. ANEXO 11 Nº DESENHO Nº



FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO PARANÁ (MINEROPAR, 1989)

CONVÊNIO MINEROPAR-UEM

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL MINERAL DO GRUPO BAURU NO ESTADO DO PARANÁ.

DADOS QUÍMICOS REGIONAIS FORMAÇÃO CAIUÁ-GRUPO BAURÚ

ANOMALIAS pH

FIG. ANEXO 12

Nº DESENHO Nº

ANEXO 13

Fundação Universidade Estadual de Maringá

UNIDADE CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

PRESTAÇÃO DE SERVIÇO Nº 004/91 DQI= GEMA

INTERESSADO: JOSE CANDIDO STEVAUX=DGE

TIPO DE AMOSTRA = AREIA
DATA 06/06/91

PARÂMETROS QUÍMICOS	AMOSTRA	RESULTADO	UNIDADE PADRÃO
Fe_2O_2	C1	0,014	%

OBS. Método Utilizado= ABSORÇÃO ATÔMICA

Método complexométrico, do Ácido Sulfosalicilico como Indicador .

DIRSEEU GALLI

Técrico Analista

Campus Universitário - Av. Colombo, 3690 - (DDD 0442) Fone: 22-4242 (PABX)
Telex: 0442 - 198 - Caixa Postal, 331 - CEP 87020 - MARINGÁ - Paraná

Amostras de Tuneiras do Oeste

MINEROPAR
Minerais do Paraná S.A.

ENSAIOS TECNOLÓGICOS DE ARGILAS

AMOSTRA Nº LL - 270

PROJETO GEOLOGIA DOS MUNICÍPIOS

a) Características dos corpos de prova secos 110°C

umidade [illegible] 16.18%

retração [illegible] -

módulo de ruptura 9.60 Kgf/cm^2

densidade aparente 1.55 g/cm^3

cor *5 R 4/2 - Rosa amarronado

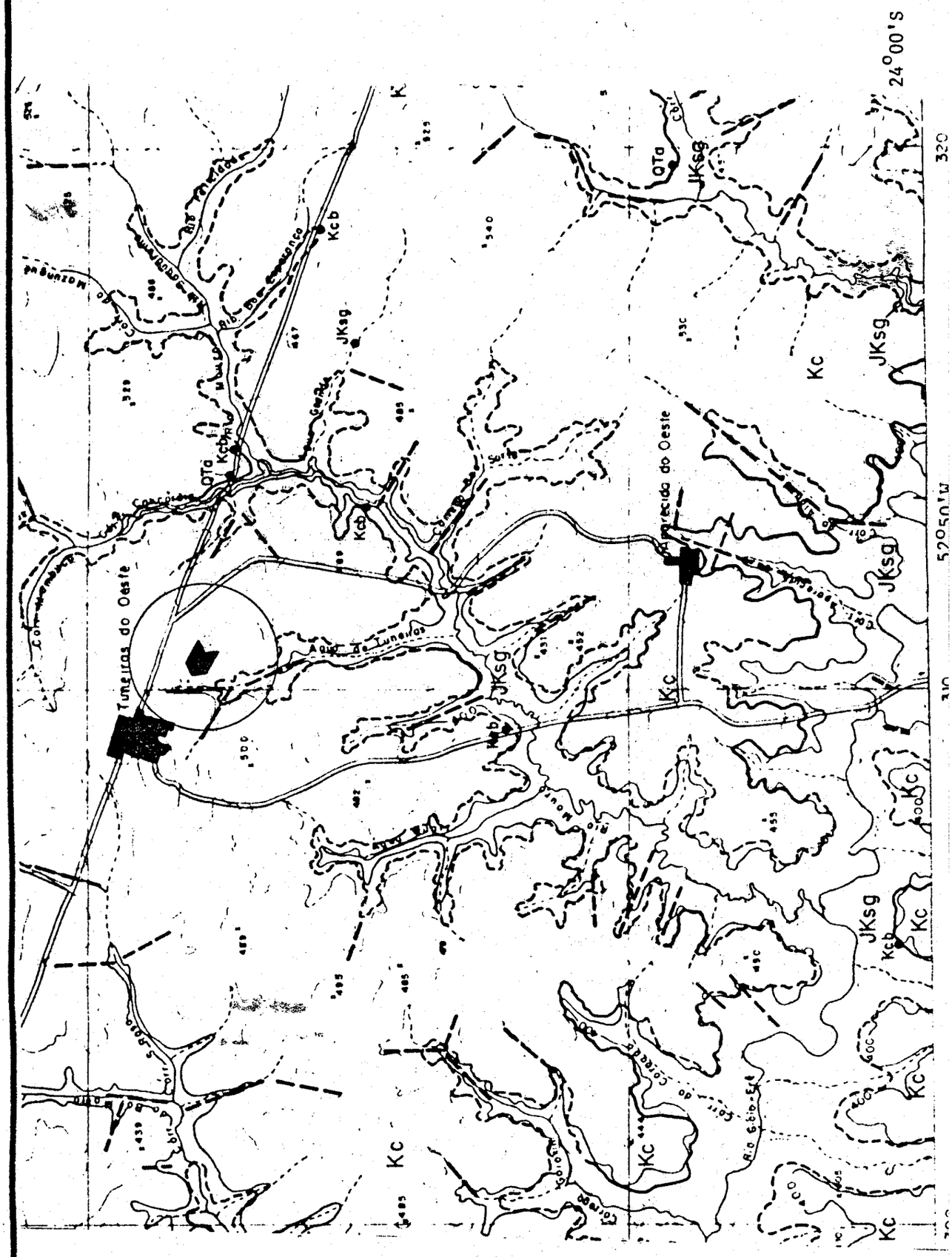
b) Características dos corpos de prova após queima

Temperatura de queima °C	Perda ao fogo	Retração linear	Módulo de ruptura (Kgf/cm²)	Absorção de água (%)	Porosidade aparente (%)	Densidade aparente (g/cm³)	Cor após queima
950	12,86	4,31	44,04	23,76	38,86	1,63	*5R 7/4 ROSA
1250	12,97	16,94	158,54	1,38	3,50	2,52	*10YR 8/ MANTEIG
1450	13,12	16,94	227,65	0,92	2,43	2,64	*10YR 7/ BEGE

* Manual comparativo de cores empregado: "Rock color chart".

Recomendações: Uso provável em Cerâmica Branca e Materiais Refatários.

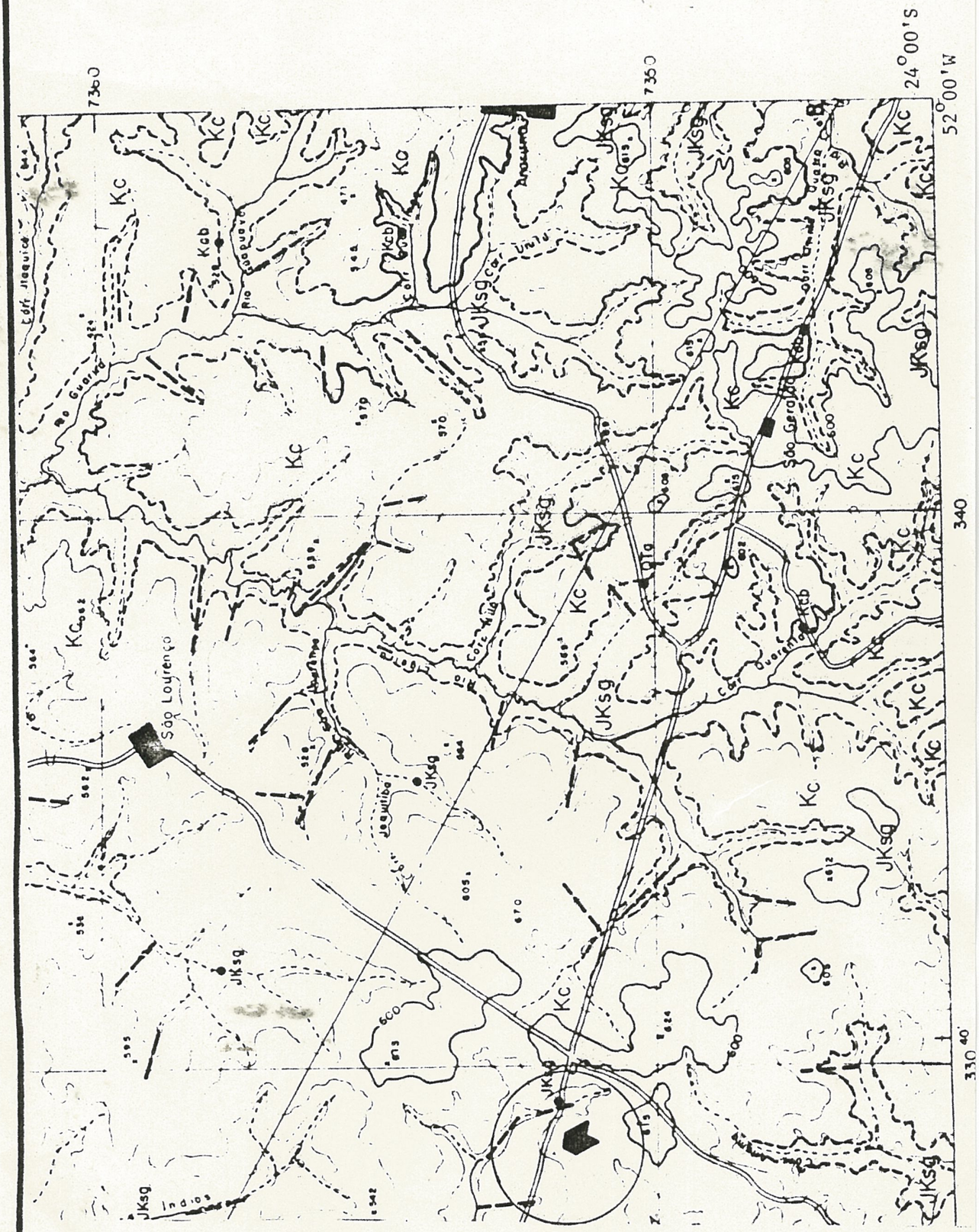
Curitiba 30 de agosto de 19 91



CONVÊNIO MINEROPAR/UEM - Avaliação do Potencial Mineral no Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Localização da ocorrência de areia quartzosa . Córrego Tuneiras, Rodovia Campo Mourão - Tuneiras d'Oeste BR 487, 1 km de Tuneiras d'Oeste.
(Escala 1.100.000, Consórcio CESP/IPT-PAULIPETRO, 1980)

Anexo: 15



CONVÊNIO MINEROPAR/UEM - Avaliação do Potencial Mineral no Grupo Bauru do Estado do Paraná.

Localização da ocorrência de argila caolinitica. Rodovia Campo Mourão - Tuneiras d'Oeste, 20 Km de Tuneiras d'Oeste. (Escala 1:100.000, Consórcio CESP/IPT-PAULIPETRO, 1980)

Anexo: 16