DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL - ALEMANHA

COORDENADOR GERAL: ACYR ÀVILA DA LUZ

COORDENADOR ADJUNTO: WILSON DE PÁDUA PAULA

SUREMI
SEDE
CPRM F.96
ARQUIVO TÉCNICO
Relatório n.º 135-S
N.º de Volumes: 1 V.: -
OSTENSIVO

CPRM

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

DIRETORIA DE OPERAÇÕES

1974

CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL - ALEMANHA

Superintendente de Execução
ROBERTO BREVES VIANNA

Chefe da Missão Alemã
GEORG BLÜMEL

PROJETO DE VERIFICAÇÃO DE ANOMALIA RADIOMÉTRICA
UMBURATIBA - MINAS GERAIS

GEOFÍSICA: W. BOSUM E H. GEIPEL
GEOLÓGIA / GEOQUÍMICA: L. LAHNER
TRADUÇÃO E COORDENAÇÃO DO TEXTO EM PORTUGUÊS:
A. B. VIEIRA
R. B. VIANNA

EQUIPE DE TRABALHO:

C. P. R. M.

FÁBIO D. BICALHO
HUGO P. STEINER
BENEDITO A. DOS SANTOS

BfB

W. BOSUM
L. LAHNER
H. GEIPEL
D. JOCHMANN
W. STAMPE

MISSÃO GEOLÓGICA - GEOFÍSICA ALEMÃ

CPRM

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DE OPERAÇÕES
1974

CPRM

SUMÁRIO

(TEXTO)

pag.

RESUMO

1. INTRODUÇÃO..... 1

1.1. Histórico..... 1

1.2. Objetivos..... 2

1.3. Localização e Acesso..... 3

1.4. Aspectos Sócio-Econômicos..... 3

1.5. Metodologia..... 4

1.6. Trabalhos Anteriores..... 5

2. FISIOGRAFIA..... 6

3. GEOLOGIA..... 7

3.1. Litologia..... 7

3.1.1. Paragnaisse..... 7

3.1.2. Migmatitos..... 8

3.1.3. Granitos..... 9

3.1.4. Dioritos..... 11

3.1.5. Pegmatitos..... 11

3.2. Geologia Estrutural-Tectônica..... 12

4. GEOQUÍMICA..... 13

4.1. Operações..... 13

4.2. Resultados..... 14

.a.

pag.

5. GEOFÍSICA..... 18

5.1. Operações..... 18

5.2. Interpretação e Resultados..... 20

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES..... 30

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 33

SUMÁRIO

(ANEXOS)

1 - Mapa de Amostragem Geoquímica - Folha SE-24-V-C-III

2a - Mapa de Amostragem Geoquímica (símbolos) - Folha SE-24-V-C -III

2b - Diagrama - Curva de Frequência Acumulada

3 - Mapa Geológico da Região da Anomalia de Umburatiba

4 - Delimitação da Anomalia Cintilométrica de Umburatiba

5 - Mapa de Situação da Área de Trabalho

6 - Mapa de Intensidade Magnética Vertical em Gamma

7 - Mapa de Isoradiação (U, Th, K) em cpm

8 - Mapa de Teor de Urânio em cpm

9 - Mapa de Teor de Tório em cpm

10 - Mapa de Apresentação Esquemática das Áreas Anômalas

11 - Mapa de Apresentação das Anomalias Intensas

12 - Mapa de relação U/Th

Mod. 002

NE 7530 0210 0343

CPRM

RESUMO

A anomalia radiométrica de Umburatiba, com extensão aproximada de 1,5 x 2,5 km, foi investigada por Cintilometria e Magnetometria, bem como Geoquímica e Geologia. Nessa região encontrou-se um Granito, de granulação relativamente fina e pobre em biotita, intrudido em Migmatitos e Paragnaisses, além de uma pequena ocorrência de Diorito. Foram ainda observados numerosos pegmatitos, que atravessam todas as outras rochas. As estruturas têm direção mais ou menos uniforme NE-SW.

As análises de rochas e amostras de solo (U, Th e K_2O) mostraram valores altos de Th porém, nenhuma anomalia de U. Provavelmente as amostras não foram representativas.

As medições geofísicas revelaram altos valores com mesma ordem de grandeza para U e Th. No mapa de isanomalias cintilométricas foram identificadas regiões de anomalias intensas interconectadas, enquanto a magnetometria indicou somente pequenas diferenciações litológicas. É notável a coincidência entre os limites dos corpos magnéticos com as regiões de anomalias cintilométricas mais intensas.

Como consequência da descoberta foram programadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear sondagens na área da anomalia. A divulgação dos resultados das perfurações é da competência daquele órgão.

CPRM

1. INTRODUÇÃO

por L. Lahner e R. B. Vianna

1.1. HISTÓRICO

A anomalia radiométrica de Umburatiba foi pela primeira vez verificada nos registros analógicos da aeronave do Convênio Geofísica Brasil - Alemanha (CGBA), quando a mesma realizava um vôo entre os pontos geodésicos Bonita e Antena Padre Paraíso (NE de Minas Gerais), destinado a determinar as coordenadas geográficas para amarração dos aerolevantamentos programados na área.

Comunicada a observação e constatada a veracidade da mesma, a chefia do CGBA designou um grupo de trabalho, formado pelos geólogos L.Lahner (BfB) e H.P.Steiner (CPRM) e geofísicos A.B.Vieira (CPRM) e H.Geipel (BfB), para realizar, entre 14/02 e 23/02/73, um reconhecimento geológico-geofísico na área. Confirmou-se no terreno a existência da zona anômala (LAHNER et al., rel. interno CGBA, 1973). Participaram deste reconhecimento o geólogo Geraldo Aires e o prospector Floro Menezes da CNEN.

Programaram-se então levantamentos terrestres mais detalhados, na região central da anomalia. Paralelamente executou-se um aerolevantamento de detalhe, cujos resultados estão consubstanciados no relatório da PRAKLA-SEISMOS nº

721006b/734025 de 19/11/73.

O detalhamento geofísico terrestre foi executado entre 15/05 e 06/06/73, por uma equipe mista teuto-brasileira , constituída pelos seguintes técnicos:

Bundesanstalt für Bodenforschung (BfB):

D.Jochmann, H.Geipel, L.Lahner e W.Stampe

Comapanhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM):

B.A. dos Santos e F.D.Bicalho

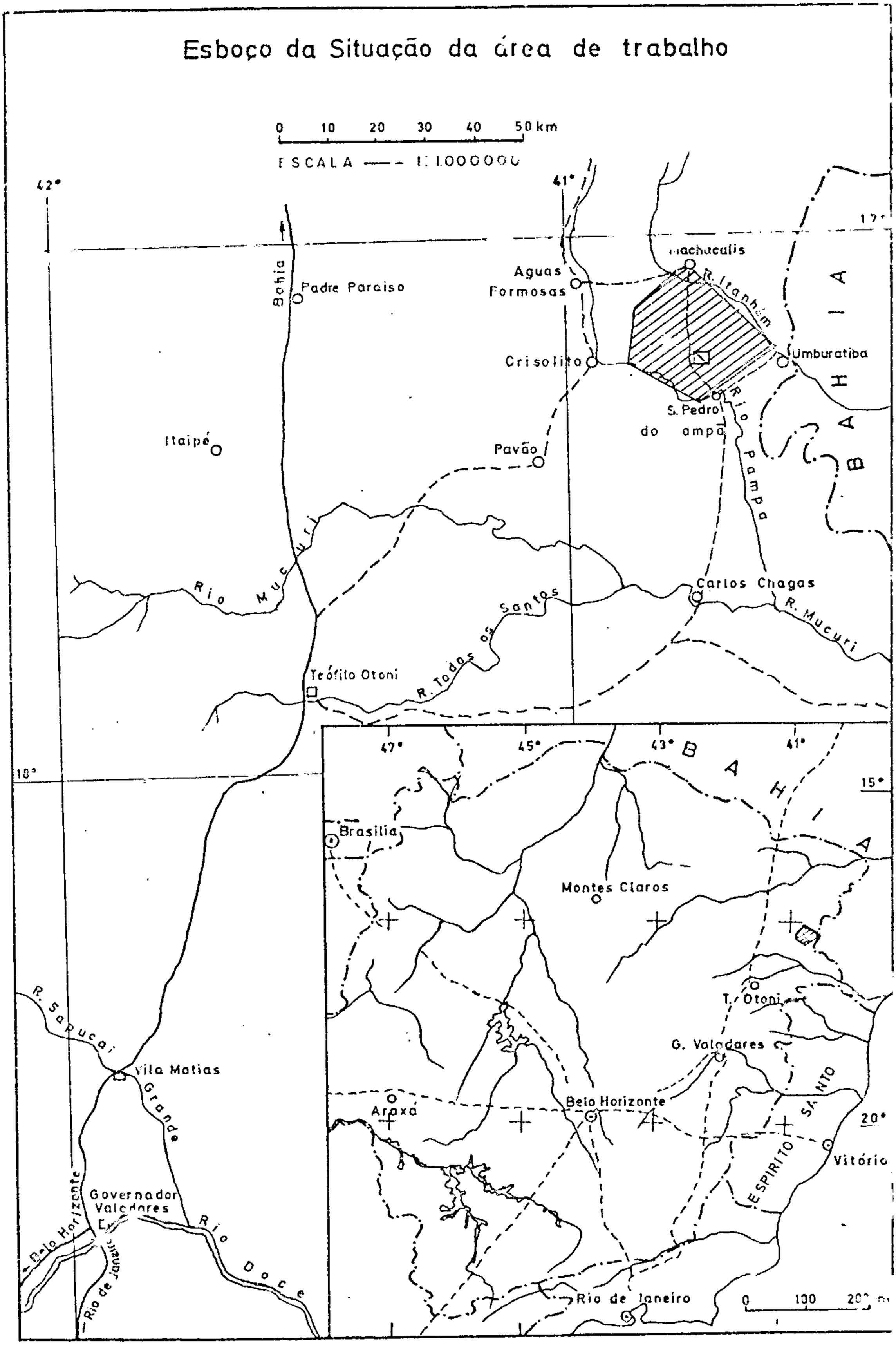
1.2. OBJETIVOS

O projeto Umburatiba constou de levantamentos magnéticos e radiométricos específicos para a obtenção de informações sobre a intensidade e distribuição dos valores de U e Th, assim como, eventualmente, sistematizar seu comportamento. Ao mesmo tempo dever-se-ia investigar as relações geológicas da área anômala e suas bordas, conjugando-se uma amostragem geoquímica para identificar possíveis mineralizações.

No levantamento magnético terrestre utilizou-se o magnetômetro de torsão Askania Gfz, precisão $\pm$ 2 γ e nas medições radiométricas empregou-se o cintilômetro McPhar TV-5, com o qual se pode medir quatro diferentes níveis de radiação.

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Esboço da Situação da área de trabalho



1.3. LOCALIZAÇÃÓ E ACESSO

A anomalia de Umburatiba (prancha 1) localiza-se na região NE de Minas Gerais, próximo à fronteira com a Bahia e é delimitada aproximadamente pelas coordenadas:

Geográficas	UTM
17° 05' S	8110 km N
17° 20' S	8085 km N
40° 35' W	330 km E
40° 50' W	305 km E

De Belo Horizonte o acesso se faz através da rodovia asfaltada BR-262 até Governador Valadares, onde se toma a BR-116 (Rio-Bahia) até aproximadamente 20 km depois de Teófilo Otoni quando se dobra à direita na BR-418 (Estrada do Boi) seguindo-se nesta rodovia até Carlos Chagas. Aqui toma-se a estrada municipal para São Pedro do Pampã, onde se consegue as informações necessárias para atingir a zona anômala. Esta se situa na Fazenda Nova Esperança, de propriedade do Sr. Avelino Vilela, residente em Crisolita.

1.4. ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

A área prospectada é carente de rodovias, existindo unicamente a estrada municipal Machacalis-São Pedro do Pampã, que corta a zona da anomalia.

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

A região é escassamente povoada e a atividade econômica principal é a pecuária. Os núcleos populacionais mais importantes são Machacalis, Umburatiba, São Pedro do Pampã, Águas Formosas e Crisolita, todas com população inferior a 10.000 habitantes.

1.5. METODOLOGIA

Medições magnéticas e cintilométricas foram conduzidas por H.Geipel e B.A. dos Santos, auxiliados pelo motorista M.T. Souza. Concomitantemente, D.Jochmann e W.Stampe dirigiram a abertura das picadas, enquanto cartografaram os acidentes topográficos mais importantes. L.Lahner e F.D. Bicalho, auxiliados pelo motorista B.Wantuil, estudaram os aspectos geológicos e recolheram amostras de rocha e de sedimentos de corrente.

Os trabalhos de campo foram bastante prejudicados pela falta de mapas topográficos adequados. Afora a faixa de aerofotos da parte Leste da região (nº 22-A, 1:60.000), dispunha-se somente de imprecisos mapas municipais, nas escalas 1:100.000 até 1:150.000.

Quanto a cartografia, em Belo Horizonte, pôde-se dispor de mapas do Projeto RADAM, recém-confeccionados, em escala 1:250.000. Esses mapas de radar foram transformados em mapas-base topográficos relativamente bons na escala ..... 1:100.000 (anexos 1, 2 e 3). O mapa na escala 1:10.000 (a

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

nexo 4) foi elaborado baseando-se nas fotografias dos perfis aerogeofísicos obtidos através do aerolevantamento de detalhe efetuado pelo CGBA.

1.6. TRABALHOS ANTERIORES

Excluindo-se a viagem de reconhecimento conduzida pelo CGBA para constatação de anomalia radiométrica detectada em vôo, não se conhece na literatura geológica qualquer referência a trabalhos realizados na área.

Mod. 002

NE 7530 0210.0343

2. FISIOGRAFIA

por L. Lahner

O relevo da região é moderadamente acidentado, com vales a cerca de 300 m, e colinas suaves arredondadas que, raramente, ultrapassam 600 m de altitude. Isoladamente observam-se domos do tipo pão-de-açúcar.

A parte N da área é drenada diretamente para o Atlântico, através do rio Itanhém (também chamado Alcobaça). Ao Sul fluem os tributários do Rio Pampã, que desagua no Rio Mucuri. Os cursos d'água formam extensos brejos, apresentando também trechos de rápidos e cachoeiras.

A paisagem é caracterizada por pastagens e restos de florestas.

Mod. 002

NE 7530 0210 0343

CPRM

3. GEOLOGIA

por L. Lahner

Na área mapeada repousa, segundo o Mapa Geológico do Brasil (1:5.000.000), o Pré-Cambriano Indiviso, enquanto que o Mapa Geológico de Minas Gerais (1:1.000.000) registra o Pré-Cambriano Superior.

3.1. LITOLOGIA

Na região estudada ocorrem Paragnaisses, Migmatitos, Granitos e Dioritos. A delimitação de cada uma dessas unidades é, em geral, difícil, de modo que os contatos mostrados no mapa geológico (anexo 3) devem ser aceitos com restrições.

3.1.1. Paragnaisses

Este tipo de rocha predomina no centro e S da área investigada, estando fortemente intemperizada, e só raramente exposta em bons afloramentos.

A rocha é, substancialmente, um Gnaisse bandeado em faixas de materiais claros e escuros. Segundo

Mod. 002

NE 7530 0210.0343

determinações em lâminas delgadas (W. EBERLE) compõe-se, principalmente, de material biotita-granítico com muitos vestígios oxidados e, em parte, desagregados de granadas provenientes de xenólitos. Uma dessas seções contém hornblenda verde-amarelada, com geminação lamelar causada por esforços ("Stresses") epigenéticos.

Ao Sul, perto de Umburatiba e São Pedro, encontraram-se ocasionais horizontes de Quartzito no Ganisse. Os Quartzitos, de cor rosa a marrom, são frequentemente recristalizados, apresentando, por vêzes, vestígios de estratificação cruzada.

Existem ainda intercalações de Meta-arcósios.

3.1.2. Migmatitos

Rochas migmatíticas abrangem a parte N da área e cortam a região de Paragnaisses em forma de pequenas zonas de direção NW/SE. Ao contrário dos Paragnaisses, os Migmatitos são resistentes ao intemperismo, formando colinas em forma de pão-de-açúcar ou cumieiras alongadas, cujos flancos intemperizados exibem bons afloramentos. Por isso, pode-se, frequentemente, observar belas dobras em "schlieren" e texturas ptigmáticas - (MEHNERT, 1968).

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

O material mobilizado consiste, como regra de quartzo, feldspato potássico e mica e tem composição granítica. Enquanto, em geral, predomina o Paleossoma, o Neossoma (e neste o Leucossoma) aumenta nas zonas graníticas portadoras de granadas oxidadas e quebradas. Essas rochas graníticas ocorrem nas margens dos Granitos, coincidindo com a anomalia cintilométrica.

Nas bordas dessa zona existe, às vêzes, um Leucossoma pegmatítico intrudido no Paragnaisse , parte com contornos nítidos, parte sob forma de pequenas inclusões.

Intensa feldspatização é largamente difundida nos Migmatitos, abarcando por vêzes a rocha inteira . Grandes cristais de feldspato (até 5 cm) mais ou menos idiomorfos são visivelmente originados por metasomatose pneumatolítica.

Granatização, em parte forte, é também típica dessas unidades.

3.1.3. Granitos

Na região da anomalia cintilométrica aflora um Granito, formando uma depressão de 2 a 3 km de diâmetro, subdividida em vales menores, que coincide com a

Mod. 002

NE 753C 0210 0343

dimensão da anomalia. Trata-se de uma rocha relativamente pobre em biotita, rica em apatita, com 3-5% de minerais opacos. A biotita contém, quase sempre, inclusões de zircão, rodeado por halos radioativos. Ao passo que o núcleo do Granito é pouco solicitado mecanicamente, suas bordas exibem estruturas de "stress " com isorientação de biotita, blastese incipiente de feldspatos potássicos e crescimento de micas claras à custa da biotita.

A granulação varia de fina a média, com bandas ocasionais de material grosseiro. Nos afloramentos estudados, o Granito parece ser um corpo relativamente homogêneo, mas é provável que se diferencie como indica a magnetometria (anexo 6).

As rochas envolvidas pelos Granitos, que só raramente afloram, têm composição granítica, embora se caracterizem por uma granatização intensa ou presença de grandes biastos de feldspato potássico.

Assim, sob o ponto de vista morfológico e mineralógico, e com base na exata coincidência entre a anomalia e a área de ocorrência dos Granitos, admite-se que estes sejam propriamente intrusivos e não o produto de metamorfose através de progressiva granitização dos Migmatitos.

Petrograficamente, não se pode esclarecer satisfatoriamente a causa da anomalia cintilométrica. No

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

só se observam blocos de Quartzo leitoso ou grandes cistais de muscovita.

Esses pegmatitos compõem-se nitidamente só de Quartzo, Feldspato e Mica e, ao que se sabe, são estéreis quanto a pedras semi-preciosas.

3.2. GEOLOGIA ESTRUTURAL-TECTÔNICA

As feições estruturais são bastante homogêneas em toda área. A xistosidade, bem manifestada especialmente nos Paragnaisses, tem direção uniforme N20°-30°E, com desvios locais até N50°E.

São comuns exposições com plissamentos, existindo também dobramentos da ordem de decâmetros. A direção do eixo de dobramento, N20°-30°E, concorda com a da xistosidade e a vergência é quase sempre para NW. Também os blastos de feldspato dos Migmatitos são, quase sempre, isorientados - (30°-50°E) e, não raro, dobrados.

Nestes tipos de rocha é difícil distinguir falhamentos. É possível que a zona alongada segundo NW-SE, correspondente à anomalia, seja limitada por falhas. Pequenos rejeitos, em zonas de dimensão de metros puderam ser vistos em muitos afloramentos, especialmente nos Migmatitos.

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

4. GEOQUÍMICA

por L. Lahner

4.1. OPERAÇÕES

A amostragem geoquímica não se limitou à área da anomalia cintilométrica, mas abrangeu seus arredores, para detectar eventuais mineralizações no contato dos Granitos.

Em uma superfície de 450 km^2 coletou-se um total de 122 amostras de sedimentos de corrente (L 936 - L 1057), duplicadas a cada dez, perfazendo uma densidade de 1 amostra /3,7 km^2. Entretanto, face a inacessibilidade da área, os pontos de amostragem têm distribuição estatística desigual (anexos 1 e 2).

As amostras foram analisadas no laboratório químico do CGBA, em Belo Horizonte, para determinação dos elementos: Ni, Co, Cu, Pb, Zn, Li e Ag. Essas determinações foram executadas por W. Glatte, com um AAS Perkin Elmer 303.

Coletaram-se ainda 15 amostras de rocha (anexo 4) na região da anomalia cintilométrica, remetidas à CNEN para determinação de U e Th. Três amostras de solo, provenientes de diferentes profundidades de uma trincheira foram igualmente entregues à CNEN.

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

No Manuelão, principal rio da região, e seus afluentes foram bateadas 5 amostras para estudo da concentração de minerais pesados e análise com espectrômetro e lâmpada ultra-violeta. Não se logrou qualquer aumento substancial na radiação, tampouco indicações de minerais secundários de U.

4.2. RESULTADOS

A avaliação dos resultados das análises dos sedimentos de corrente não revelou qualquer distribuição anômala de elementos (anexos 2a e 2b). Os valores são muito baixos, com exceção do Zn, que apresenta ligeiros aumentos em b e t. É notável o baixo nível de b do Cu. Os valores de Ag permanecem abaixo de 1 ppm.

	Zn	Ni	Co	Pb	Cu	Li
b	30	8	7	8	3	3,5
t	125	34	31	27	21	19,5
max	180	35	33	50	30	17,0

Tabela 1: Background (b), Threshold (t) e valores máximos (max) dos sedimentos de corrente em ppm.

Os resultados das análises das amostras de rocha e de solo são reunidos na tabela 2. Enquanto o conteúdo de U das

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

amostras de rocha pouco ou nada ultrapassa o teor médio dos Granitos os valores de Th são sensivelmente maiores que a média daquelas rochas.

Número	U_3O_8 ppm	ThO_2 ppm	K_2O %
Amostra de rocha			
LL 581	8	160	9,62
LL 582	10	150	10,65
LL 583	ND	400	9,61
LL 584	ND	510	10,59
LL 586	7	520	10,50
LL 587	ND	360	10,01
LL 588	ND	360	10,27
LL 589	ND	290	9,99
LL 599	8	260	11,24
LL 600	ND	320	9,93
LL 601	ND	300	10,06
LL 602	10	40	9,87
Amostra de solo			
LP 201/198 A	18	570	2,74
LP 201/198 B	10	150	4,37
LP 201/198 C	10	180	6,54

Tabela 2: Resultados das análises das amostras de rocha e de poço, realizada pela Comapnhia Brasileira de Tecnologia Nuclear, por incumbência da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Pesquisas de MOGAROVSKIY et al. (1971), num batólito granítico de 3.500 km^2 do Tadzhikistan, indicaram, entre outros resultados, que os teores de U e Th aumentam gradati-

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

vamente na sequência: Quartzodiorito, Granodiorito (I), Hornblenda-Biotita-Granito-pórfiro (II) até um Biotita-Granito pórfiro leucocrático, para baixar novamente num Granito aplítico (IV) - ver tabela 3.

Tipos de rocha	U ppm	Th ppm
I	3,3	12
II	3,7	17
III	6,9	28
IV	4,0	22

Tabela 3: Conteúdo médio de U e Th em cada tipo individual de rocha (ver 3.2.) de um batólito de TADZHIKISTAN, segundo V.V. MOGAROVSKIY et al. (1971).

Em algumas análises isoladas, porém o Granito Aplítico de granulação fina apresenta valores tão altos quanto o Biotita Granito.

Em seu todo, o granito de Umburatiba pode ser comparado a um Granito Aplítico, a despeito das zonas com enriquecimento de biotita e granulação grossa. Comparando-se suas % de U e Th com os resultados das pesquisas de MOGAROVSKIY constata-se que o U contido no Granito de Umburatiba não ultrapassa a taxa média dos Granitos. Os teores de Th em Umburatiba são, já, sensivelmente mais altos. Mas não se deve atribuir demasiado significado às análises das amostras de rocha do Granito de Umburatiba, já que foram colhidas de

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

afloramentos intemperizados. É possível que grande parte do U tenha sido lixiviada e transportada. Além disso, a amostragem foi condicionada aos afloramentos existentes, que só poucas vêzes vieram a apresentar as mais altas radiações. Impõe-se, por isso, a abertura de trincheiras nos locais onde os valores radiométricos sejam os mais elevados, para a recuperação de amostras representativas (ver capítulo 5).

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

5. GEOFÍSICA

por W. Bosum e H. Geipel

5.1. OPERAÇÕES

Com base nos resultados do reconhecimento terrestre anterior (GEIPEL, LAHNER et al., 1973) estabeleceu-se uma rede de perfis no provável centro da anomalia. Ortogonalmente a uma linha mestra de direção aproximada N-S planejou-se, a cada 50m, linhas de medição que, por sua vez, seriam estaqueadas a cada 50 m.

Durante o estaqueamento deparou-se com alguns obstáculos topográficos (morros, brejos e vegetação densa), que atrasariam o rítmo de trabalho programado. Destarte, houve que aumentar para 100 m o espaçamento entre os perfis da parte N e, de vez que se manteve o número de perfis planejados, a área a levantar foi substancialmente ampliada.

Os pontos notáveis do terreno foram levantados e cartografados (anexo 5). Idealizara-se um levantamento taquimétrico para a confecção de um mapa altimétrico, todavia adiado face a exiguidade do prazo para as medições e o interesse em se cobrir uma grande malha.

No levantamento cintilométrico dos perfis obedeceu-se a um espaçamento de 25 m. Utilizou-se um cintilômetro Mc

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Phar TV-5, que permite medir 4 diferentes níveis de radiação γ, conforme mostrado a seguir:

Canal	Limiar Mínimo de energia	Faixas de Radiação medidas
T_0	0,2 MeV	Total
T_1	1,3 MeV	Produtos de desintegração de K(K^{40}), U(Bi^{214}) e Th(Tl^{208})
T_2	1,63 MeV	Produtos de desintegração de U e Th
T_3	2,50 MeV	Produto de desintegração de Th

O TV-5 é equipado com um cristal de NaI de 1,75"x2" e pode medir de duas maneiras diversas. Em "rate" mede-se, em cpm, cada nível de energia um após o outro (constante de tempo 1,3 ou 10 segundos). Em "scaler" são registrados (tempos de integração opcionais de 1,2 ou 5 minutos) ao mesmo tempo T_1, T_2 e T_3. Após o desconto dos valores de "background" de cada elemento pode-se calcular as contagens líquidas individuais de K, U e Th, em cpm.

Por meio de uma amostra padrão de Th, o aparelho era ajustado toda manhã e controlado à tarde, isto é, antes e depois das medições.

Todas medições se fizeram em "scaler", com tempo de integração 1 minuto, mantendo-se a sonda com o cristal a cerca de 1 m acima do solo. Entre as medições, manteve-se o a

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

parelho ligado em "rate", observando-se as indicações ópticas e acústicas, para detectar possíveis anomalias locais, entre as estações. Em alguns pontos realizaram-se medidas adicionais com a sonda encostada ao solo. Para delimitar a área anômala fizeram-se medidas também fora da malha.

Próximo ao ponto 201/198, onde se mediu elevado valor para U (560 cpm) foi cavada uma trincheira de 0,5x1,1 m de lado e 1,7 m de profundidade, na qual se fizeram medidas encostando a sonda ao solo.

Pari passu com os levantamentos calculava-se, por meio de ábacos, os valores netos de U e Th, representando-se-os em mapas. Isto possibilitou a consecução de medições complementares, sempre que necessário e em tempo hábil.

Para a localização de estruturas, mediu-se a componente vertical, ΔZ, do campo geomagnético nas estações cintilométricas, com um magnetômetro de torsão Askania Gfz (precisão $\pm 2\gamma$).

5.2. INTERPRETAÇÃO E RESULTADOS

Os valores líquidos de Th, U e K, em cpm, foram computados de acordo com as fórmulas do Manual do TV-5, por meio de um programa do computador de mesa Hewlett-Packard.

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

Como "background" para T_3, T_2 e T_1 considerou-se, respectivamente: 60 cpm, 150 cpm e 220 cpm. Esses valores médios foram lidos fora da área anômala.

Os valores líquidos então calculados foram inscritos sobre a rede de perfis, contornando-se isolíneas de Th e U (ver anexos 8 e 9). Confeccionou-se também um mapa de isolinhas dos valores de T_1 (U, Th e K).

Para a apreciação dos resultados da cintilometria deve-se lembrar que a área é recortada por pântanos, onde os valores decaem consideravelmente. Ademais, valores lidos sobre estrada recém-aplainada são ligeiramente maiores que aqueles lidos ao lado da estrada. As medidas complementares, externas à rede de perfis, permitiram delimitar exatamente a anomalia (anexo 4).

O anexo 6 apresenta o mapa isanômalo da componente geomagnética vertical, Δ Z, corrigida da variação diurna. As anomalias são geralmente fracas, com amplitudes em torno de 20 γ . Localmente o campo é perturbado, com variações da ordem de 5-10 γ , devido a heterogeneidades magnéticas das rochas capeadoras.

Ao se analisar mais de perto o comportamento das isanômalas, é preciso ter em mente que elas provêm não de levantamento com malha quadrada, mas de perfilagens. É de se esperar, portanto, que as anomalias tenham direções preferenciais ortogonais às direções dos perfis. O comportamento das isanômalas ao longo do perfil 200 e a Leste do 196,

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

deve ser examinado melhor, em conjunto com a anomalia cintilométrica.

Abstraindo-se as variações locais do campo, obtém-se uma "suavização qualitativa", pela qual são destacadas extensas regiões anômalas, traçadas esquematicamente no anexo 6, a saber:

amplos Mínima (Min) a SE e SW (A e B),
amplos Máxima (Max) a NE e NW (D e C),
anomalia com Max-Min no centro (C) - única anomalia completa.

Cabe lembrar que as anomalias magnéticas podem ser: só positivas, só negativas e, na maioria das vêzes, positivas e negativas (teoricamente há sempre máximos e mínimos mas, frequentemente um dos extremos é tão pequeno que não se pode medí-lo). Por isso, sempre é necessário comparar as anomalias entre si para decidir se dois extremos contíguos pertencem a mesma anomalia ou não. No caso presente isto é difícil porque, com exceção de (C), as anomalias não foram totalmente levantadas. Assim, há que considerar as duas possibilidades: anomalias isoladas A, B, C, D, E e pares de anomalias A/D e/ou B/D, E. Essa questão é de capital importância de vez que, a cada caso, ou anomalias isoladas ou pares de anomalias, correspondem corpos diferentes.

Não é possível interpretar quantitativamente as anomalias pois, como se disse antes, elas não foram medidas em toda extensão. Em decorrência, não se dispõe de dados exatos a respeito de profundidade, localização e magnetização

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

dos corpos perturbadores. O ruído magnético leva a supor que esses corpos sejam aflorantes ou subaflorantes. Os limites dos corpos jamais seguem as linhas tracejadas do anexo 6, podendo correr paralelos a elas ou entre os máximos e mínimos das anomalias.

De especial interesse é, finalmente, a questão da constituição petrográfica dos corpos perturbadores. Mapeou-se Granito em toda área e, admitindo que os corpos perturbadores sejam rasos, eles podem ser constituídos de material granítico. Tal hipótese é apoiada pelas fracas anomalias magnéticas, que indicam material ácido.

Conforme as análises das seções delgadas, o Granito contém cerca de 3% de minerais opacos, entre os quais pode haver menos de 1% de Magnetita. Segundo o mapa magnetométrico, essa rocha apresenta diferenças físicas devidas a heterogeneidades intrínsecas, isto é, desigual distribuição de magnetita. Uma tal distribuição pode advir ou de diferenciação magmática ligada à intrusão do Granito ou de processos secundários, quais sejam intemperização e enriquecimento local.

Observando o mapa de isolinhas cintilométricas, chama atenção seu comportamento ruidoso. É oportuno antes, discutir o mapa de radiação T_1 (> 1,3 MeV) do anexo 7. Nota-se aqui uma zona de contagens elevadas, 2.500 a 3.500cpm, que se estende para ENE, desde o ponto 191/198. Comparando-se este mapa com as isogamas do anexo 6, constata-se que aquela zona cintilométrica margeia as zonas magnéticas A/B e

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

A/D e corta C ao longo do Mínimo. Outra zona de valores elevados ocorre a NW, bem representada pelo contorno da linha de 2.500 cpm, que começa junto do ponto 210/194 e se dirige, em forma de elípse, até o ponto 208/202. É notável como essa zona também tordeja as unidades magnéticas (E/D e B/D). Contagens particularmente baixas e anomalias suaves podem ser observadas em grandes partes de A e D, e a Oeste de B e E. Também no centro da zona magnética C destaca-se um Mínimo relativo.

Informações sobre a radiação líquida de U e Th são apresentadas nos anexos 8 e 9. Como o comportamento das isanomalias do Th é mais claro que do U, analisaremos a seguir o anexo 9. Também aqui se nota, como no mapa de T_1, um comportamento ruidoso das isanômalas, que são mais intensamente perturbadas a W e no centro do que na parte Leste. Grandes anomalias interconectadas encontram-se nas partes centro-S (A) e NW, quase sempre concordando com as zonas anômalas de T_1, (anexo 7) anteriormente descritas.

O mapa com as contagens de U do anexo 8 é o mais difícil de se entender. É ocioso dizer que justamente este mapa tem particular interesse relativamente a mineralizações. Não obstante, mediante cuidadoso estudo, é possível distinguir zonas com numerosas e intensas anomalias de U. Uma dessas se encontra na parte S, dirigida de SW para NE (cf. anexo 10) e outra na região central, alongada segundo E-W. São igualmente notáveis as altas contagens ao longo do perfil nº NS.200. Conforme antes mencionado, aqui se observa também anomalias magnéticas. Como ambos resultados fo

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

ram obtidos independentemente, fica confirmada a existência de uma anomalia real, que não parece ser devida ao efeito da perfilagem (ver acima). Na mesma direção NNE, distinguem-se outras anomalias, magnéticas-cintilométricas, da metade N do perfil 194 até o 198.

A comparação entre as intensidades das anomalias de U e Th indica que suas contagens são quase iguais. Do anexo 12, cujas isolinhas se referem à relação U/Th, pode-se inferir alguns pormenores. O valor máximo situa-se por volta de 3. Numa tal comparação, é preciso, todavia, levar em consideração a maior solubilidade do U.

Para uma visão geral dos resultados dos métodos isolados, as zonas de anomalias magnéticas e cintilométricas reconhecidamente interrelacionadas e seus respectivos limites, são esquematizadas e registradas no anexo 10.

Obviamente, tem especial interesse as anomalias de U. Elas correm paralelas às de Th (expresso claramente pelo tracejado resultante) e aos limites magnéticos, por grandes extensões. Disto se infere que as anomalias estejam intimamente relacionadas à constituição geológico/petrográfica primária da rocha (essa estrutura primária pode facilmente influenciar processos secundários, por exemplo, enriquecimento ou lixiviação de determinadas zonas).

As anomalias de U ocorrem, de preferência , ao redor dos corpos magnéticos perturbadores, delineando-os. Por outro lado, inexistem nas zonas centrais de corpos magnéticos

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

anomalias de U, como por exemplo a SE e centro NE, a SW, parte de NW e, principalmente, no centro da anomalia (C).

Finalmente, comentaremos as tabelas 4 e 5. Na tabela 4 são listados os resultados das medições com a sonda no solo e a 1 m de altura sobre o mesmo. Aí se registra uma patente diminuição (com uma única exceção) da contagem de Th com a altura: o U, ao contrário, mostra frequentemente um acréscimo. Em princípio, naturalmente, a estatística das contagens tem uma certa influência. Mas, até que ponto além disso influi a absorção das radiações do Bi^{214}, deve ser ainda investigado.

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

Ponto nº	Em contato com o solo Th	U	± 1m acima do solo Th	U
191/200	465	385	410	290
192/200	555	395	495	450
193/200	460	395	410	390
194/200	305	100	230	165
195/200	545	380	430	470
196/200	540	460	445	350
196/191	120	170	85	140
197/200	405	290	390	150
198/200	580	140	420	240
199/200	430	175	380	240
199/197	960	190	830	65
200/200	515	385	435	355
200/192	160	240	150	115
201/200	355	650	390	385
201/192	265	250	185	200
201/216	290	255	205	170
202/216	260	330	230	295
204/200	685	440	510	325
206/200	460	240	340	290
208/200	390	275	325	160
210/200	450	75	260	300

Tabela 4: Comparação das medições - sonda em contato com o solo e a 1 m de altura.

Os resultados da trincheira junto ao ponto 201/198 são mostrados na tabela 5. A sonda foi encostada às paredes e ao fundo do poço. Uma leve elevação das contagens é observada com a diminuição da altura, mas que pode estar ainda dentro da faixa de distribuição estatística. Além disso, é de se esperar uma certa elevação de contagem, devida ao efeito geométrico (irradiação das paredes do poço). Para comparação são dadas as contagens do ponto 210/198 antes da es

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

cavação de trincheiras. U = 525 cpm e Th = 515 cpm.

De qualquer maneira, a partir dessa trincheira nada se pode dizer sobre um aumento na porcentagem de U com a profundidade, atribuível a processo de lixiviação. Por outro lado, à pequena profundidade de 1,70 m não se deve esperar grandes modificações.

Data	Ponto nº	Tório cpm	Urânio cpm	Observações
4/6/73	1	575	390	0,5 m abaixo do solo
4/6/73	2	570	235	1,0 m abaixo do solo
4/6/73	3	580	260	1,5 m abaixo do solo
4/6/73	4	595	240	solo (base-trincheira)
1/6/73	5	470	605	solo (base-trincheira)
1/6/73	6	490	535	solo (base-trincheira)
1/6/73	7	530	395	solo (base-trincheira)

Tabela 5

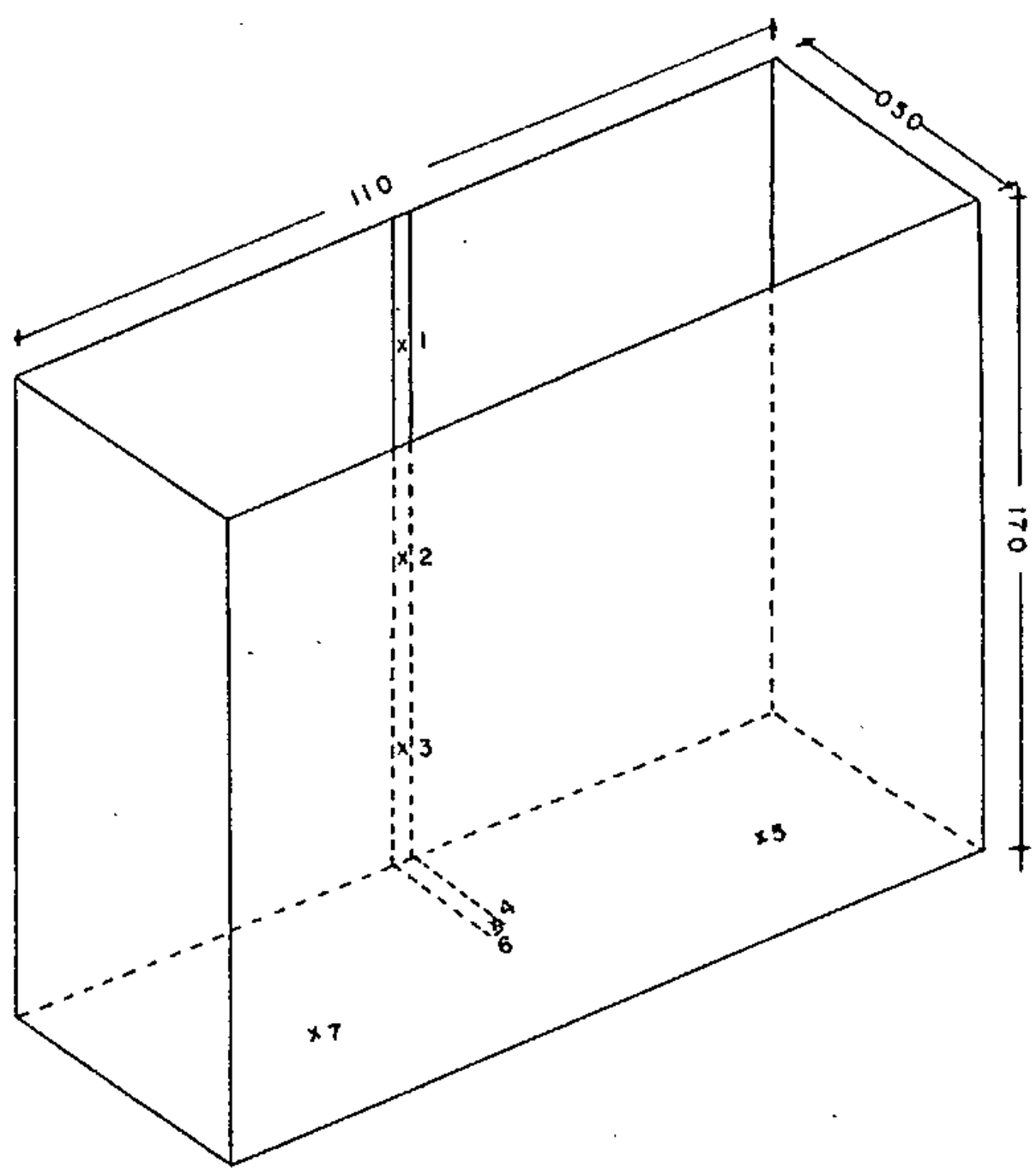


Figura 1 - Esquema de amostragem em trincheira

Mod. 002
NE 7530.0210.0343

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

por L. Lahner, W. Bosum e H. Geipel

A anomalia cintilométrica de Umburatiba, que abrange uma área de 3,75 km^2 (1,5 x 2,5 km), foi levantada magnética e radiometricamente, bem como investigada pela Geologia e Geoquímica.

Trata-se de um Granito relativamente fino e pobre de Biotita, intrudido nos Paragnaisses e Migmatitos. Na periferia desse Granito ocorrem Dioritos e pegmatitos. As estruturas têm direção uniforme SW-NE.

As contagens medidas são muito altas e os valores de U e Th têm mesma ordem de grandeza. No mapa isanômalo do levantamento cintilométrico foram reconhecidas zonas interconectadas de grandes anomalias e o levantamento magnetométrico indicou uma diferenciação fraca do corpo intrusivo.

É notável a concordância entre as bordas dos corpos magnéticos perturbadores e as zonas de anomalias cintilométricas mais fortes. Isto se deve, possivelmente, a heterogeneidades físicas das rochas, devidas a diaclasamento ou falhamento, todavia não observadas em superfície.

Como complemento a esses métodos de medição e para acurada interpretação dos presentes resultados, deve-se conduzir levantamentos geofísicos posteriores, nomeadamente, de VLF, sobre a área da anomalia magneto-cintilométrica. Essas medições eletromagnéti-

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

cas prestam-se principalmente à determinação de estruturas, como falhas e zonas de diaclasamento que, podem desempenhar importante papel no enriquecimento de U e Th de Umburatiba. Tais feições estão, presumivelmente, onde se encontram as mais intensas anomalias cintilométricas. O VLF além de ter operação fácil e rápida, já tem sido empregado com sucesso pelo Convênio Geofísica Brasil/Alemanha em diversos prospectos.

As amostras de rocha foram colhidas de afloramentos intemperizados, pelo que a amostragem está condicionada aos teores desses afloramentos, que podem não ser representativos. Os resultados das análises dessas amostras não apresentam qualquer elevação no conteúdo de U, cujos valores situam-se na faixa de "background" das rochas graníticas. Por isso, devem ser cavadas mais trincheiras nas regiões de valores mais elevados, tanto no manto de intemperismo quanto na rocha fresca, para esclarecer as altas radiações aí existentes. Com isso será possível chegar a um melhor conhecimento sobre a distribuição, isto é, o enriquecimento do conteúdo em U no manto de intemperismo e na zona de alteração bem como na rocha fresca.

Além disso, pode-se fazer medidas de emanação (Radônio) nas áreas com manto de intemperismo espesso.

Independente dos resultados das trincheiras de sondagem e do levantamento de VLF, isto é, só com base na interpretação geofísica, pode-se fazer as seguintes recomendações para perfuração:

- Deve-se estabelecer uma rede regular de furos nas margens dos corpos magnéticos perturbadores, seguindo o contorno das anomalias de U;

Mod. 002 NE 7530.0210.0343

- Fazer também algumas perfurações em outras "zonas geofísicas, nomeadamente, nas áreas de anomalias predominantes de Th, nas amplas anomalias magnéticas e na anomalia local C.

Enquanto não se esclarecer se as anomalias de U são causadas por processos secundários ou se representam a distribuição primária das rochas, corre-se o risco de não se reconhecer a rocha matriz.

O anexo 11 fornece os meios para uma programação detalhada da perfuração. Ali são apresentadas não as anomalias suavizadas, senão que aquelas medidas acima de um dado nível (400 cpm e 10%). Do anexo 10 pode-se deduzir também as regiões de maiores anomalias.

Mod. 002

NE 7530.0210.0343

CPRM

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LAHNER, L.; STEINER, P.; GEIPEL, H. e VIEIRA, A.B., 1973 - Relatório Sumário das atividades Geológico-Geofísicas sobre a anomalia cintilométrica de Umburatiba, Interno, CGBA.

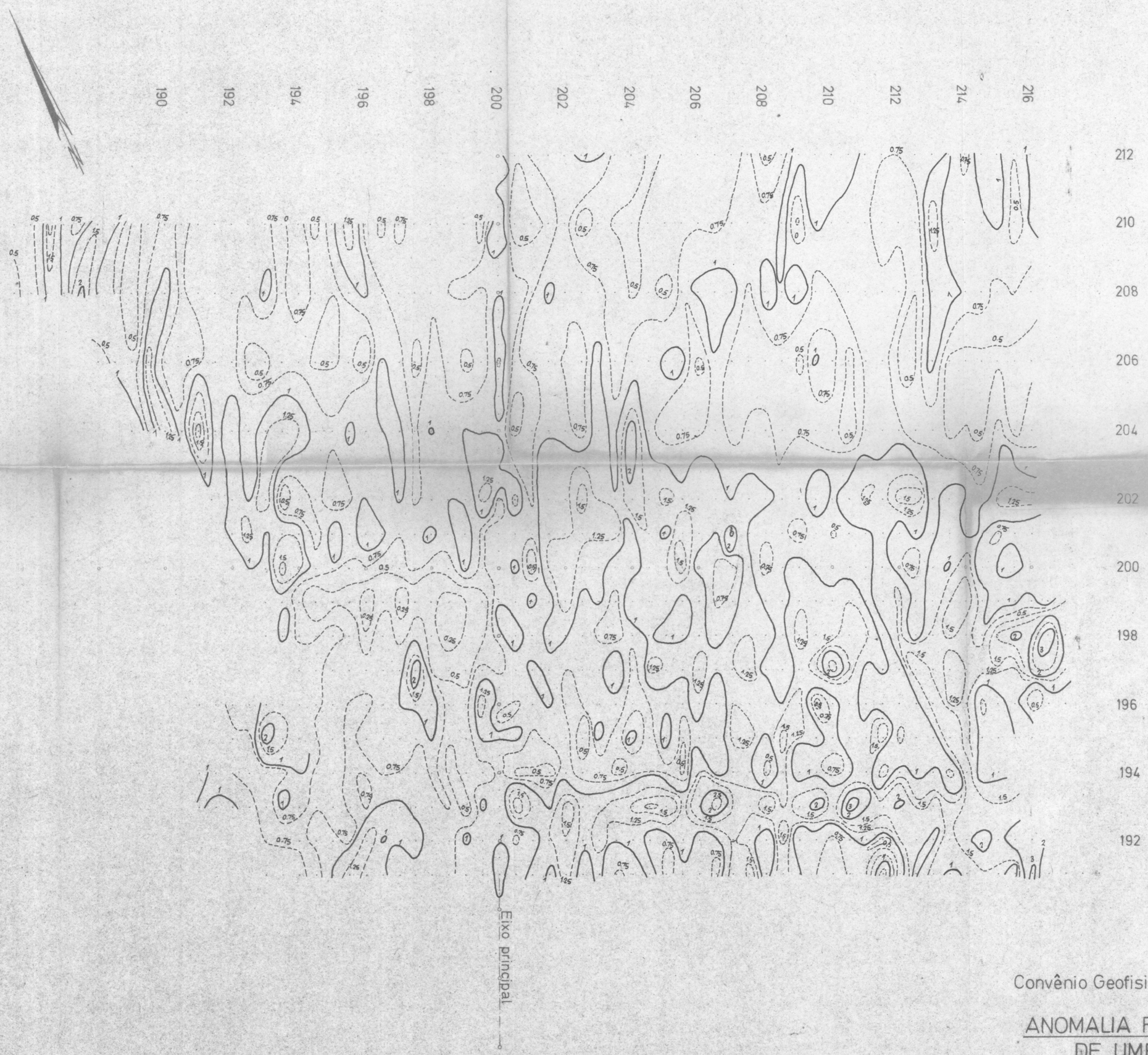
MEHNERT, K.P., 1968 - Migmatites and the origin of granitc rocks- Elsevier Publishing Company, Amsterdam.

MOGAROVSKIY, VV. et al., 1971 - Radiogeochemical factors of the granitoids of the Gissar Batholith. Trends in the distribution of U and Th in the rocks of Central Tadzhikistan - Trans. from Geokhimiya - No 4 pp 406.

VINOGRADOV, A.P., 1962 - Mean Element Contents in the Main Types of Igneous Rocks in the Earth's Crust - Trans. from Geokhimiya No 7.

Mod. 002

NE 7530.0210.0343



Convênio Geofisica Brasil-Alemanha

ANOMALIA RADIOMETRICA
DE UMBURATIBA

Relação $\frac{U}{Th}$

0 100 200 300m

Anexo 12

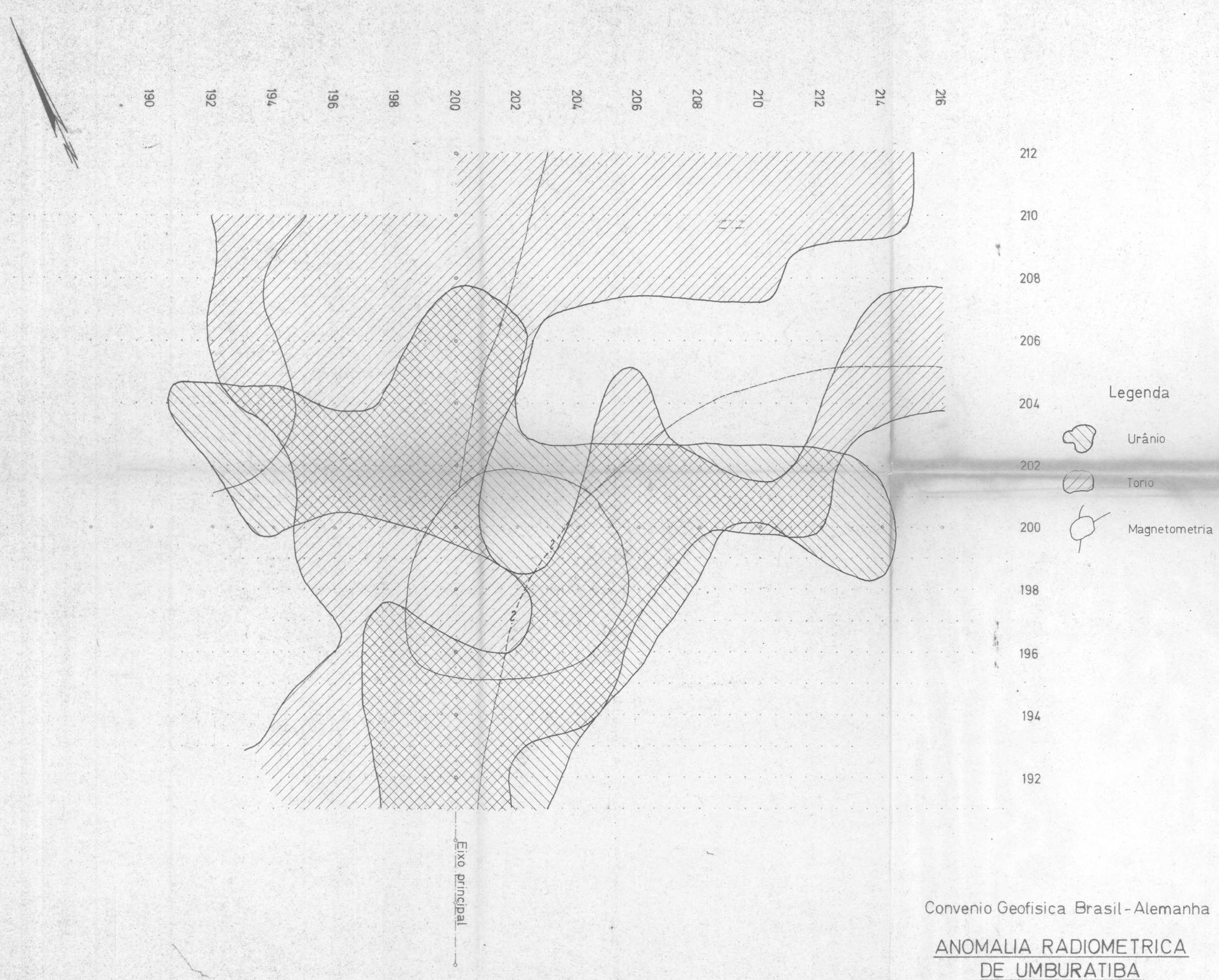
Convênio Geofisica Brasil - Alemanha

ANOMALIA RADIOMETRICA DE UMBURATIBA

Apresentação das anomalias intensas

0 100 200 300m

Anexo 11



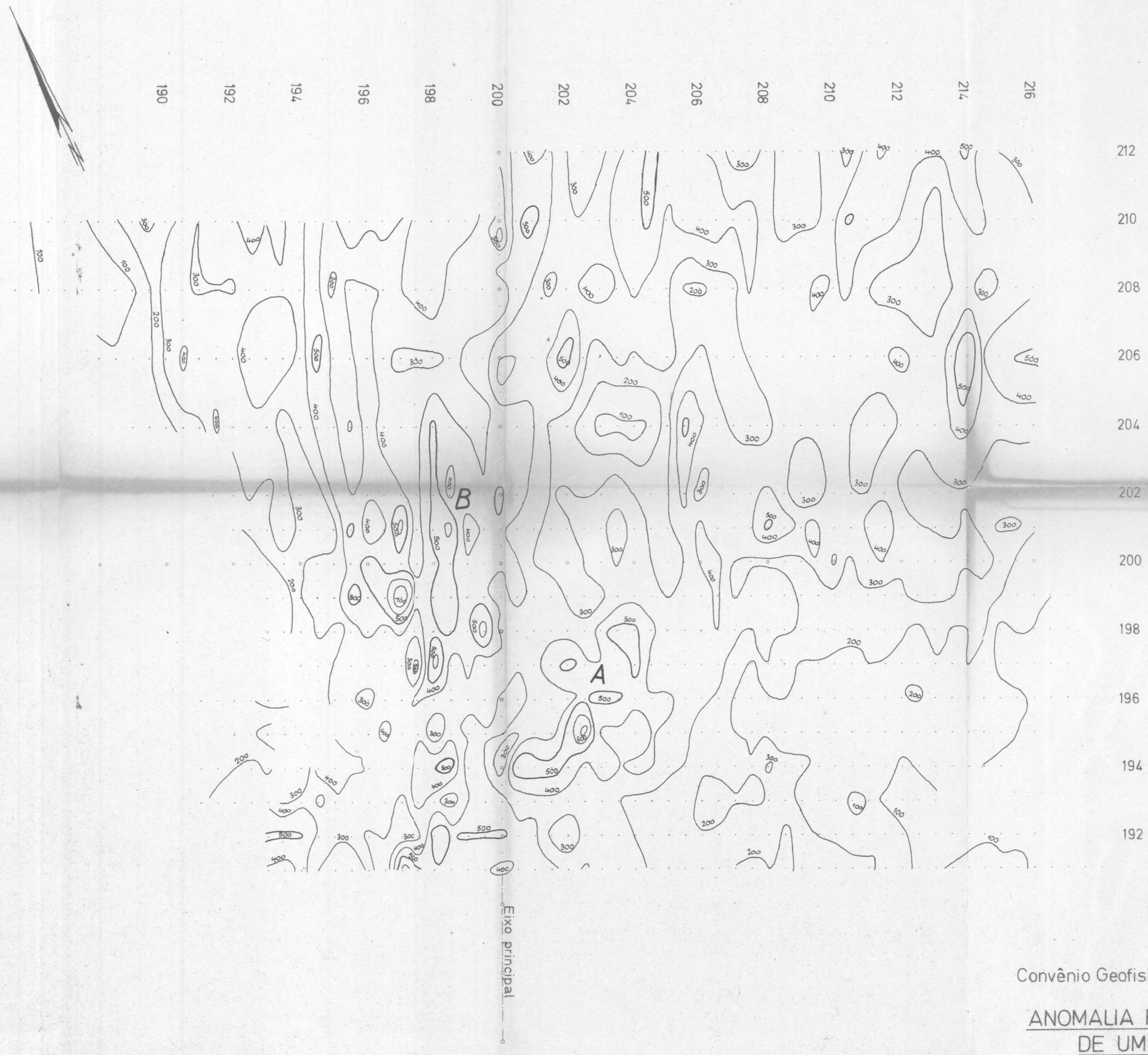
Convenio Geofisica Brasil - Alemanha

ANOMALIA RADIOMETRICA DE UMBURATIBA

Apresentação esquemática das áreas anômalas

0 100 200 300m

Anexo 10



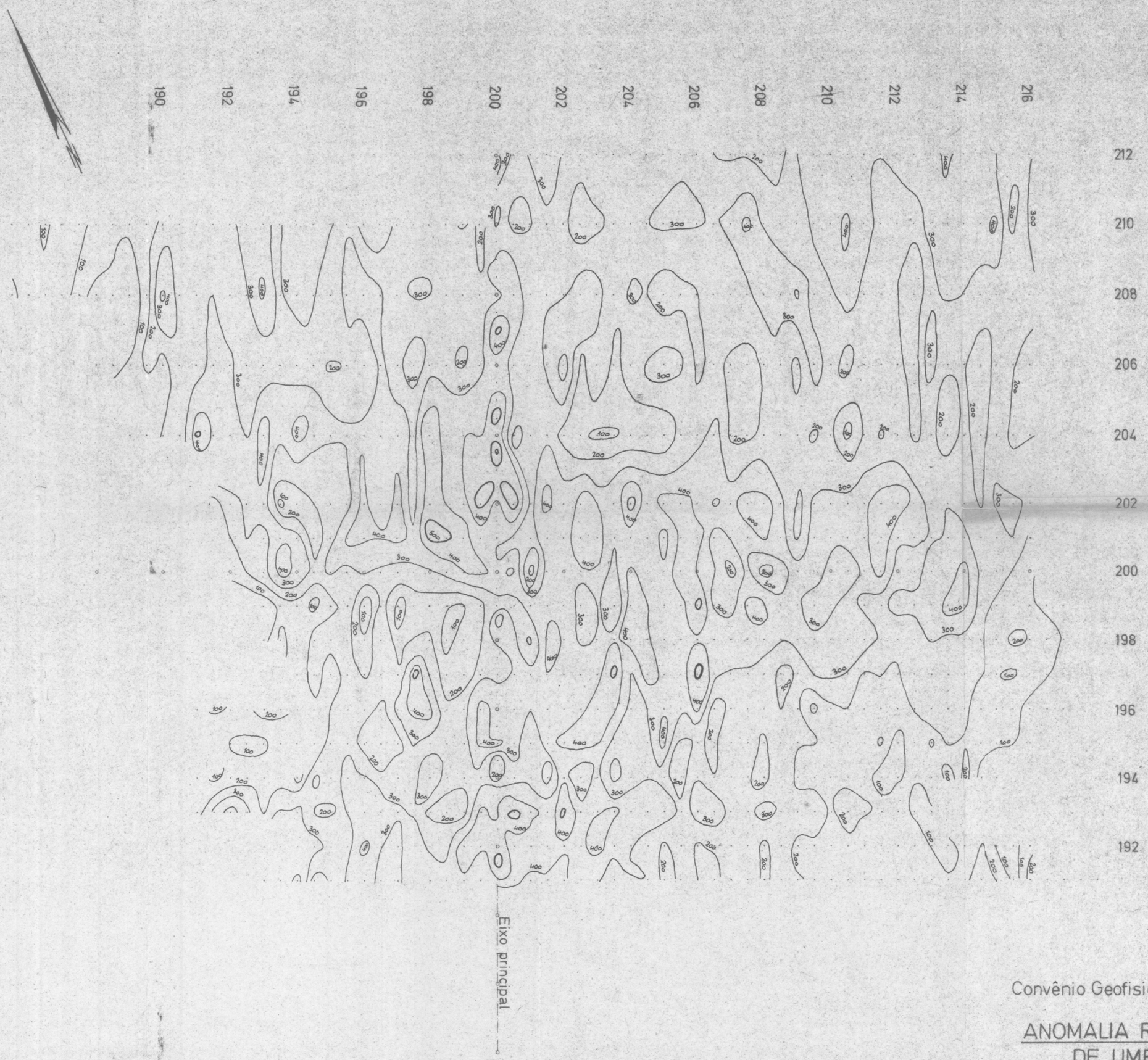
Convênio Geofisica Brasil-Alemanha

ANOMALIA RADIOMETRICA DE UMBURATIBA

Torio em cpm

0 100 200 300m

Anexo 9



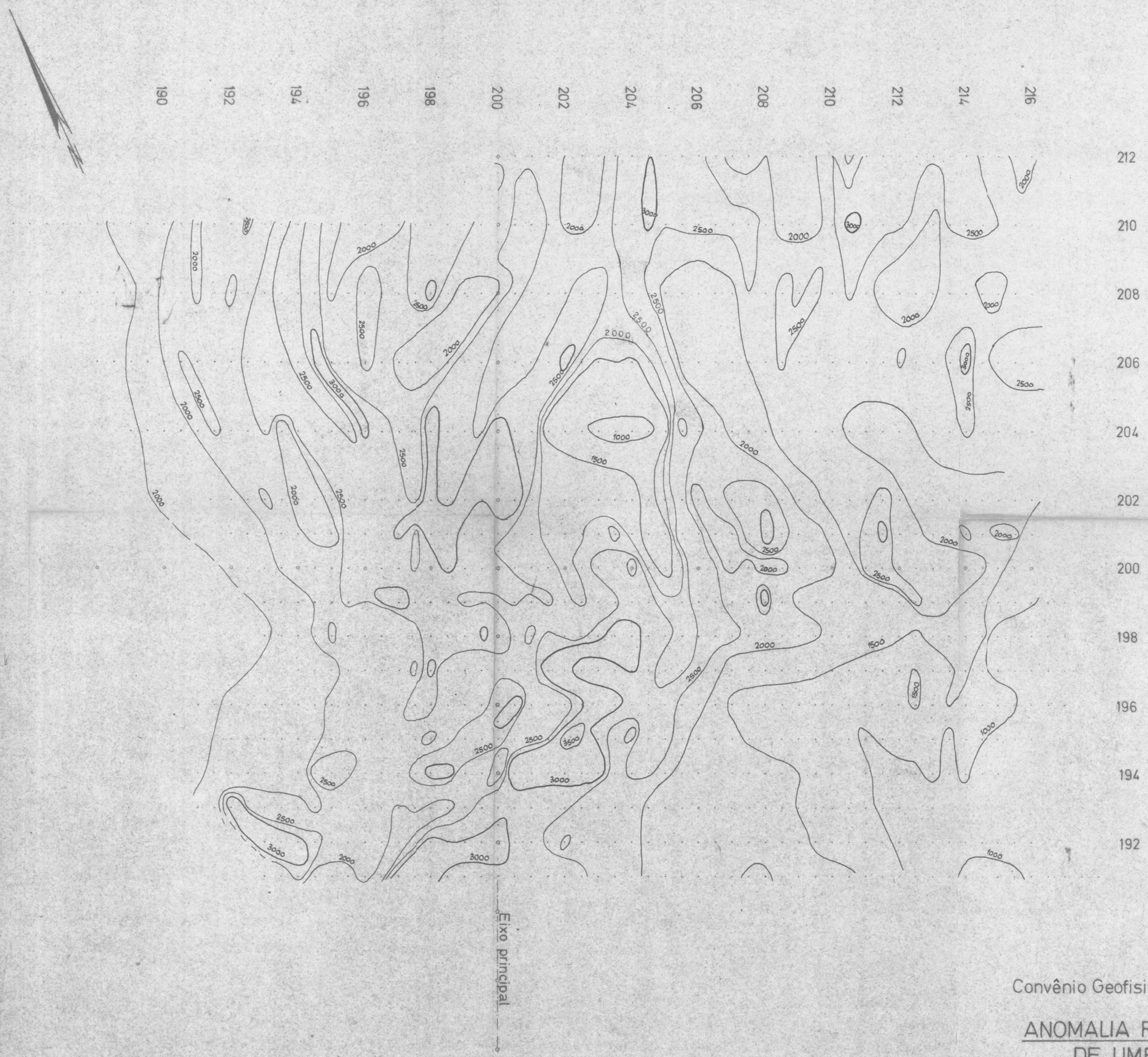
Convênio Geofisica Brasil-Alemanha

ANOMALIA RADIOMETRICA
DE UMBURATIBA

Urânio em cpm

0 100 200 300m

Anexo 8



Convênio Geofisica Brasil-Alemanha

ANOMALIA RADIOMETRICA DE UMBURATIBA

Mapa de isoradiação(U,Th,K) em cpm

0 100 200 300m

Anexo 7

Convênio Geofisica Brasil-Alemanha

ANOMALIA RADIOMETRICA DE UMBURATIBA

Intensidade magnética vertical em gamma

0 100 200 300m

Anexo 6

LEGENDA

▨	Gebäude	Casa
~	Bach	Corrego
—	Zaun	Cerca
═	Befahrb. Weg	Estrada
⁂	Feuchte Wiese	Pantano

Convênio Geofisica Brasil - Alemanha

ANOMALIA RADIOMETRICA DE UMBURATIBA

Mapa de situação da área de trabalho

0 100 200 300m

Anexo 5

CONVENÇÕES / LEGENDE

● L 938	AMOSTRAS DE SEDIMENTOS / SEDIMENTPROBEN
x 586	AMOSTRAS DE ROCHAS / GESTEINSPROBEN
▲	EXCAVAÇÃO / SCHURF
	PEGMATITO / PEGMATIT
	LIMITE DA ÁREA MEDIDA / GRENZE DES VERMESSENEN GEBIETES
	LIMITE DA ANOMALIA / GRENZE DER ANOMALIE
	CASA / HAUS
	ESTRADA / STRASSE
	DRENAGEM / FLUSSNETZ
	BREJO / SUMPF

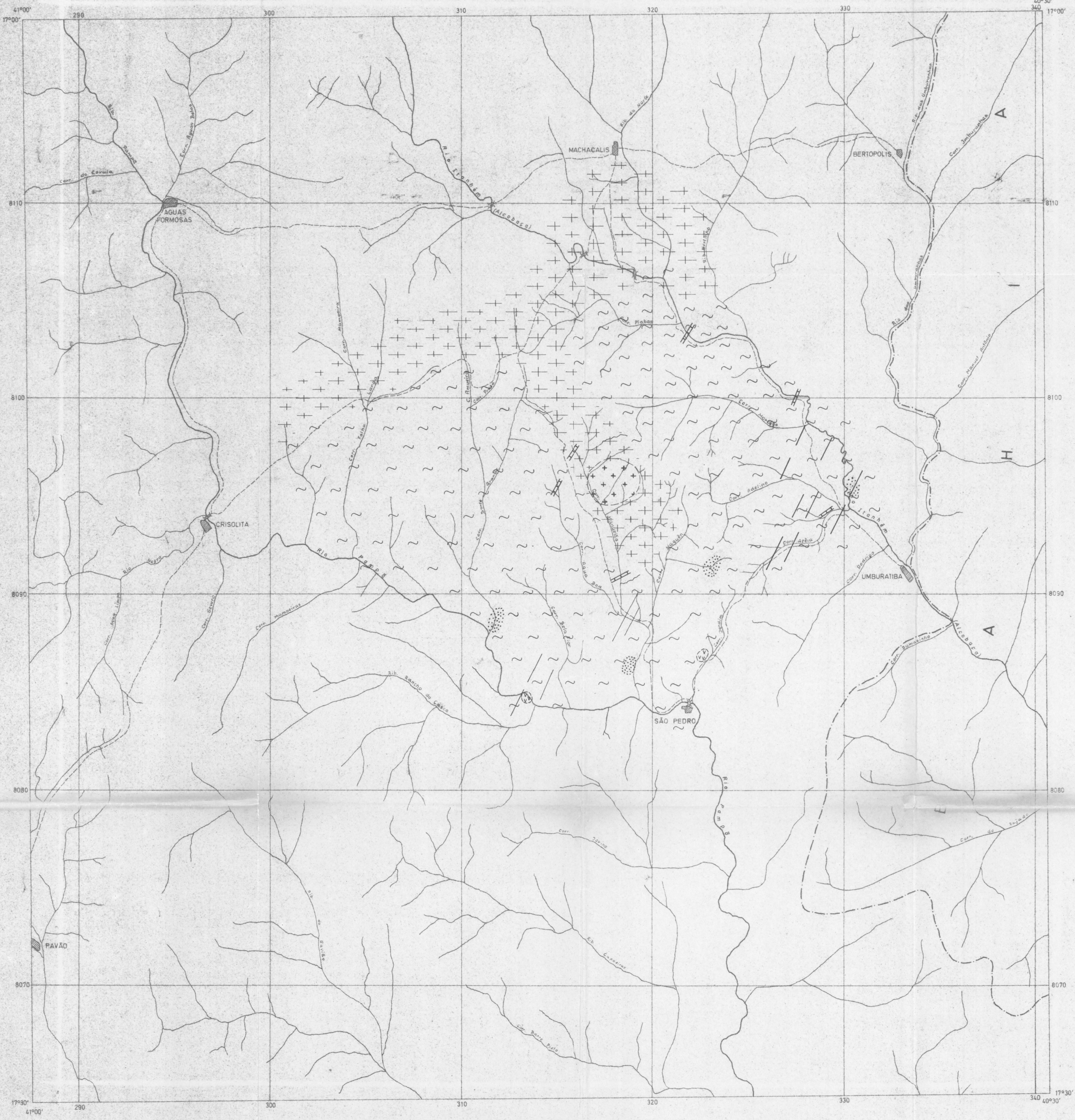
ANOMALIA CINTILOMETRICA DE UMBURATIBA

gez. 9.73 STAMPE

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

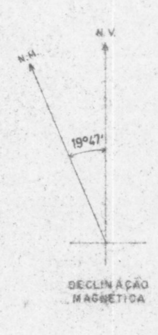
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

MAPA GEOLÓGICO DA ANOMALIA DE UMBURATIBA
FOLHA SE-24-V-C-III



CONVENÇÕES/LEGENDE

- GRANITO / GRANIT
- DIORITO / DIORIT
- MIGMATITO / MIGMATIT
- GNAISSE / GNEIS
- INTERCALAÇÕES DE QUARTZITO / QUARZITEINLAGERUNGEN
- PEGMATITO / PEGMATIT
- FALHAS SUPOSTAS / STÖRUNGEN VERMUTET
- LINEAMENTOS ESTRUTURAIS / STRUKTURLINIE
- CONTATO LITOLÓGICO / LITHOLOGISCHER KONTAKT
- CIDADE / ORTSCHAFT
- ESTRADA / STRASSE
- DRENAGEM / FLÜSSE
- FRONTEIRA / GRENZE M.G.-BA



CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL-ALEMANHA

BASE PLANIMÉTRICA FOI RETIRADA DO MAPA 1:250000 DO PROJETO RADAM E AUMENTADO FOTOGRAFICAMENTE SISTEMA UTM RELACIONADO COM O MERIDIANO CENTRAL 39°

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

ESCALA 1:100000

0 1 2 3 4 5 6 Km

1973

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SE-24-V-A-V	SE-24-V-A-VI	SE-24-V-B-IV
SE-24-V-C-II	SE-24-V-C-III	SE-24-V-D-I
SE-24-V-C-V	SE-24-V-C-IV	SE-24-V-D-IV

DADOS SOBRE O LEVANTAMENTO GEOLÓGICO

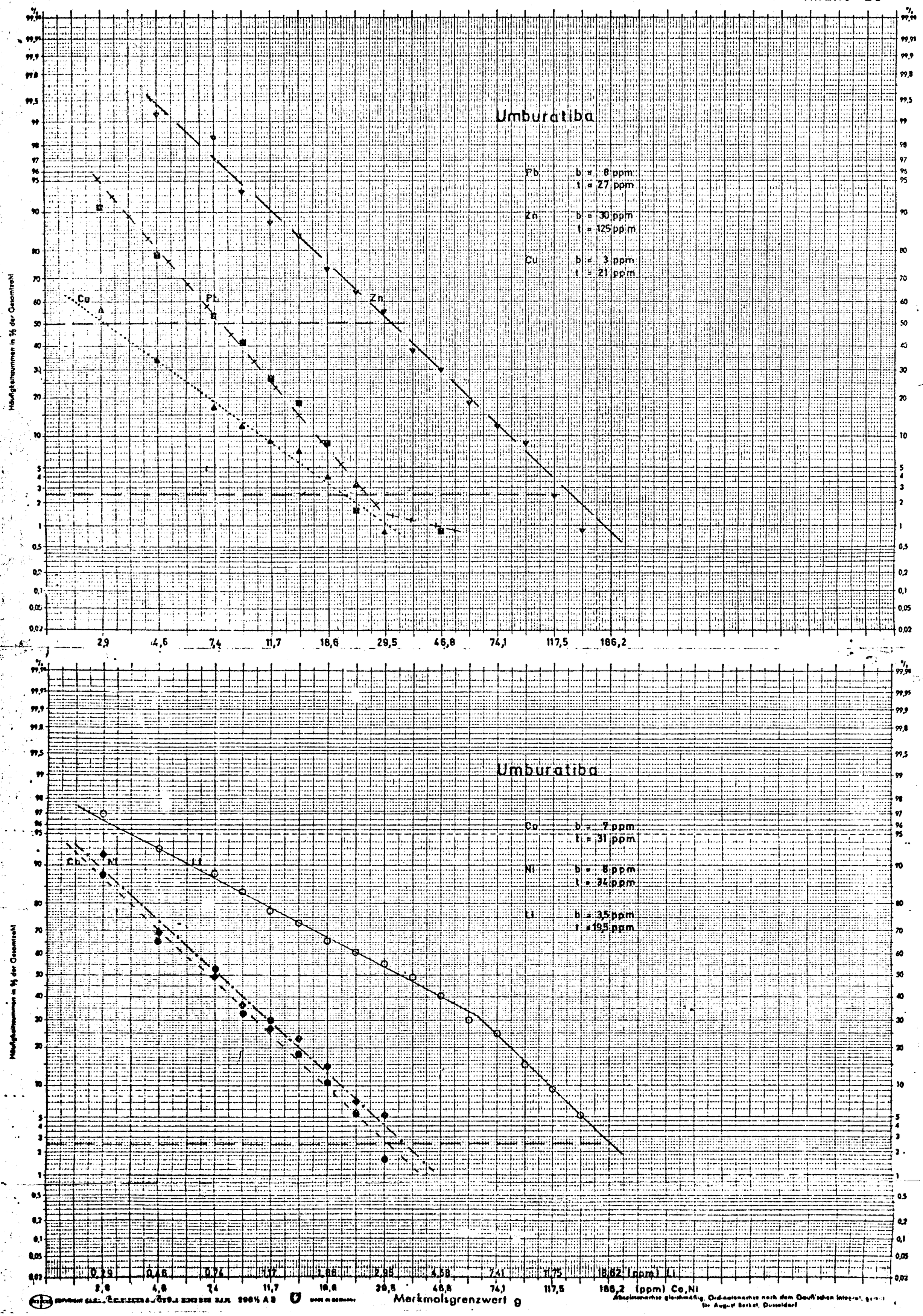
FOTO INTERPRETAÇÃO E TRABALHO DE CAMPO
EXECUTADO PELA
EQUIPE MISTA BRASILEIRA ALEMÃ
EM MAIO DE 1973
DIRETORIA DE OPERAÇÕES

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM - AG - BH
BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG - BFB - HANNOVER

ST. 8.73

Wahrscheinlichkeitsnetz

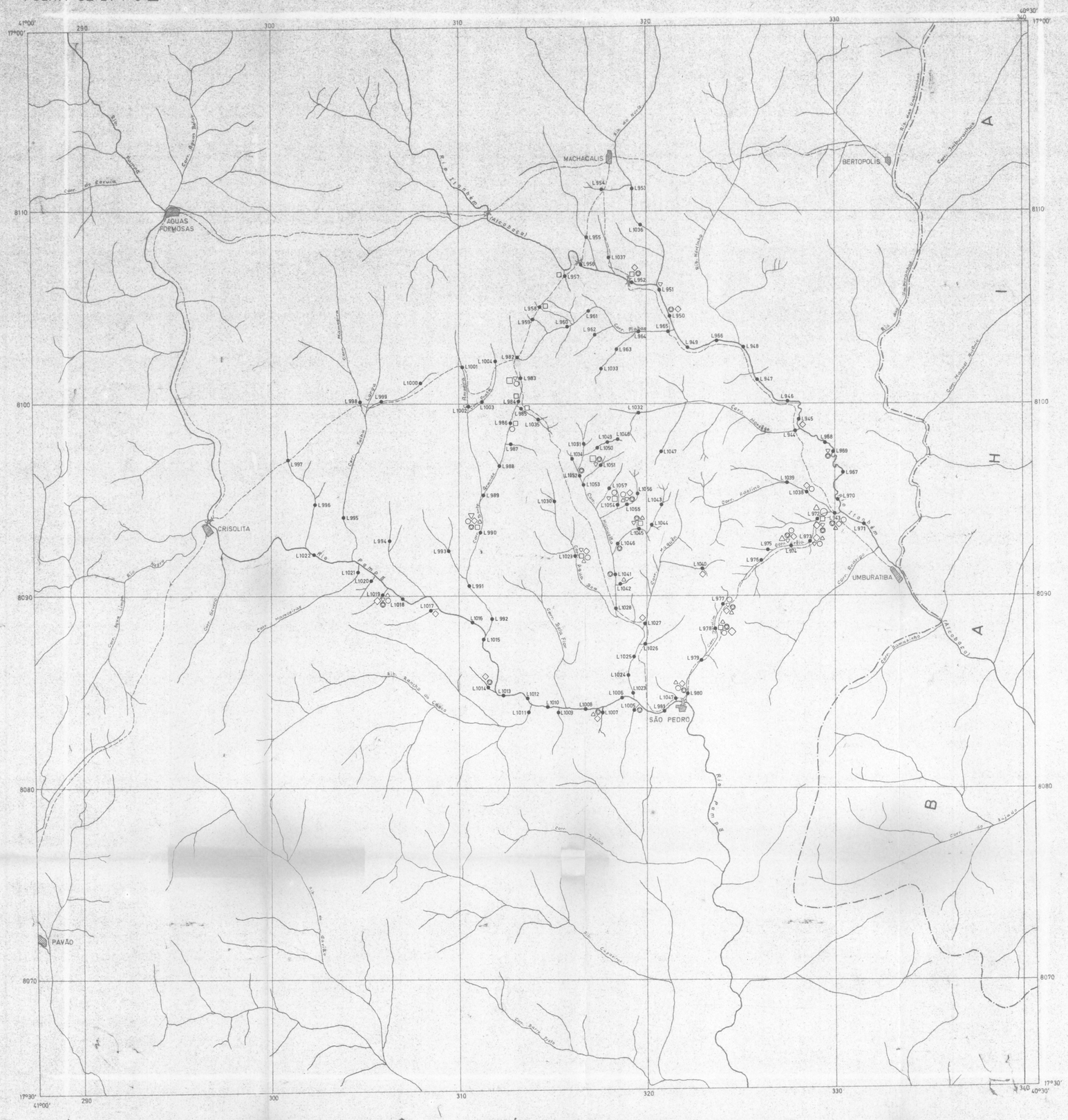
ANEXO - 2b



MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

MAPA DE AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA (ANOMALIA DE UMBURATIBA)
FOLHA SE-24-V-C-III



CONVENÇÕES

- CIDADE
- ESTRADA
- DRENAGEM
- FRONTEIRA (M.G.-BA)
- AMOSTRAS DE SEDIMENTOS (L=LAHNER/F. BICALHO)

GEOQUÍMICA

	Pb	Zn	Cu
1. CLASSE	□ 16-27 ppm	▽ 64-125 ppm	△ 10-21 ppm
2. CLASSE	□ ≥ 28 ppm	▽ ≥ 126 ppm	△ ≥ 22 ppm

	Co	Ni	Li
1. CLASSE	○ 16-31 ppm	◇ 18-34 ppm	9.2-19.5 ppm
2. CLASSE	○ ≥ 32 ppm	◇ ≥ 35 ppm	—

CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL-ALEMANHA

BASE PLANIMÉTRICA FOI RETIRADA DO MAPA 1:250000 DO PROJETO RADAM E AUMENTADO FOTOGRAFICAMENTE SISTEMA UTM RELACIONADO COM O MERIDIANO CENTRAL 39°

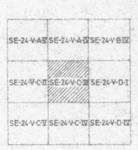
LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

ESCALA 1:100000

0 1 2 3 4 5 6 Km

1973

ARTICULAÇÃO DA FOLHA



DADOS SOBRE O LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO

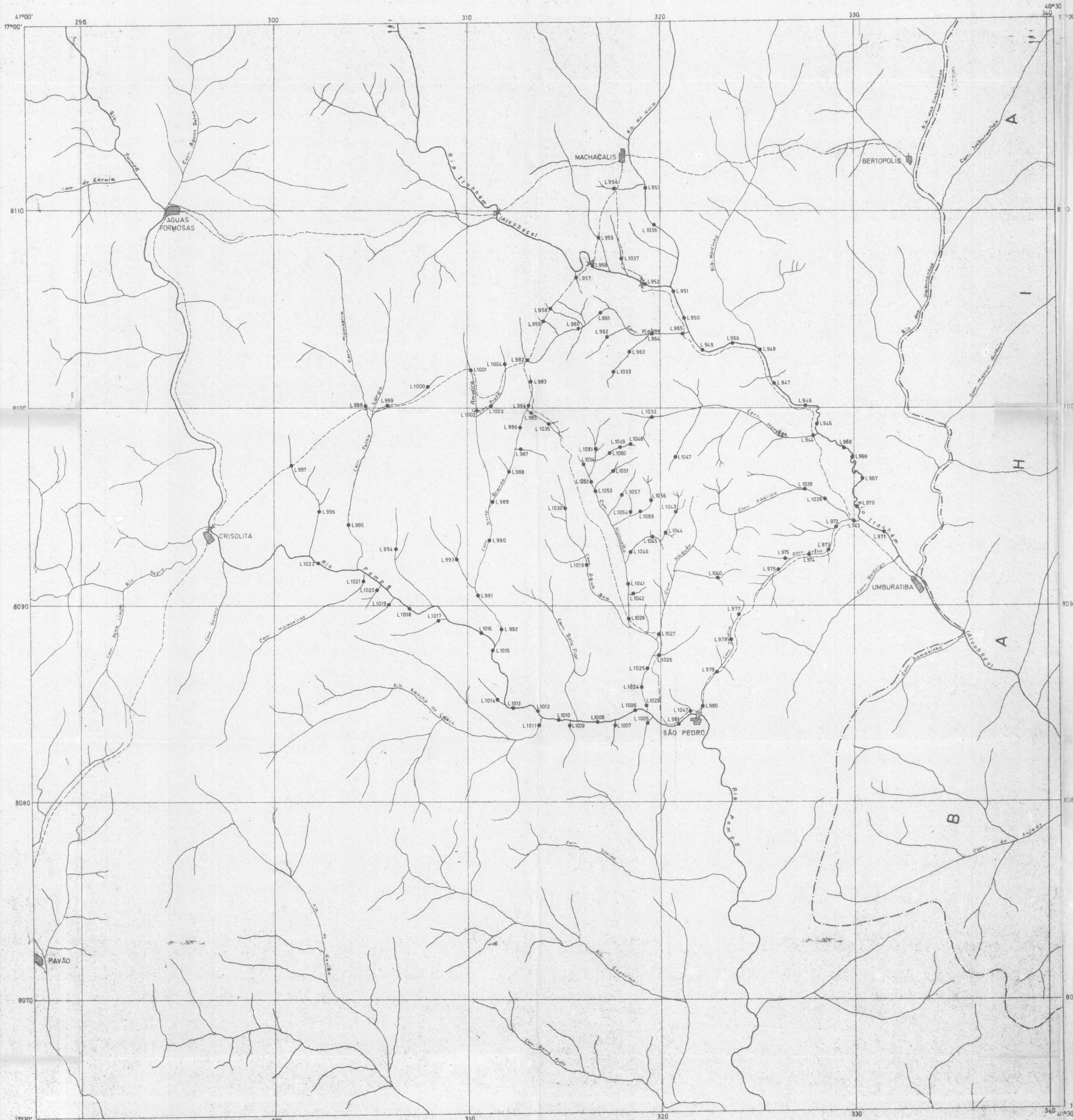
FOTO INTERPRETAÇÃO E TRABALHO DE CAMPO EXECUTADO PELA EQUIPE MISTA BRASILEIRA ALEMÃ EM MAIO DE 1973
DIRETORIA DE OPERAÇÕES
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM - AG-BR
BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG - BFB - HANNOVER

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

MAPA DE AMOSTRAGEM GEOQUÍMICA (ANOMALIA DE UMBURATIBA)

FOLHA SE-24-V-C-III



CONVENÇÕES

- CIDADE
- ESTRADA
- DRENAGEM
- FRONTEIRA (M.G.-BA)
- AMOSTRAS DE SEDIMENTOS (L=LAHNER/F. BICALHO)

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA

CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL-ALEMANHA

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA

BASE PLANIMÉTRICA FOI RETIRADA DO MAPA 1:250000 DO PROJETO RADAM E AUMENTADO FOTOGRAFICAMENTE SISTEMA UTM RELACIONADO COM O MERIDIANO CENTRAL 39°

ESCALA 1:100000

0 1 2 3 4 5 6 Km

1973

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SE-24-V-A-V	SE-24-V-A-VI	SE-24-V-B-IV
SE-24-V-C-II	SE-24-V-C-III	SE-24-V-D-I
SE-24-V-C-V	SE-24-V-C-VI	SE-24-V-D-IV

DADOS SOBRE O LEVANTAMENTO GEOQUÍMICO

FOTO INTERPRETAÇÃO E TRABALHO DE CAMPO EXECUTADO PELA EQUIPE MISTA BRASILEIRA ALEMÃ EM MAIO DE 1973

DIRETORIA DE OPERAÇÕES

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM-AG-BH

BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG-BFB-HANNOVER

ST. 8.73