

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PROSPECCÃO ALUVIONAR NO  
COMPLEXO ULTRAMÁFICO - ALCALINO  
DE SERRA NEGRA**

**PATROCÍNIO - MINAS GERAIS**

ESPEDITA GONÇALVES DE TORRES  
ORIENTADOR, PROF. Dr. JACQUES PIERRE CASSEDANNE

TESE DE MESTRADO

1977

## A P R E S E N T A Ç Ã O

O presente trabalho baseou-se nos resultados obtidos através de uma prospecção aluvionar sistemática, aplicada no Complexo Ultramáfico-Alcalino de Serra Negra, município de Patrocínio, oeste do Estado de Minas Gerais. Para sua realização, contou-se com o apoio financeiro da CPRM e do DNPM.

Os trabalhos de campo desenvolveram-se de julho a agosto de 1974. As análises mineralógicas foram realizadas nos laboratórios da CPRM no Rio de Janeiro.

Esta pesquisa foi executada sob orientação do Professor Jacques Pierre Cassedanne, e está sendo apresentada como tese para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no setor de Geologia Econômica do Instituto de Geociências da UFRJ.

## Í N D I C E

	Pag.
APRESENTAÇÃO .....	i
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
1 - INTRODUÇÃO .....	01
1.1 - Generalidades .....	01
1.2 - Objetivos do Trabalho .....	02
1.3 - Localização e Vias de Acesso .....	03
1.4 - Aspectos Sócio-Econômicos .....	03
1.5 - Agradecimentos .....	05
2 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS .....	06
2.1 - Clima e Vegetação .....	06
2.2 - Hidrografia .....	06
2.3 - Relevo .....	07
3 - PANORAMA GEOLÓGICO .....	08
3.1 - Considerações Gerais .....	08
3.2 - Rochas Sedimentares e Metassedimentares .....	08
3.2.1 - Grupo Canastra .....	08
3.2.2 - Grupo Bambuí .....	10
3.2.3 - Tectônica e Metamorfismo .....	11
3.3 - Rochas Ígneas e Metassomáticas .....	12
3.3.1 - Dunito .....	12
3.3.2 - Micaperidotito .....	13

3.3.3 - Micapiroxenito .....	13
3.3.4 - Carbonatito .....	13
3.4 - Manto de Meteorização .....	13
4 - METODOLOGIA DE TRABALHO NO CAMPO .....	15
5 - METODOLOGIA DE TRABALHO NO LABORATÓRIO .....	17
5.1 - Preparação das Amostras .....	17
5.2 - Análise Mineralógica Semiquantitativa .....	17
6 - DESCRIÇÃO DOS CONCENTRADOS .....	20
7 - DESCRIÇÃO DOS MINERAIS .....	21
- Anatásio .....	21
- Andaluzita .....	21
- Anfibólios .....	21
- Apatita .....	21
- Calcopirita .....	22
- Cianita .....	22
- Corindon .....	22
- Crandallita .....	22
- Epidoto .....	22
- Estaurolita .....	22
- Granada .....	23
- Hematita .....	23
- Ilmenita .....	23
- Leucoxênio .....	23
- Limonita .....	24
- Magnetita .....	24

- Malaquita .....	25
- Monazita .....	25
- Olivina .....	26
- Ouro .....	26
- Perovskita .....	26
- Pirita .....	26
- Pirita Oxidada .....	26
- Piroxênios .....	27
- Rutilo .....	27
- Siderita .....	27
- Titanita .....	27
- Turmalina .....	27
- Vermiculita .....	28
- Xenotima .....	28
- Zircão .....	28
- Fragmentos de Rocha .....	28
8 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	29
9 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DOS MINERAIS E COR RELACIONES DEDUZIDAS .....	30
10 - CONCLUSÕES .....	37
11 - BIBLIOGRAFIA .....	40

ILUSTRAÇÕES (No texto)

Figura 1 - Mapa de Localização e Situação

Tabela I - Coluna Estratigráfica do Complexo de Serra  
Negra

## ANEXOS

- Tabela II - Análise Espectrográfica Semiquantitativa de alguns concentrados
- Tabela III- Resultado da Identificação por raios-x de alguns minerais duvidosos
- Tabela IV - Dosagem Química Quantitativa de Cromo e Titânio na Magnetita
- Tabela V - Análise Mineralógica Semiquantitativa
- Figura 2 - Mapa de Distribuição do Anatásio
- Figura 3 - Mapa de Distribuição dos Anfibólios
- Figura 4 - Mapa de Distribuição da Apatita
- Figura 5 - Mapa de Distribuição da Calcopirita
- Figura 6 - Mapa de Distribuição da Cianita
- Figura 7 - Mapa de Distribuição do Corindon
- Figura 8 - Mapa de Distribuição da Crandallita
- Figura 9 - Mapa de Distribuição da Ilmenita
- Figura 10 - Mapa de Distribuição do Leucoxênio
- Figura 11 - Mapa de Distribuição da Magnetita
- Figura 12 - Mapa de Distribuição da Monazita
- Figura 13 - Mapa de Distribuição da Olivina
- Figura 14 - Mapa de Distribuição do Ouro
- Figura 15 - Mapa de Distribuição da Perovskita
- Figura 16 - Mapa de Distribuição da Pirita Oxidada
- Figura 17 - Mapa de Distribuição dos Piroxênios
- Figura 18 - Mapa de Distribuição do Rutilo
- Figura 19 - Mapa de Distribuição da Siderita
- Figura 20 - Mapa de Distribuição da Titanita

Figura 21 - Mapa de Distribuição da Vermiculita

Figura 22 - Mapa de Distribuição da Xenotima

Figura 23 - Mapa de Distribuição do Zircão

Perfil Topográfico AB

Perfil Topográfico CD

Perfil Topográfico EF

Perfil Topográfico GH

Mapa Geológico do Complexo de Serra Negra

## R E S U M O

A pesquisa realizada visou a avaliação do método de prospecção aluvionar em uma região de intrusões carbonáticas.

O Complexo Ultramáfico-Alcalino de Serra Negra, de idade Terciário/Cretáceo, é intrusivo em rochas do Grupo Bambuí, que se encontram em contato de cavalgamento com as rochas do Grupo Canastra, ambos pertencentes ao Pré-Cambriano Superior.

O trabalho foi dividido em etapas de campo e de laboratório. A primeira consistiu de uma amostragem sistemática abrangendo quase toda borda norte do domo, onde foram coletados 138 concentrados de bateia. A segunda consistiu no fracionamento dos concentrados e identificação dos seus diversos constituintes.

A partir dos dados obtidos, foram delimitadas superfícies de igual abundância, tecendo-se considerações a respeito da proveniência, distribuição e associação dos minerais, assim como foi avaliada a influência da geomorfologia sobre o comportamento e repartição de alguns deles.

Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios. Conseguiu-se detectar quase todas as ocorrências previamente conhecidas, permitindo a descoberta de outras ainda não assinaladas (Crandallita, ouro, calcopirita, malaquita, xenotima, monazita, corindon, siderita, andaluzita e cianita).



## A B S T R A C T

The research aimed at the evaluation of the alluvial prospecting method in a region of carbonatic intrusions.

The alkaline-ultramafic Complex of Serra Negra of Tertiary/Cretaceous Age is intrusive in rocks of the Bambuí Group. These rocks are in overthrusting contact with the rocks of the Canastra Group. Both sequences belong to the Upper Precambrian.

The work was divided in field and lab stages. The field work consisted of a systematic sampling comprising almost all the N rim of the dome where 138 panned concentrates were collected. The lab work consisted of the splitting of the concentrates and identification of their various constituents.

As from the obtained data, surfaces of equal abundance were delimited and comments about the provenience, distribution and association of the minerals were done. The influence of the geomorphology on the behaviour and partition of some of these minerals was also evaluated.

The results were quite interesting. It was possible to detect almost all the occurrences previously known, permitting also the discovery of other occurrences still not determined, like crandallite, gold, chalcopyrite, malachite, xenotime, monazite, corundum, siderite, andaluzite and kyanite.

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - Generalidades

É bastante conhecida a prospecção através de concentrados de minerais pesados, a qual tem assumido particular importância em várias partes do mundo, levando-se em consideração não somente a aplicação na prospecção mineral, como também na solução de problemas de cunho científico, ressaltando-se os relacionados à estratigrafia, tectônica, paleogeografia e petrografia.

Inicialmente, utilizada de forma rudimentar na prospecção de ouro e pedras preciosas, deve sua sistematização aos belgas, franceses e ingleses. Estes utilizaram, com sucesso, esse método de prospecção, na exploração daqueles minerais, bem como dos minérios de titânio, estanho, cromo, tungstênio e alguns outros, em regiões úmidas da África e Ásia, especialmente onde a espessa cobertura de solo não permitia uma observação direta do substrato rochoso.

Embora tenha sido utilizado no Brasil desde o período colonial, apenas a partir da última década ganhou cunho científico. Neste aspecto, um exemplo interessante refere-se aos resultados obtidos através de uma prospecção para kimberlitos em Minas Gerais; foram encontradas cerca de quarenta e duas intrusões de rochas (da família das ultrabásicas), reconhecendo-se doze kimberlitos verdadeiros, todos eles constituindo ocorrên-

cias anteriormente desconhecidas, segundo D. Drumond (1971).

Resta acrescentar que o método de prospecção aluvionar já foi objeto de duas teses de mestrado do Instituto de Geociências da UFRJ, onde se revelou altamente eficiente e de custo operacional baixo.

## 1.2 - Objetivos do Trabalho

A utilização do método de prospecção aluvionar, na detecção de ocorrências minerais, objetivou sua aplicação em regiões de intrusões carbonáticas. Em função desse objetivo, foi escolhido o Complexo de Serra Negra, o qual é constituído por rochas ultrabásicas-alcalinas com carbonatitos associados. A escolha deste complexo baseou-se no conhecimento da existência de depósitos valiosos de titânio e fosfato, no manto de meteorização, o qual é recoberto por uma camada arenosa, impedindo uma observação direta dos seus recursos minerais.

Para execução do trabalho utilizou-se como base o mapa geológico do complexo na escala 1:20.000, feito pela GEOSOL para o DNPM (1971), onde se amostrou uma superfície de aproximadamente 168 km<sup>2</sup>. Fotografias aéreas na escala 1:60.000 foram também usadas, para locação prévia dos pontos de amostragem.

Os principais objetivos da pesquisa se constituíram em:

- Avaliar a eficiência do método em regiões de intrusões carbonáticas conhecidas.
- Determinar os minerais constituintes da zona amostra-

da, tecendo-se considerações a respeito de sua distribuição, proveniência e possíveis associações.

- Testar o valor quanto a sua aplicação em zonas "virgens".

### 1.3 - Localização e Vias de Acesso

O Complexo de Serra Negra localiza-se, aproximadamente, 15 km a leste da cidade de Patrocínio, no Triângulo Mineiro, a noroeste de Belo Horizonte. Situa-se entre os paralelos  $18^{\circ}48'37''$  e  $18^{\circ}59'35''$  de latitude sul e os meridianos  $46^{\circ}43'43''$  e  $46^{\circ}56'27''$  de longitude oeste (figura 1).

O acesso à área do Domo de Serra Negra se faz a partir da cidade de Patrocínio, através da estrada de rodagem MG-8, que liga esta a Patos de Minas. Após o percurso de 15 km, uma estrada secundária para sul conduz através de 3 km até o Hotel Serra Negra. A partir deste hotel, uma estrada carroçável segue para o topo do chapadão (altitude 1.250 metros), de onde partem inúmeras trilhas.

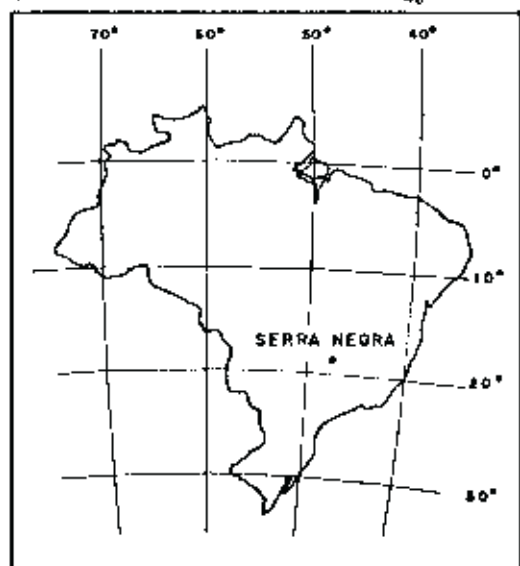
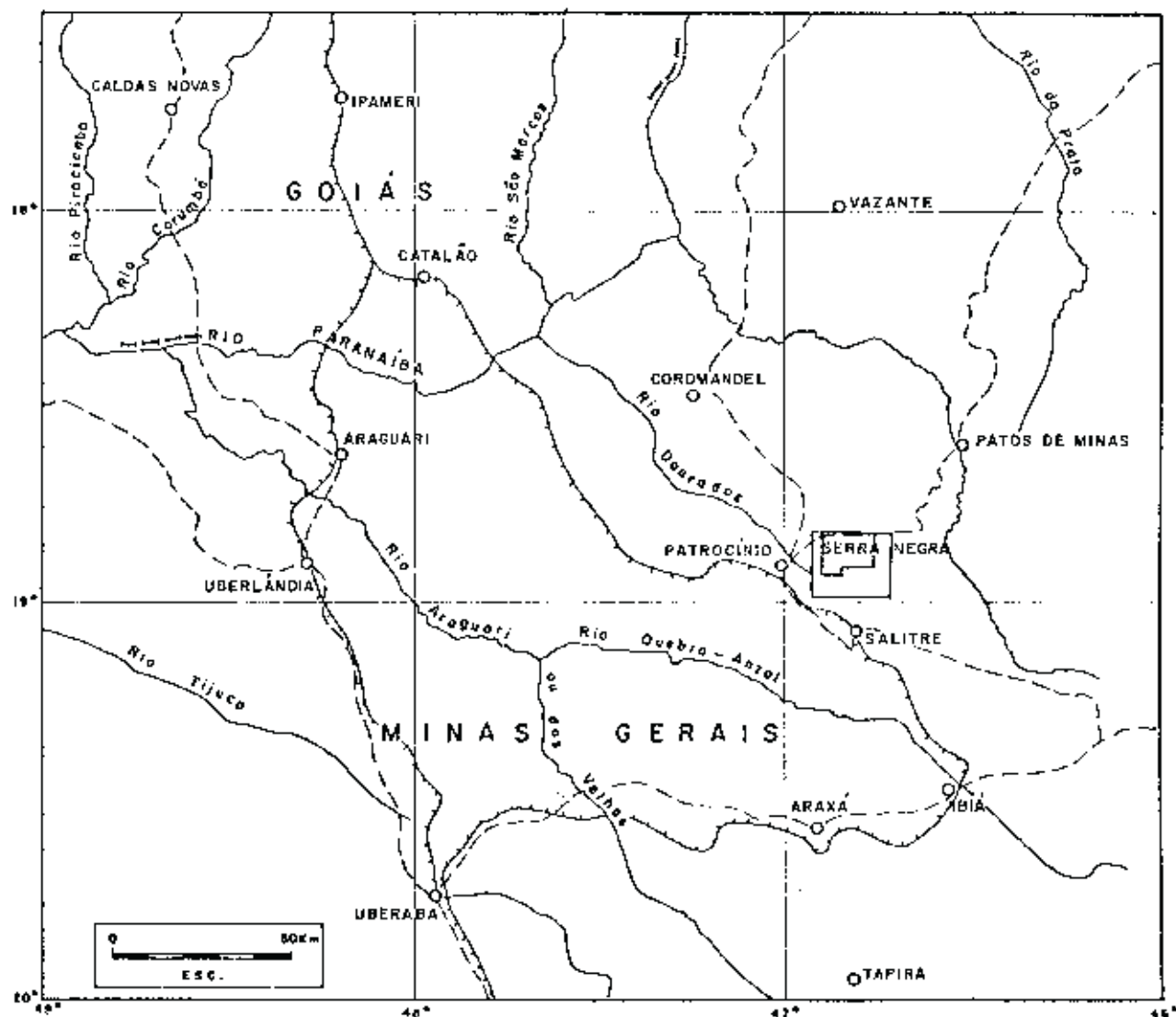
O município é servido pelo VFCO e pelas rodovias MG-8 e MG-273. A cidade de Patrocínio dista, por rodovia, 127 km de Araxá e 96 km de Patos de Minas.



### 1.4 - Aspectos Sócio-Econômicos

Com uma população de 33.000 habitantes, dos quais 20.000

FIGURA 1

MAPA DE LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO  
DO COMPLEXO DE SERRA NEGRA



-  - Complexo de Serra Negra
-  - Área amostrada

residem na sede, o município de Patrocínio desenvolve, como atividades principais, a pecuária, a agricultura e a indústria frigorífica.

#### 1.5 - Agradecimentos

Agradecemos ao professor Dr. Jacques Pierre Cassedanne pela orientação e assistência oferecidas em todas as fases da pesquisa.

Ao DNPM e à CPRM, junto às pessoas dos Drs. Judson da Cunha e Silva, Gildo A.S.C. de Albuquerque, João Batista de Vasconcelos Dias e Giuseppina Giaquinto de Araújo, pelo apoio oferecido, possibilitando assim a execução do trabalho.

Ao colega Luís Carlos Goulart Dornells pela colaboração nos trabalhos de campo, como também a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## 2 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

### 2.1 - Clima e Vegetação

O clima da região é temperado. Uma estação, seca e fria, desenvolve-se de abril a outubro, enquanto as outras, chuvosas e mais quentes, predominam nos meses restantes.

A vegetação predominante é do tipo cerrado, um pouco mais densa nas encostas do domo que no seu topo.

### 2.2 - Hidrografia

O rio Espírito Santo é o principal curso d'água da área, e contorna o maciço pelo norte, sendo afluente da margem esquerda do Rio Paranaíba. Tem seu desenvolvimento marcado por meandros na maior parte do seu curso, cortando, de modo ativo, seus próprios aluviões, além de apresentar vale largo, muito aberto, de fundo chato.

O segundo curso d'água mais importante é o rio Salitre, cujas nascentes estão localizadas na parte sudoeste da área estudada e que, como o rio Espírito Santo, também apresenta um curso meandrado, tendo o vale principal alagadiço de um modo geral.

A drenagem característica do Complexo de Serra Negra é radial para os cursos d'água que promanam do chapadão, sendo estes controlados por falhamentos e encachoeirados nas encostas do maciço. O principal é o Ribeirão do Bebedouro. Seu barramento artificial para geração de energia elétrica fez aparecer uma

lagoa de águas profundas e limpas.

A drenagem externa ao complexo é radial e muito bem desenvolvida.

### 2.3 - Relevo

Sobressaindo-se numa zona de relevo monotonamente suave, o Chapadão do Ferro constitui uma estrutura dômica bem desenvolvida, caracterizado por um relevo bastante movimentado em suas encostas. Exibe cotas máximas de 1.270 metros, decrescendo ao redor de 820 metros no vale do rio Espírito Santo.

Caracterizadas pelas diferenças de cotas apresentadas, quatro zonas topográficas podem ser distinguidas: a primeira delas, um planalto, é constituída pelo próprio Chapadão do Ferro, que apresenta cotas máximas de 1.270 metros, nivelado a, aproximadamente, 1.250 metros.

A segunda constitui a parte mais movimentada do relevo, representado pela encosta em declive do chapadão, fortemente inclinada, cuja base encontra-se a cerca de 1.000 metros de altitude.

A terceira zona é caracterizada por formas suavemente onduladas, com altitude média ao redor dos 900 metros, constituídas por colinas.

Finalmente, tem-se uma zona que acompanha os maiores cursos d'água da área, constituída por alagadiços comuns sobre os folhelhos pertencentes ao Grupo Bambuí.



### 3 - PANORAMA GEOLÓGICO

#### 3.1 - Considerações Gerais

O Complexo de Serra Negra situa-se dentro de uma grande faixa de ocorrência de corpos alcalinos de importante significado geo-econômico, que se estende desde Montes Claros de Goiás e Diorama até próximo a Anitápolis, Santa Catarina.

Y. Hasui e U.G. Cordani (1968), através de determinações pelo método K-Ar, estabeleceram para os Complexos do Alto Paranaíba (Tapira, Barreiro, Salitre, Serra Negra e Catalão) valores entre 70 e 100 m.a.

O Domo de Serra é intrusivo em sedimentos do Grupo Bambuí. Tem forma circular, sendo discretamente achatado no seu lado noroeste. Seu topo está revestido por uma espessa capa de canga, composta por fragmentos de quartzo e magnetita cimentados por limonita, conhecido também com a denominação de "Chapadão do Ferro".

A geologia de Serra Negra é bastante complexa e até agora pouco estudada. A coluna estratigráfica mais recente encontra-se na tabela I.

#### 3.2 - Rochas Sedimentares e Metassedimentares

São representadas na área pelos Grupos Bambuí e Canastra, ambos pertencentes ao Pré-cambriano superior.

##### 3.2.1 - Grupo Canastra

COLUNA ESTRATIGRÁFICA DO COMPLEXO DE SERRA NEGRA - PATROCÍNIO - MG  
SEGUNDO J. H. GROSSI SAD E N. CHABAN (1971)

IDADE	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA
QUATERNÁRIO	-	-	Aluviões e depósitos argilosos turfáceos.
TERCIÁRIO/ CRETÁCEO	-	-	Cobertura detrito-laterítica
CRETÁCEO	Vulcanismo básico - alcalino		Dunitos, micaperidotitos, mica-piroxenitos e carbonatitos com predominância dos primeiros. Serpentinóis mais ou menos silicificados.
PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR	BAMBUÍ	FORMAÇÃO IV	Ortoquartzitos, arenitos feldspáticos, folhelhos argilosos e folhelhos silticos.
		FORMAÇÃO III	Quartzito, por vezes conglomerático, com estratificação cruzada abundante, folhelhos silticos e argilosos.
		FORMAÇÃO II	Quartzito puro a argiloso e folhelhos silticos.
		FORMAÇÃO I	Quartzitos feldspáticos de granulação fina e siltitos argilosos bem laminados.
	CANASTRA		Quartzito, quartzitos micáceos e filitos.

As rochas do Grupo Canastra são representadas na área estudada por quartzitos, quartzitos micáceos, filitos e xistos, em contato de cavalgamento com as rochas do Grupo Bambuí.

### 3.2.2 - Grupo Bambuí

Segundo Grossi Sad e N. Chaban (1971), as rochas do Grupo Bambuí nesta área, constituem-se em uma ocorrência excepcional, pois se trata de uma sequência alternada de arenitos, siltitos e folhelhos, de difícil correlação com outras unidades anteriormente descritas neste grupo, como, por exemplo, as ocorrências na região do Alto Paranaíba e seus afluentes (Otávio Barbosa et al., 1970).

As rochas foram divididas em quatro formações, que não receberam designação formal e que são da base para o topo:

Formação I - Aflora, apenas, no lado leste do complexo, sendo mal exposta. É constituída por uma camada inferior arenítica e outra superior predominantemente siltica-argilosa. Tem uma espessura mínima de 500 metros. O contato com a rocha intrusiva é enfiado, dando lugar ao truncamento e desaparecimento da mesma.

Formação II - Encontra-se exposta na parte oeste e noroeste do domo, sendo truncada a norte pela rocha intrusiva e mostrando-se encoberta a sul pelo solo laterítico do chapadão. Compõe-se de uma camada inferior arenítica e outra superior argilosa e siltica. Apresenta uma espessura máxima de 630 metros.

Formação III - É notavelmente desenvolvida e tem es-

grossura média próxima de 1.600 metros. Nela, as mudanças laterais de fácies são muito bem caracterizadas. Constitui-se por uma camada superior, predominantemente arenosa, uma camada média arenosa-siltica e uma camada arenosa no topo.

Formação IV - É constituída de uma camada inferior de siltito argiloso e folhelho siltico com espessura de 500 metros, uma camada média de arenito com espessura de 300 metros e uma camada superior de folhelhos com espessura superior a 1.000 metros. No canto sudeste da estrutura dômica é frequente nestes folhelhos a presença de nódulos de pirita singenética.

### 3.2.3 - Tectônica e Metamorfismo

As rochas do Grupo Bambuí orientam-se de modo concêntrico ao redor do maciço intrusivo e a estrutura é observada a mais de 10 km de distância. Esta disposição originou um domo.

Os mergulhos dos sedimentos Bambuí e metassedimentos Canastra são centrífugos a partir do corpo intrusivo. Na sua proximidade, as camadas mostram-se fortemente inclinadas, para, à medida em que se afastar do contato, mostrarem-se com mergulhos fracos.

Um notável sistema radial de falhas verticais secciona não só o corpo intrusivo, mas também as encaixantes.

Metamorfismo de contato desenvolve-se em todas as rochas sedimentares do Grupo Bambuí. Os arenitos sofrem endurecimento, ficam vítreos por vezes, e onde se pode observar contato direto do arenito com a rocha intrusiva, este torna-se esverdeado.

Os siltitos reagem semelhantemente aos arenitos, mas ocasionalmente mostram-se recortados por fraturas intrincadas preenchidas por quartzo branco, provavelmente originado do próprio sedimento.

Os folhelhos adquirem muitas vezes aspecto de ardósias manchadas ("*spotted slates*").

### 3.3 - Rochas Ígneas e Metassomáticas

No período Cretácico, na área de Serra Negra, magma dunitico ascendeu, originando o complexo aí presente.

O material magmático não atingiu a superfície, mas alçou material sedimentar, conformando-o como um domo.

O complexo contém rochas de duas séries claramente distintas: a) dunito - micaperidotito - micapiroxenito; b) carbonatito.

Termos de transição entre os quatro tipos petrográficos acima mencionados são comuns.

#### 3.3.1 - Dunito

Aflora na parte noroeste do complexo, na área do Hotel Serra Negra, encontrando-se em sua maior parte bastante serpentinizado e silicificado. Quando fresco, tem cor castanho-escura e castanho-esverdeada, com granulação variando de média a grosseira. O dunito é principalmente constituído por crisolita. Uma amostra média exhibe 70% de crisolita, 29% de serpentina e 1% de magnetita.

Constatou-se que a rocha de mais ampla distribuição su-

perifical no complexo é um serpentinito silicificado, passando a silexito. Ela se põe em contato com as rochas encaixantes, na maior parte das vezes, sendo provavelmente resultante da alteração do dunito.

### 3.3.2 - Micaperidotito

Uma grande massa de micaperidotito, volumetricamente maior que o dunito, foi mapeada a nordeste do complexo. O micaperidotito é duro, esverdeado, inequigranular e constituído de crisolita, diopsídio, flogopita e magnetita. A perovskita é um constituinte comum.

### 3.3.3 - Micapiroxenito

Ao sul do complexo e fora dele, um pequeno corpo de micapiroxenito, perfeitamente decomposto, foi descoberto em 1967. Sua forma é alongada, tendo 2,6 por 1,2 quilômetros.

### 3.3.4 - Carbonatito

Foi caracterizado na área estudada somente como testemunho em furos de sonda, realizados pela GEOSOL para o DNPM (1971) sob a forma de corpos venulares e diques centimétricos.

## 3.4 - Manto de Meteorização

Recobrimdo quase todo o complexo encontra-se um manto

de meteorização com espessura média de 150 metros. É constituído por material laterítico de estrutura granulada, cuja fração argilosa está em proporção muito variada. É recoberto por uma camada arenosa com espessura média próxima de 25 metros.

Grossi Sad (1971) citou ocorrência dos seguintes minerais no manto: magneto-ilmenita, perovskita, magnetita, anatásio, leucóxênio, rutilo, apatita, goethita, limonita, zircão, pirocloro (?), hematita, baritina, vermiculita, quartzo, minerais de argila e serpentina.

O manto é formado por lixiviação e concentração dos elementos mais solúveis que compunham os dunitos, micaperidotitos e carbonatitos.

Em consequência disso, foram formados depósitos de minerais de titânio e fosfato. Os estudos realizados até o presente momento foram insuficientes para se ter uma idéia de como se distribuem estes minerais no manto, tornando-se temerária qualquer hipótese a respeito de sua potencialidade econômica.

#### 4 - METODOLOGIA DE TRABALHO NO CAMPO

O trabalho de campo consistiu, essencialmente, em uma amostragem aluvionar sistemática, obedecendo, sempre que possível, a um espaçamento aproximado de 1 km. Os pontos de coleta das amostras foram plotados previamente em fotografias aéreas na escala 1:60.000.

A superfície amostrada tem uma área aproximada de 168 km<sup>2</sup>, abrangendo quase toda borda norte do domo, onde se coletou um total de 138 amostras. A amostragem foi feita ao longo dos cursos d'água que promanam do chapadão, estendendo-se até o rio Espírito Santo. Foram raríssimos os casos em que se necessitou coletar amostras de solo, quando se fez o foi com a finalidade de obter-se uma malha regular.

O equipamento utilizado consistiu de: pá dobrável ou enxada, trado manual tipo "boca do lobo", peneira com abertura de 2 mm e uma bacia com capacidade de 10 litros.

Foi utilizada a seguinte metodologia na coleta das amostras (do tipo prospecção em "leito vivo"):

1) O mesmo volume de material foi coletado para cada ponto amostrado: 10 litros.

2) Procurou-se amostrar sempre acumulação de cascalho ao longo dos riachos.

3) Cada amostra foi lavada para remoção de argila e, em seguida, peneirada a 2 mm, para separação da fração grosseira. O material retido na peneira foi examinado durante o proces-



samento a fim de se detectar algum mineral interessante porventura existente.

4) A fração menor que 2 mm foi bateada, obtendo-se os concentrados finais.

5) Os concentrados obtidos foram colocados em sacos plásticos, devidamente etiquetados, e posteriormente analisados no laboratório.

## 5 - METODOLOGIA DE TRABALHO NO LABORATÓRIO

### 5.1 - Preparação das Amostras

O processamento geral no tratamento preparatório das amostras obedeceu à seguinte esquematização:

- Secagem
- Pesagem total
- Separação com o imã de mão, retirando-se a fração magnética que foi pesada.
- Quarteamento no caso de amostras muito grandes ou com grande concentração de minerais pesados.
- Peneiramento a 0,5 mm, obtendo-se duas frações: > 0,5 mm para estudo em lupa binocular e < 0,5 mm para separação em líquidos densos.
- Em certos casos, tratamento das amostras com ácido oxálico a 5%, em virtude de se encontrarem completamente capeadas por limonita, dificultando sobremaneira a identificação das espécies minerais.
- Concentração dos minerais pesados por meio de bromoformio.
- Separação eletromagnética dos minerais pesados obtendo-se as seguintes frações: 0,3 A, 0,5 A, 0,75 A e > 0,75 A.

### 5.2 - Análise Mineralógica Semiquantitativa

As frações obtidas no processo descrito anteriormente, foram submetidas a um estudo detalhado em lupa binocular, para identificação e avaliação percentual das espécies minerais de cada concentrado, pelos métodos de rotina em laboratórios de sedimentos pesados.

Na identificação dos minerais dos concentrados, utilizou-se, quando necessário, observações microscópicas, testes físicos, microquímicos, químicos, raios-x, espectrografia de emissão, medição da radioatividade e estudo em luz ultravioleta.

Os valores resultantes da análise semiquantitativa por espectrografia de emissão de alguns concentrados estão registrados na tabela II. Os minerais identificados por difração de raios-x encontram-se na tabela III.

Na análise mineralógica semiquantitativa, utilizou-se os seguintes percentuais discriminados abaixo:

75 - 100%
50 - 75%
25 - 50%
5 - 25%
1 - 5%
< 1%

Na tabela V, de representação dos resultados, estes limites estão expressos pelos seguintes qualificadores:

75	-	100%	=	A
50	-	75%	=	B
25	-	50%	=	C
5	-	25%	=	D
1	-	5%	=	E
	<	1%	=	F
-			=	ausente

## 6 - DESCRIÇÃO DOS CONCENTRADOS

Os concentrados são bastante ricos em minerais ferromagnéticos, o que lhes confere uma coloração escura. Não raramente, mesmo os minerais claros, estão revestidos por uma fina película de óxido de ferro, o que reforça aquela coloração.

A fração leve dos concentrados, que constitui o material com densidade inferior a 2,9, foi submetida a uma análise rápida em lupa binocular, a qual revelou presença de quartzo, feldspato e fragmentos de rocha, não se constatando nenhum mineral economicamente importante.

De acordo com estes resultados, todas as considerações feitas a respeito das espécies minerais dos concentrados são baseadas exclusivamente no estudo dos minerais pesados.

No estudo feito à lupa binocular, os minerais mais abundantes são: magnetita, ilmenita, limonita, hematita, zircão, anatásio, leucoxênio, perovskita e pirita oxidada.

É frequente nos concentrados fragmentos de rocha com aspecto micáceo e nódulos de chumbo de caça.

Em média, foram identificados 15 minerais para cada concentrado.

A granulometria dos concentrados varia desde grãos centimétricos até grãos extremamente finos. Os minerais quase sempre apresentam-se em grãos angulosos, denunciando um certo arredondamento somente em casos esporádicos.

## 7 - DESCRIÇÃO DOS MINERAIS

São descritos a seguir, em ordem alfabética, os minerais determinados, assim como os testes realizados para sua identificação, caso se faça necessário.

- Anatásio - Está presente em todas as amostras, sob a forma de octaedros, prismas achatados e fragmentos irregulares. Nos octaedros, onde o zoneamento é comum, predomina a coloração amarelo-clara, enquanto nas formas tabulares, o azul, o cinzento e o marrom. Nos fragmentos as cores são bastante variadas. É frequente em todas as formas o capeamento por limonita. A granulometria é bastante variada, com espécimens ultrapassando 1,6 mm.
- Andaluzita - Encontrada somente na amostra 129, é caracterizada por prismas alongados e transparentes, de coloração rosa ou verde. O tamanho dos cristais é inferior a 0,2 mm.
- Anfibólios - Estão presentes sob a forma de cristais prismáticos, alongados segundo o eixo C, aciculares e fibrosos, de cores verde escura e castanha. A granulometria é sempre inferior a 0,4 mm. Foram identificadas por meios óticos as variedades actinolita e hornblenda.
- Apatita - Apresenta-se sob a forma de fragmentos de prismas hexagonais, grãos ovoides e irregulares, incolores, branco leitosos e esverdeados. É encontrada sempre

na fração inferior a 0,5 mm. A determinação foi feita por teste microquímico e meios óticos.

Calcopirita - Está em pequenos grãos irregulares, com tamanho sempre inferior a 0,1 mm. Sua presença foi confirmada por difratometria.

Cianita - É um mineral bastante raro, com formas achatadas exibindo clivagem perfeita e tonalidade azul clara. O tamanho dos cristais maiores não ultrapassa 0,3 mm. Apresenta fluorescência azul sob a ação da luz ultravioleta, em ondas longas.

Corindon - Ocorre sob a forma de pequenas placas e fragmentos de prismas achatados, transparentes, de coloração branca com tonalidade azulada. É encontrado sempre na fração inferior a 0,3 mm. Foi diagnosticado por meios óticos.

Crandallita - Apresenta-se sob a forma de massas reniformes, algumas vezes mamelonares, translúcidas, de coloração branca, amarelo-clara, marrom-amarelada ou avermelhada. A granulometria é sempre inferior a 0,4 mm. Seu diagnóstico foi confirmado por raios-x. Trata-se de um fosfato hidratado de Ca e Al, pouco frequente no Brasil.

Epidoto - Encontra-se sob a forma de pequenos grãos irregulares, transparentes e de coloração verde clara.

Estauroлита - Mineral pouco frequente nos concentrados, caracteriza-se por fragmentos irregulares transparentes, de coloração amarelo-acastanhada com inclusões car-

bonosas. O tamanho dos grãos nunca ultrapassa 0,4 mm.

- Granada - É um mineral raro e de concentração muito baixa, sob a forma de pequenos grãos irregulares de coloração rósea. São óticamente isotrópicos e têm dureza baixa.
- Hematita - Ocorre principalmente com uma forma romboédrica. A variedade especular de cor cinza escuro, se encontra sob a forma de lamelas, diagnosticadas pela cor vermelha do traço. A granulometria varia de 0,1 mm a 0,5 mm. A natureza da forma romboédrica foi confirmada por raios-x.
- Ilmenita - É um dos minerais mais frequentes e abundantes, sob a forma de grãos irregulares, fragmentos achatados e romboedros, com brilho metálico e de cor negra. Alguns grãos apresentam-se capeados por limonita, sendo frequente o fenômeno de leucoxenização. Em certas amostras, apresenta-se excepcionalmente sob a forma de octaedros, com aspecto semelhante ao da perovskita. Esta última forma indicaria uma possível pseudomorfose da perovskita pela ilmenita. A identificação da ilmenita neste caso foi feita por raios-x.
- Leucoxênio - Ocorre em todos os concentrados, sob a forma de grãos angulosos e arredondados, caracterizados por sua superfície envernizada ou seu aspecto terroso, de coloração branco-amarelada e marron-amarelada.



Encontram-se frequentemente capoados por limonita, o que dificulta bastante a identificação. O tamanho dos grãos é variado e nunca ultrapassa 2 mm.

Limonita

- Está presente em todos os concentrados, associado a canga laterítica que recobre o complexo. Apresenta-se sob formas variadas, como concreções, grãos sub-angulosos e sub-arredondados, fragmentos irregulares, com coloração variando de marron-amarelada a avermelhada. O tamanho é variável, encontrando-se espécimens no campo com até 2 cm de tamanho. Com lupa binocular apresenta-se algumas vezes com um hábito particular, caracterizado por concreções esferulíticas e botroidas, com estrutura interna fibrosa e camadas concêntricas. O resultado da difração de raios-x, desta forma de ocorrência, revelou tratar-se essencialmente do mineral goethita.

Magnetita

- Apresenta larga distribuição em todo o complexo, sendo o mineral mais abundante dos concentrados. Apresenta-se sob a forma de octaedros, fragmentos de cristais e grãos irregulares, sendo que, no caso onde os concentrados são bastante ricos em pirita oxidada, é mais frequente sob a forma de cubos. Em sua maioria se apresenta bastante oxidada, exibindo uma capa de alteração marron-avermelhada. É frequente o intercrescimento com anatásio e perovskita. A granulometria varia de 0,1 mm a 1,6 mm, sendo que no campo foram encontrados cristais com até

1 cm de tamanho.

Grossi Sad et all fazem referências à ocorrência de cromita na área. Não sendo identificado este mineral nos concentrados analisados, procurou-se justificar os valores anômalos encontrados para cromo, tanto nas dosagens realizadas pela GEOSOL (1971), como nos resultados constantes na tabela II.

Baseados no caráter isomórfico da série magnetita-cromita, e no fato de ser comum um certo teor de cromo na estrutura da magnetita (Dana, 1957), uma análise química quantitativa para cromo em duas amostras deste mineral, e a confecção de uma seção polida foram realizadas. Fez-se também dosagens quantitativas para titânio, tendo em vista ser comum na bibliografia consultada citações a respeito da existência de titano-magnetita nas rochas ultramáficas-alcálicas do complexo. Os valores resultantes das dosagens quantitativas para cromo e titânio encontram-se registrados na tabela IV. O estudo da seção polida revelou tratar-se de magnetita com lamelas de ilmenita.

- Malagueta - Está presente sob a forma de pequenos grãos fibro radiais, de coloração verde bem característica. É pouco frequente e o diagnóstico foi feito por meios óticos e testes microquímicos para Cu.
- Monazita - Apresenta-se em cristais geralmente tabulares e pequenos grãos irregulares transparentes de cor amare-

la. A maioria dos grãos está em torno de 0,3 mm.

Olivina

- Ocorre com certa frequência, sob a forma de grãos irregulares, transparentes, incolores, verdes e amarelados, a maioria deles com impregnação de óxido de ferro. Apresenta-se frequentemente com a superfície rugosa ou picotada, semelhante a "favo de abelha". O tamanho dos grãos não ultrapassa 0,5 mm.

Ouro

- Foi encontrado em três amostras, sob a forma de diminutas palhetas, e em concentração muito baixa.

Perovskita

- Apresenta-se em grãos irregulares, octaedros, cubos e fragmentos de cristais de coloração preto-acastanhada e avermelhada, variando de transparente a opaco com brilho adamantino. Alguns grãos apresentam-se impregnados por óxido de ferro. A granulometria é bastante variada, não ultrapassando 2 mm. É encontrada em todas as frações eletromagnéticas, predominando na > 0,75 A. Sua natureza foi confirmada por difração de raios-x. A dosagem semi-quantitativa para Nb por espectrografia de emissão registrou valores em torno de 70 ppm.

Pirita

- Encontrada somente nas amostras 35, 66, 71 e 131, assim mesmo em concentrações inferiores a 1%. Apresenta-se em pequenos grãos irregulares de cor amarelo-bronze, a maioria deles em torno de 0,2 mm.

Pirita Oxidada

- É comum nos concentrados sob a forma de cubos geminados ou não, piritoedros e prismas retangulares, marron-amarelados e avermelhados. A granulometria é

bastante variada, encontrando-se espécimens com até 2 cm de tamanho. O resultado da difração de raios-x nas formas cúbicas, acusou a presença de hematita.

Piroxênios - Apresentam-se em cristais prismáticos curtos, com clivagem. A cor varia de verde-clara a verde-escura. A granulometria é sempre inferior a 0,4 mm. Pertencem ao grupo dos clino-piroxênios, não tendo sido possível sua identificação pormenorizada.

Rutilo - Apresenta-se em cristais prismáticos e fragmentos irregulares de três cores distintas: avermelhada, marron-avermelhada e alaranjada. As faces normalmente se encontram estriadas, sendo comum geminação em "joelho" e "coração". Espécimens com mais de 1 mm são raros, a maioria está em torno de 0,4 mm.

Siderita - Mineral muito raro nos concentrados, caracteriza-se por cristais romboédricos de cor marron, com granulometria inferior a 0,4 mm.

Titanita - Encontrada na maioria dos concentrados, sob a forma de cristais achatados e grãos irregulares transparentes. As cores pela ordem de frequência são: creme, amarela e verde. A granulometria é sempre inferior a 0,5 mm. A determinação foi confirmada por meios óticos e testes microquímicos do titânio.

Turmalina - Está presente sob a forma de pequenos prismas hexagonais rolados, transparentes, de coloração marron,

verde e lilás. O tamanho dos espécimens não ultrapassa 0,4 mm.

Vermiculita - Apresenta-se principalmente em agregados lamelares de cor marron com reflexos dourados. É frequente na fração menor que 0,4 mm. Sua natureza foi confirmada por raios-x.

Xenotima - Caracteriza-se por cristais octaédricos achatados e grãos irregulares, de cor amarelo-esbranquiçada, sempre associados a monazita. O tamanho dos grãos não ultrapassa 0,3 mm.

Zircão - Aparece em cristais bipiramidais, octaedros achatados e fragmentos irregulares, incolores, castanho-esverdeados, e levemente coloridos em rosa, verde e amarelo. É encontrado na fração menor que 0,5 mm, sendo raríssimos os casos de espécimens em frações maiores. A natureza de todos os tipos foi confirmada por meios óticos e testes microquímicos para zircônio. É comum apresentar fluorescência amarela sob ação da luz ultravioleta, em ondas longas.

Frag.de rocha- Estão presentes sob a forma de fragmentos irregulares, com aspecto micáceo, semelhante a quartzitos. A granulometria é bastante variada.

## 8 - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Com base nos resultados mineralógicos obtidos, foi elaborada a tabela V, contendo os minerais detetados, as porcentagens estimativas, representadas por letras qualificadoras, o número de amostras coletadas, os pesos dos concentrados e das frações de densidade superior a 2,9.

Os pontos amostrados foram plotados no mapa geológico do complexo (em anexo neste relatório) e elaborados os mapas de distribuição espacial dos principais minerais da faixa prospectada (figuras de n.ºs. 2 a 23). Estas representam superfícies de ocorrência dos minerais em função de sua percentagem aproximada, de acordo com as convenções constantes nas legendas das mesmas.

## 9 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A DISTRIBUIÇÃO DOS MINERAIS E CORRELAÇÕES DEDUZIDAS

Analisando-se a tabela V, nota-se que a maioria dos constituintes tem distribuição ampla cobrindo quase toda superfície amostrada. Alguns minerais encontrados, tais como: limonita, turmalina, estauroлита, etc., não serão levados em consideração, por constituírem ocorrência comum na área, nada acrescentando ao objetivo do trabalho. A partir dos mapas de distribuição foram tecidas considerações sobre a proveniência e associação de certos minerais. Foram também estabelecidas correlações com a formação que as originou, assim como foi avaliada a influência da geomorfologia sobre o comportamento e a repartição de alguns deles.

O estudo dos concentrados revelou associações mineralógicas características, mostrando relações com as rochas ultramáficas-alcálinas do complexo. Entre as associações mineralógicas mais interessantes estão: magnetita, perovskita, apatita e vermiculita, os quais constituem minerais de filiação tipicamente alcalina, bastante comuns como acessórios das rochas dos Complexos de Barreiro, Araxá, Tapira, Salitre e Serra Negra (Grossi Sad, 1972).

Outra associação também importante é representada por titanita, olivina e piroxênios, que se caracterizam por apresentar os mesmos pontos de concentrações anômalas na faixa prospectada.

É comum ainda, nos concentrados, em todos os pontos da zona amostrada, a presença de anatásio e leucoxênio associada à

magnetita, ilmenita e perovskita.

Certos minerais, como por exemplo, leucoxênio, magnetita, anatásio e perovskita, mostram um comportamento diferente dos demais constituintes da zona amostrada, conforme se observa através dos mapas de distribuição. Os dois primeiros, embora se concentrem normalmente ao redor do maciço, apresentam algumas anomalias a uma distância considerável do mesmo. Os outros dois distribuem-se irregularmente em torno do domo, estando as maiores concentrações um tanto afastadas deste. Tal comportamento sugere que a repartição destes minerais sofreu controle geomorfológico, como é indicado pela observação de alguns perfis topográficos da área, partindo do topo do domo, estendendo-se até o vale do rio Espírito Santo.

Com base nestes perfis, pode-se estabelecer que as concentrações anômalas dos minerais acima citados, devem estar ligadas a dois tipos de deposição: um caracterizado pela concentração de minerais pesados nas áreas onde há brusca queda de relevo (exemplos deste tipo de controle topográfico podem ser vistos nos perfis AB, CD, EF e GH); o outro ocorrendo em antigos terraços fluviais do rio Espírito Santo, tal como é mostrado nos perfis EF e GH. Neste último tipo, os depósitos correspondem provavelmente a um primeiro ciclo de deposição, representado atualmente por antigos terraços preservados.

Ainda a partir dos mapas de distribuição mineralógica, pode-se ver que alguns minerais mostram uma repartição assimétrica, sugerindo uma litologia diferente para cada lado do domo.

Serão estudados a seguir, com maior detalhe, os princi-



pais minerais da faixa prospectada, com base nos seus respectivos mapas de distribuição.

Anatásio - Está presente em proporções variáveis em toda a faixa prospectada, notando-se uma maior abundância na parte oeste da área. A associação com perovskita, magnetita e ilmenita, em quase toda a área, indica que o mesmo esteja relacionado ao complexo ultrabásico-alcalino, à semelhança de Tapira, onde existem importantes reservas de titânio, em sua maioria sob a forma de anatásio (Grossi Sad, 1972). Os pontos de maior concentração, um tanto afastados do domo, sugerem a possibilidade da preservação de antigos terraços não afetados pelo ciclo erosivo atual.

Andaluzita - Foi determinada unicamente na amostra 129, ocorrendo acima das rochas do Grupo Bambuí, o que sugere sua possível ligação com aquelas.

Anfibólios - Associam-se frequentemente aos piroxênios, estando as principais anomalias localizadas tanto acima das rochas encaixantes do complexo, como das rochas intrusivas.

Apatita - Está distribuída em zonas dispersas com uma única faixa de concentração na parte oeste da área. A associação típica em todos os pontos com perovskita, magnetita e vermiculita sugere sua ligação com as rochas ultramáficas-alcalinas do complexo.

Calcopirita - Tem distribuição restrita, encontrando-se frequentemente associada com malaquita e pirita. As con-

concentrações, sempre inferiores a 1%, estão localizadas tanto nas rochas encaixantes do complexo como nas rochas intrusivas.

- Cianita - É um mineral pouco frequente, observado sempre em quantidades inferiores a 1%, ocorrendo acima das rochas dos Grupos Bambuí e Canastra.
- Corindon - Apresenta uma distribuição assimétrica, concentrando-se principalmente na parte oeste da área, mostrando relação com as rochas dos Grupos Bambuí e Canastra.
- Crandallita - Sua distribuição abrange grande parte da área estudada, em quantidades sempre inferiores a 1%. Nas zonas próximas ao complexo ultramáfico, apresenta-se sob a forma de grãos subangulares, tornando-se mais rolados à medida que se distancia deste.
- Ilmenita - É um dos minerais mais frequentes e abundantes, graças à sua resistência aos agentes de intemperismo. Distribui-se homogeneamente em toda faixa prospectada, sendo que as concentrações principais são fornecidas pelas rochas intrusivas.
- Leucoxênio - Ocorre frequentemente associado aos minerais de titânio do complexo, sendo provavelmente um produto de alteração destes.
- As maiores concentrações estão localizadas na parte oeste da área, a uma distância considerável do domo, podendo estar ligadas aos dois tipos característicos de deposição mencionados anteriormente.

- Magnetita - Apresenta ampla distribuição, sendo o mineral mais abundante de toda faixa prospectada. A associação com os minerais de filiação tipicamente alcalina das rochas ultramáficas do complexo sugere sua relação com estas. Suas zonas de maior concentração estão distribuídas normalmente ao redor do domo, mostrando-se menos frequentes, à medida que se afastam deste. Uma única exceção anota-se no canto noroeste da área, onde a ocorrência de uma concentração anômala sugere que sua repartição também pode ter sido controlada pelos tipos de deposição já citados.
- Monazita - Associa-se frequentemente a xenotíma, concentrando-se principalmente na parte oeste da área. Alguns pontos de concentração estão localizados na zona de ocorrência das rochas alcalinas. Isto sugere sua origem a partir destas, hipótese reforçada pelo fato de ser comum nestas rochas concentrações importantes de elementos de terras raras (Grossi Sad, 1972).
- Olivina - Apresenta uma distribuição assimétrica, concentrando-se principalmente na parte oeste da área, estando as suas principais anomalias localizadas na zona de ocorrência das rochas ultramáficas-alcalinas do complexo. É frequente em quase todos os pontos a associação com os piroxênios e a titanita.
- Ouro - Somente três locais indicaram ouro, assim mesmo em muito pequena quantidade. Sua distribuição parece

restringir-se aos quartzitos dos Grupos Bambuí e Canastra.

Perovskita - Distribui-se equitativamente por toda área, sendo um dos constituintes mais típicos das rochas ultrabásicas-alcálinas do complexo. As principais concentrações, localizadas a uma certa distância do domo, refletem uma fase de aplainamento favorável à deposição, no término de uma seção topográfica de declividade bastante forte. Nestas anomalias, é notável o aspecto desgastado dos espécimens de perovskita, denunciando assim terem os mesmos já sofrido um certo transporte.

Pirita Oxidada - As concentrações importantes estão relacionadas às rochas do Grupo Canastra. Sua distribuição, contudo, abrange grande parte da área estudada, concentrando-se principalmente na parte oeste da mesma.

Piroxênios - Tem um comportamento semelhante ao da olivina, apresentando geralmente os mesmos pontos de concentrações anômalas da faixa prospectada.

Rutilo - Apresenta ampla distribuição em quase toda faixa prospectada, podendo estar relacionado tanto às rochas encaixantes do complexo como às intrusivas. As principais concentrações estão localizadas acima das rochas dos Grupos Bambuí e Canastra, sendo um constituinte comum destas.

Siderita - Apresenta uma distribuição restrita sobre as rochas do Grupo Canastra, encontrando-se frequentemente as-

sociada a pirita oxidada.

- Titanita - Apresenta o mesmo comportamento dos piroxênios e da olivina, porém se concentrando mais na parte oeste da área.
- Vermiculita - Apresenta-se em zonas dispersas, sendo um constituinte comum da filiação tipicamente alcalina das rochas ultramáficas do complexo.
- Xenotima - Ocorre frequentemente associada a monazita, porém com distribuição bastante restrita, apresentando uma maior concentração na parte oeste da área.
- Zircão - Caracterizado por uma repartição assimétrica, concentra-se principalmente na parte oeste da área. Sua origem parece estar relacionada, tanto às rochas encaixantes do complexo, como às rochas intrusivas, uma vez que se trata de um acessório comum destas rochas.

## 10 - CONCLUSÕES

Os dados obtidos estão limitados à borda norte da estrutura dômica, e representam apenas um reconhecimento preliminar dos minerais do complexo.

Os resultados alcançados pela aplicação do método de prospecção aluvionar, através da análise mineralógica dos concentrados de bateia, no Complexo Ultrabásico-Alcalino de Serra Negra, foram bastante satisfatórios, conseguindo-se detectar, mesmo a uma distância considerável do domo, concentrações anômalas de alguns minerais representantes da filiação tipicamente alcalina destas rochas.

A pesquisa realizada indicou a presença de quase todos os minerais constituintes das rochas, detetando-se também novas ocorrências minerais.

As conclusões que se podem tirar da pesquisa levada a efeito em Serra Negra, podem ser resumidas nos seguintes itens:

1) Nas diversas amostras analisadas foram identificados os seguintes minerais: anatásio, andaluzita, anfibólios, apatita, calcopirita, cianita, corindon, crandallita, epidoto, estaurolita, granada, hematita, ilmenita, leucoxênio, limonita, magnetita, malaquita, monazita, olivina, ouro, perovskita, pirita, pirita oxidada, piroxênios, rutilo, siderita, titanita, turmalina, vermiculita, xenotima e zircão.

2) Foram evidenciadas na área ocorrências dos seguintes minerais (não mencionados na bibliografia consultada): crandallita, ouro, calcopirita, malaquita, xenotima, monazita, corin-

trições deste, como meio de investigação nos minerais facilmente solúveis e frágeis, como é o seu caso.

## 11 - BIBLIOGRAFIA

- ALVES, B.P. (1960) - Distrito niobo-titanífero de Tapira. Brasil. DNPM. Div. Fom. Prod. Min., Bol. 108, 48 p. Rio de Janeiro.
- BARBOSA, O.; BRAUN, O.P.G.; DYER, R.C.; CUNHA, C.A.B.R. (1970) - Geologia da Região do Triângulo Mineiro. Brasil. DNPM.Div. Fom. Prod. Min., Bol. 136, 140 p. Rio de Janeiro.
- BRASIL. DNPM. (1968) - Contribuição do DNPM no desenvolvimento geoeconômico de Minas Gerais. Pub. esp. nº 5, 130 p. Rio de Janeiro.
- CAMPOS, J. M. (1939) - O Chapadão do Ferro em Minas Gerais e suas possibilidades econômicas. Min. Met. v. 3, nº 17, p. 314 - 316. Rio de Janeiro.
- CARVALHO, W.T. (1976) - Trabalhos de pesquisa mineral desenvolvidos no Complexo Ultramáfico-Alcalino de Catalão I, Goiás. METAGO, 22 p. Inédito. Goiânia.
- CARVALHO, W.T. (1976) - Recursos Minerais do Complexo Ultramáfico-Alcalino de Catalão I, Goiás. METAGO, 14 p. Inédito. Goiânia.
- CHABAN, N. & SAD, J.H.G. (1971) - Síntese da Geologia e Recursos Minerais do Complexo de Serra Negra, Patrocínio - MG. GEOSOL/DNPM, 22 p. Inédito. Belo Horizonte.
- DANA, E. S. & FORD, W.E. (1957) - A textbook of Mineralogy. 4 th ed. John Wiley & Sons Inc., 851 p. New York.
- DANA, J. D. (1969) - Manual de Mineralogia. Livro Técnico, 2 v. Rio de Janeiro.
- DEER, W. A.; HOWIE, R. A. and ZUSSMAN, J. (1967) - An introduction to the rock forming minerals. Longmans Green, 528 p. London.
- DRUMOND, D. (1971) - Prospecção aluvionar. CPRM, 50 p. Inédito. Rio de Janeiro.
- EBERLE, W. G.; STEINER, H. P.; BOSUN, W. (1974) - Relatório de Reconhecimento Geológico - Patos de Minas, Coromandel, Monte Carmelo - MG. CPRM/CGBA/DNPM, 34 p. Rio de Janeiro.
- FERREIRA, A. V. F. (1973) - Notas sobre prospecção aluvionar. CPRM, 39 p. Inédito. Rio de Janeiro.



- FERREIRA NETO, Y. (1973) - Perfil Analítico do titânio. Brasil. DNPM. Bol. 23, 77 p. Rio de Janeiro.
- GRIFFITH, S. V. (1960) - Alluvial Prospecting and Mining. 2 nd ed. Pergamon Press, 245 p. New York.
- GUERRA, A. T. (1966) - Dicionário Geológico - Geomorfológico. IBGE, Pub. nº 21, 411 p. Rio de Janeiro.
- GUERREIRO, M. G. S. (1972) - Prospecção aluvionar aplicada à região de Dom Bosco e Morro do Bule - Minas Gerais. UFRJ, 49 p. Tese de Mestrado. Rio de Janeiro.
- GUIGUES, J. & DEVISMES, P. (1969) - La prospection minière à la batée dans le Massif Armoricaïn. Mémoires du BRGM, nº 17, 171 p. Paris.
- GUIMARÃES, D. & SAD, J. H. G. (1966) - Observações geológicas e petrográficas em Salitre e Serra Negra, Patrocínio - MG. Bol. do Inst. de Geol. da Esc. Fed. de Minas de Ouro Preto, V. 1, nºs. 3 e 4, p. 169-180. Ouro Preto.
- LEONARDOS, O. H. (1956) - Carbonatitos com Apatita e Pirocloro. Brasil. DNPM. Div. Fom. Prod. Min., Av. 80, 30 p. Rio de Janeiro.
- MACAMBIRA, E. M. B. (1974) - Projeto Norte da Amazônia - Reconhecimento de Minerais Pesados. CPRM, Vol. VII, 67 p. Belém.
- MORAIS FILHO, O. & GIL, C. A. A. (1974) - Projeto Sul da Bahia - Prospecção aluvionar estratégica. CPRM, Vol. XV, 24 p. Salvador.
- NEVES, E. M. (1973) - Perfil Analítico do Pirocloro. Brasil. DNPM, Bol. 18, 18 p. Rio de Janeiro.
- PARFENOFF, A.; POMEROL, C. et TOURENO, J. (1970) - Les minéraux en grains - Méthodes d'études et détermination. Masson et Cie. Editeurs, 579 p. Paris.
- ROUTHIER, P. (1963) - Les Gisements Métallifères. Masson et Cie. Editeurs, 1282 p. Tomes I et II. Paris.
- SAD, J. H. G. (1972) - Complexos ultramáficos-alcalinos com carbonatitos do Brasil Meridional (com ênfase especial aos carbonatitos do Alto Paranaíba). GEOSOL, 61 p. Inédito. Belo Horizonte.
- SAD, J. H. G. & CHABAN, N. (1970) - Silico-carbonatitos e carbona-

- titos da região do Alto Paranaíba - MG. Congresso Brasileiro de Geologia. Bol. esp. nº 1, p. 16 - 18. Brasília.
- SAD, J. H. G. & TORRES, N. (1971) - Geologia e Recursos Minerais do complexo de Tapira-MG. GEOSOL/DNPM, 68 p. Inédito. Belo Horizonte.
- SAD, J. H. G. & TORRES, N. (1974) - Síntese da Geologia e Recursos Minerais do complexo de Salitre - MG. GEOSOL/DNPM, 63 p. Inédito. Belo Horizonte.
- SOUZA FILHO, J. G. C. (1974) - Prospecção de Urânio nas Chaminés Alcalinas de Serra Negra e Salitre-MG. Brasil. CNEN, 41 p. Rio de Janeiro.
- SOUZA, J. M. (1972) - Prospecção com bateia do Distrito de Dom Bosco - Minas Gerais. UFRJ, 40 p. Tese de Mestrado. Rio de Janeiro.

A N E X O S

TABELA II

ANÁLISE: ESPECTROGRÁFICA SEMIQUANTITATIVA DE ALGUNS CONCENTRADOS

NÚMERO DA AMOSTRA	Fe	Mg	Ca	Ti	Mn	Ag	Au	Bi	Ba	Co	Cr	Cu	La	Nb	Ni	Pb	Sc	Sr	V	Y	Zr
52	10	0,5	0,7	1	700	0,5	* 10	20	300	70	5000	70	300	50	70	100	15	150	150	100	300
76	7	1	1	1	1500	0,5	* 10	N	100	100	1500	10	300	30	150	N	5	300	50	30	200
116	7	1	0,05	1	1000	0,5	* 10	N	150	100	5000	15	20	50	70	15	10	N	70	15	300
121	10	0,5	0,7	1	1000	0,5	* 10	20	700	70	3000	30	300	50	70	20	10	500	150	70	500
136	10	0,3	0,5	1	1500	0,5	* 10	20	1500	100	3000	30	200	70	150	30	15	300	200	50	300

OBSERVAÇÃO: 1) Fe, Ca, Mg e Ti estão expressos em %, todos os outros elementos estão expressos em ppm.

2) \* - Interferência analítica

3) N - não detetado

TABELA III

RESULTADO DA IDENTIFICAÇÃO POR DIFRAÇÃO DE RAIOS-X DE CERTOS MINERAIS DUVIDOSOS

NÚMERO DA AMOSTRA	MINERAIS IDENTIFICADOS
14	Hematita
17	Anatásio
24	Anatásio
26	Ilmenita
50	Hematita
51	Charcoo metálico
71	Vermiculita
73	Anatásio, Ilmenita
74	Goethita, Ilmenita e Anatásio
75	Olivina
82	Ilmenita, Hematita
91	Olivina
97	Ilmenita, Anatásio, Grançailita
115	Perovskita
125	Ilmenita
132	Ilmenita
132	Clino - piroxênio

TABELA IV

ANÁLISE: QUÍMICA QUANTITATIVA DE MAGNETITA

Nº DA AMOSTRA	% Cr	% Ti
76	6,3	6,7
82	6,5	7,7



NÚMERO DA AMOSTRA	ANATÁSIO	ANDALUZITA	AMFIBÓLIOS	APATITA	CALCOPIRITA	CIANITA	CORINDON	CRANDALLITA	EPIDOTO	ESTAUROLITA	FRAGMENTOS DE ROCHA	GRANADA	HEMATITA	ILMENITA	LEUCOCRÔNIO	LEONITA	MAGNETITA	MALAQUITA	MONAZITA	OLEFINA	OURO	PEROVSKITA	PIRITA	PIRITA OXIDADA	PIROXÊNIOS	RUTÍLIO	SIDERITA	TITANITA	TURMALINA	VERMICULITA	XEROTIMA	ZIRCON	PESO DO CONCENTRADO (g)	PESO DA FRAÇÃO SUPERIOR A 2,9 (g)		
15	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	D	F	D	C	-	-	-	-	F	-	F	F	-	F	-	-	-	-	D	3,7	2,4		
16	C	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	F	-	C	F	E	C	-	-	-	-	F	-	F	-	F	-	F	-	-	-	-	D	13,0	2,4	
17	C	-	-	-	-	-	F	F	-	-	-	-	F	E	E	D	C	-	-	-	-	E	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	F	10,3	2,4	
18	D	-	-	-	-	-	-	F	-	-	D	-	-	F	F	D	C	-	-	-	-	E	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	F	2,1	2,4	
20	A	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	E	E	D	C	-	-	-	-	E	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	F	10,2	11,3	
21	D	-	-	-	-	F	-	-	-	D	-	-	-	C	E	D	D	-	-	-	-	D	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	D	9,9	2,4	
22	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	F	D	D	-	-	-	-	F	-	F	-	F	-	F	-	-	-	-	C	4,3	2,4	
23	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	D	D	D	F	-	-	-	-	F	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	F	2,1	2,4	
24	D	-	F	F	-	-	-	-	-	-	-	-	F	D	F	D	F	-	-	-	-	D	-	-	-	F	-	F	-	-	-	-	F	27,6	20,5	
25	E	-	-	-	-	-	F	F	-	-	-	-	E	B	F	E	E	-	F	F	C	-	-	-	F	-	F	-	-	-	-	-	F	12,3	2,4	
26	D	-	-	-	F	-	F	-	-	-	-	-	F	E	F	E	F	-	F	-	-	E	-	F	-	F	-	F	-	-	-	-	D	6,1	3,0	
27	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	C	F	E	C	-	-	-	-	E	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	D	6,0	2,4	
28	C	-	-	-	-	-	-	-	-	E	-	-	E	E	E	C	C	-	-	-	-	E	-	E	-	F	-	-	-	-	-	-	-	F	11,3	2,4
29	D	-	-	-	-	F	-	F	-	-	-	-	F	D	E	D	B	-	F	-	-	F	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	-	F	24,4	13,7
30	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	D	E	D	B	-	F	-	-	F	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	-	F	13,6	2,4
31	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E	C	F	E	C	-	F	-	-	D	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	-	D	4,2	2,4
32	D	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	E	E	F	F	D	-	F	-	-	D	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	-	D	4,9	2,4
33	C	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	F	C	E	E	D	-	F	-	-	D	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	-	F	6,6	2,4
34	D	-	-	-	-	-	F	F	-	-	-	-	C	F	F	C	-	-	-	-	-	E	-	F	-	E	-	-	-	-	-	-	-	D	5,1	2,4
35	D	-	-	-	F	-	-	-	-	F	-	-	F	D	D	D	C	-	-	-	-	E	-	F	-	F	-	-	-	-	-	-	-	E	3,9	3,0
36	D	-	-	-	-	-	-	-	-	D	-	-	F	F	D	C	-	-	-	-	-	F	-	D	-	F	-	-	-	-	-	-	-	F	15,0	13,5
37	C	-	-	-	-	-	-	-	-	F	-	-	D	E	C	C	-	-	-	-	-	E	-	D	-	F	-	-	-	-	-	-	-	F	13,3	11,1
38	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	C	D	-	-	-	-	-	E	-	C	-	F	-	-	-	-	-	-	-	F	24,3	10,1
39	E	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	D	C	F	E	C	-	F	-	-	-	E	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	E	53,0	36,0



NÚMERO DA AMOSTRA	ANATÁSIO	ANDALUZITA	ANFIBÓLIOS	APATITA	CALCOPIRITA	CIANITA	CORINDON	CRANDALLITA	EPIDOTO	ESTAUROLITA	FRAGMENTOS DE ROCHA	GRANADA	HEMATITA	ILMENITA	LEUCOXÊNIO	LIMONITA	LAGNETITA	MALAQUITA	MONAZITA	OLIVINA	OURO	PEROVSKITA	PIRITA	PIRITA OXIDADA	PIROXÊNIOS	RUTILO	SIDERITA	TITANITA	TURMALINA	VERMICULITA	XENOTIMA	ZINCO	PESO DO CONCENTRADO (g)	PESO DA FRAÇÃO SU- PERIOR A 2,9 (g)		
40	U																																			
41	U																																			
42	B																																			
43	B																																			
44	D																																			
45	D																																			
46	D																																			
47	C																																			
48	C																																			
49	E																																			
50	C																																			
51	C																																			
52	C																																			
53	E																																			
54	E																																			
55	E																																			
56	E																																			
57	D																																			
58	E																																			
59	E																																			
60	D																																			
61	C																																			
62	D																																			
63	C																																			
64	D																																			

NÚMERO DA MOSTRA	ANATÁSIO	ANDALUZITA	AUFIBÓLIOS	APATITA	CALCOPIRITA	CLANITA	CORINDON	GRANDALITA	EPIDOTO	ESTAUROLITA	FRAGMENTOS DE ROCHA	GRANADA	HEMATITA	ILMENITA	LEUCOCÉNIO	LEUCITA	MAGNETITA	KALAJUITA	KORAZITA	OLIVINA	OURO	PEROVSKITA	PIRITA	PIRITA OXIDADA	PIROXÊNIO S	RUETLO	STRENGITA	TITANITA	TURMALINA	VERDEGILITA	XANTOPHA	ZINCO	PESO DO CONCENTRADO (g)	PESO DA FRAÇÃO SULFUREADA A 2,9 (g)			
55	C																																	1,7	0,6		
56	D																																	2,3	0,3		
57	D																																	0,8	0,3		
58	D																																	2,1	0,2		
59	D																																	7,7	0,9		
70	D																																	14,3	10,6		
71	D																																	2,2	1,4		
72	F																																	0,9	7,2		
73	D																																	110,6	10,7		
74	E																																	26,4	23,4		
75	F																																	67,9	65,0		
76	F																																		233,4	22,0	
77	E																																		24,7	11,4	
78	D																																		20,1	1,9	
79	E																																		77,0	1,1	
80	E																																		60,9	60,5	
81	F																																		374,4	310,5	
82	E																																		27,1	21,3	
83	E																																		47,7	33,7	
84	E																																		6,7	3,2	
85	D																																		10,5	14,2	
86	D																																		19,2	0,0	
87	E																																		14,6	0,1	
88	D																																		9,0	0,0	
89	E																																			24,6	24,0

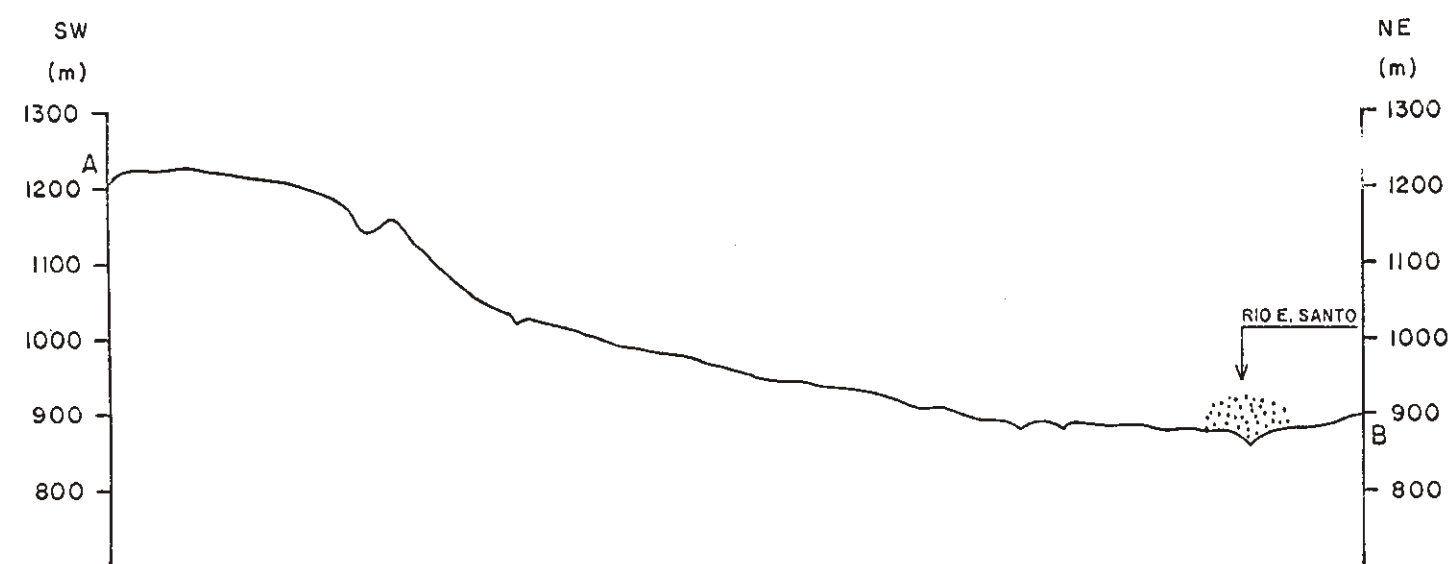
NÚMERO DA AMOSTRA	ANATÁSIO	ANDAUZITA	AMFIBÓLIOS	APATITA	CALCOPIRITA	CIANITA	CORINDON	GRANDALLITA	EPIDOTO	ESTAUROLITA	FRAGMENTOS DE ROCHA	GRANADA	HEMATITA	ILMENITA	LEUCOXÊNIO	LIMONITA	MAGNETITA	MALAQUITA	MONAZITA	OLIVINA	OSURO	PEROVSKITA	PIRITA	PIRITA OXIDADA	PIROXÊNIOS	RUTILIO	SIDERITA	PIRANITA	TURMALINA	VERMICULITA	ASBESTO	ZINCO	PESO DO CONCENTRADO (g)	PESO DA FRAÇÃO SUPERIOR A 2,9 (g)			
90																																					
91																																					
92																																					
93																																					
94																																					
95																																					
96																																					
97																																					
98																																					
99																																					
100																																					
101																																					
102																																					
103																																					
104																																					
105																																					
106																																					
107																																					
108																																					
109																																					
110																																					
111																																					
112																																					
113																																					
114																																					

NÚMERO DA AMOSTRA	ANATÁSIO	ARDAUZITA	ANFIBÓLICO	APATITA	CALCOPIRITA	CIANITA	CORINDON	CRANDALLITA	EPIDOTO	ESTAUROLITA	FRAGMENTOS DE ROCHA	GRANADA	HNACITA	ILMENITA	LEUCOCÔNIO	LEMONITA	MAGNETITA	MALACITA	MONAZITA	OLIVINA	OURO	FERROSKITA	PIRITA	PIRITA OXIDADA	PIROXÊNIO	RUFILO	SIDERITA	TEPARIANA	TURMALINA	VERMICULITA	KLORITA	ZIRCON	PESSO DO CO. CEVITHADO (g)	PESSO DA FRAÇÃO SU- PERIOR A 2,9 (g)
115	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	59,0	1,0
116	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	18,2	13,0
117	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	17,2	1,0
118	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	1,0	1,0
119	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	21,6	10,0
120	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	7,1	1,0
121	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	11,3	1,0
122	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	C	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	15,1	1,0
123	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	C	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	50,2	1,0
124	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	17,1	10,0
125	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	202,0	17,0
126	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	B	I	I	I	I	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	70,5	63,0
127	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	3,0	3,0
128	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	370,0	21,0
129	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	10,1	1,0
130	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	B	I	I	I	I	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	28,0	17,0
131	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	C	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	11,7	10,1
132	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	B	I	I	I	I	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	173,1	203,1
133	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	47,0	41,0
134	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	10,0	1,0
135	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	B	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	272,0	201,0
136	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	6,7	1,0
137	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	15,0	1,0
138	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	I	I	B	I	I	I	I	I	B	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	11,0	1,0

Cont. tabela V

CONVENÇÃO:	75	-	100	%	-	A
	50	-	75	%	-	B
	25	-	50	%	-	C
	5	-	25	%	-	D
	1	-	5	%	-	E
	<		1	%	-	F
		-				(mineral ausente)

### PERFIL TOPOGRÁFICO A-B



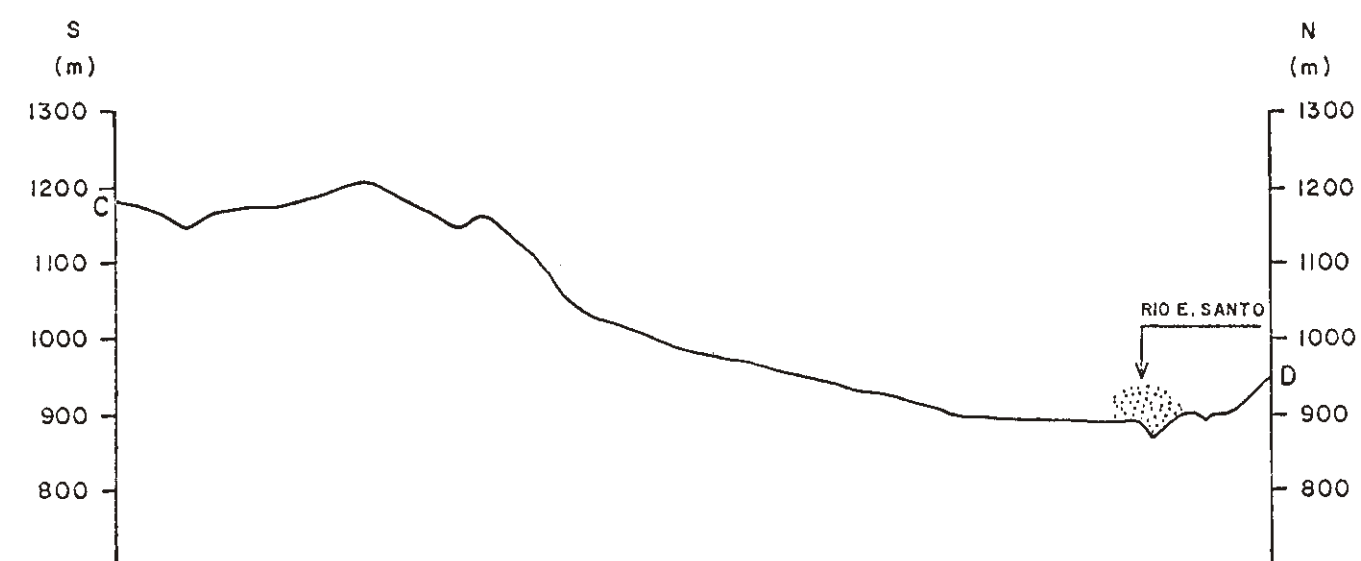
### CONVENÇÃO

 ZONA DE MAIOR CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS PESADOS.

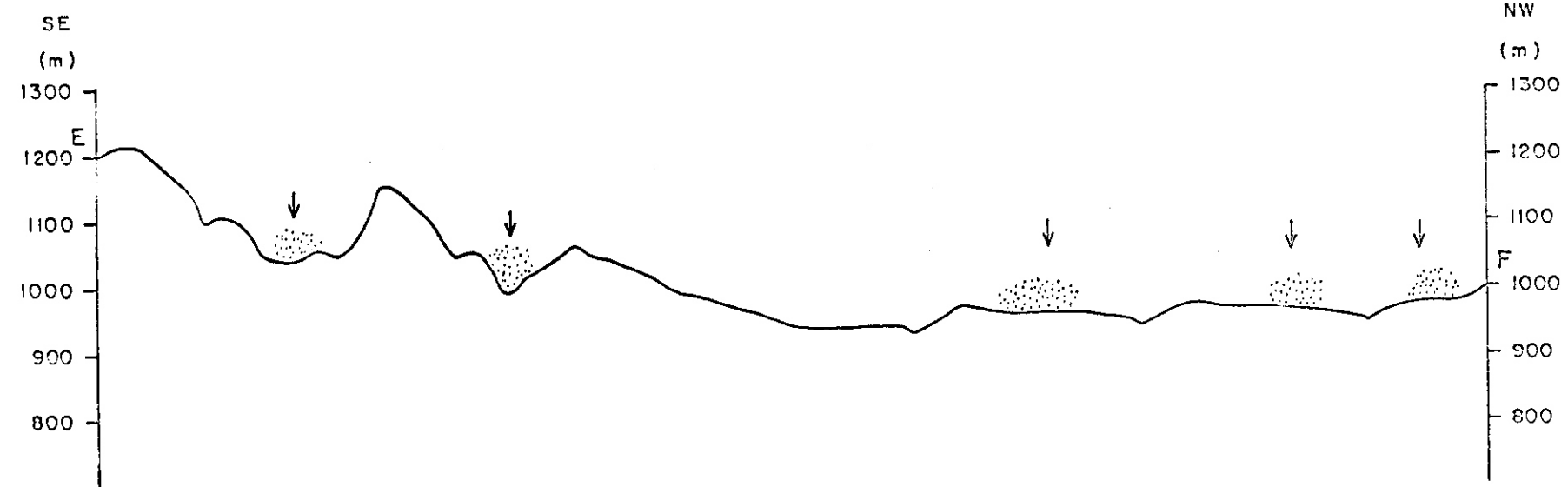
### ESCALAS

Horizontal: 1:50.000  
Vertical: 1:10.000


### PERFIL TOPOGRÁFICO C-D



### PERFIL TOPOGRÁFICO E-F



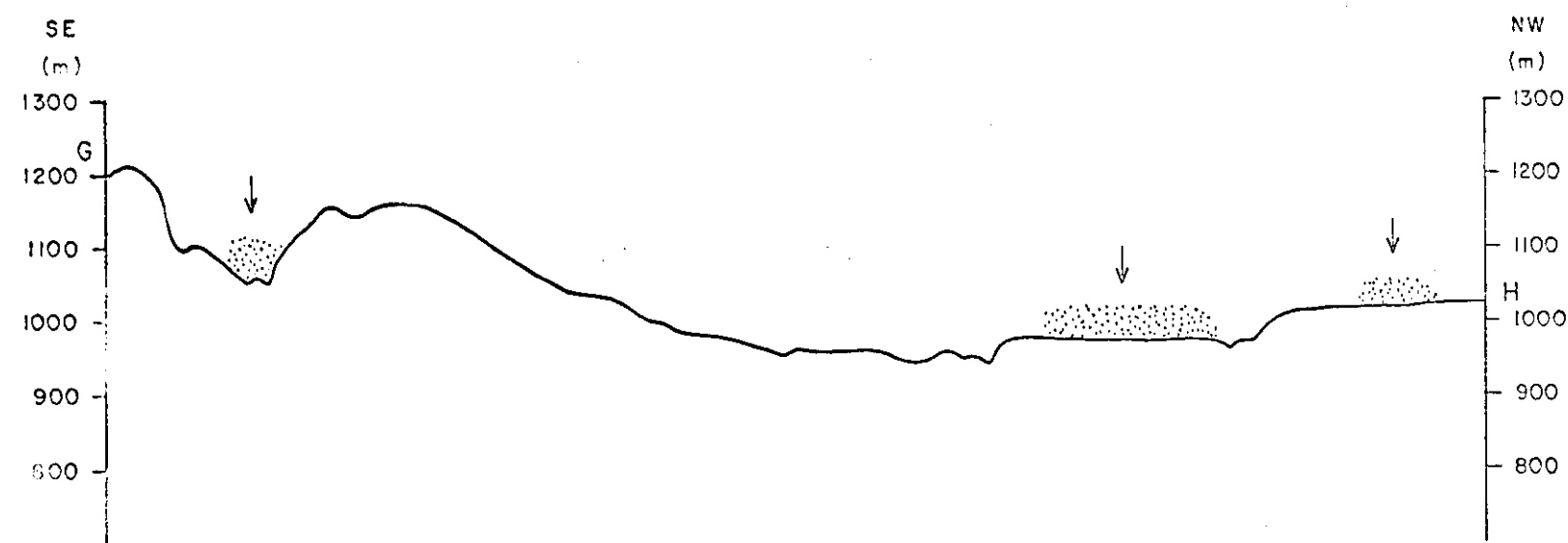
### CONVENÇÃO

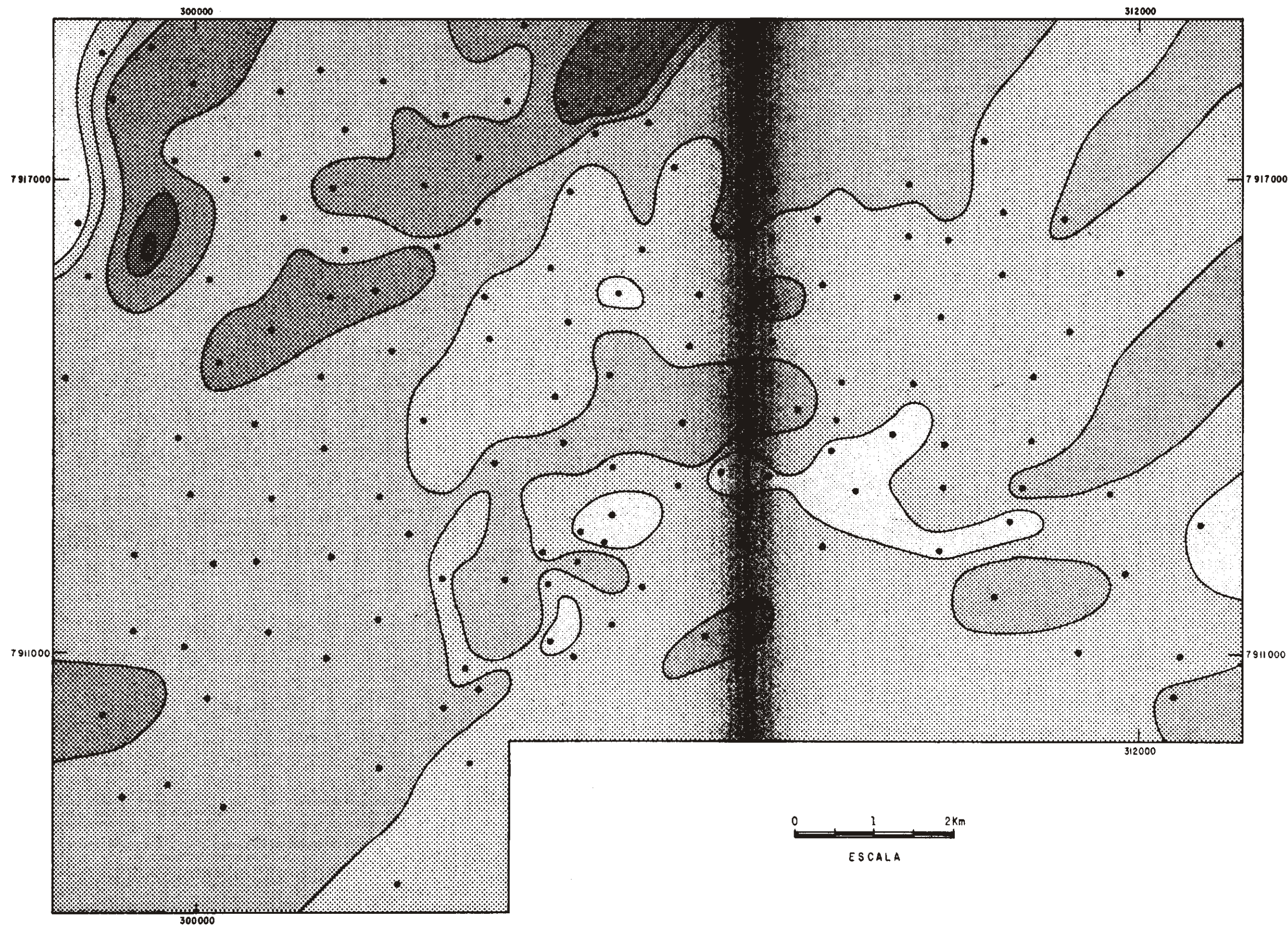
 ZONA DE MAIOR CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS PESADOS.

### ESCALAS

Horizontal: 1:50.000  
Vertical: 1:10.000







### PERFIL TOPOGRÁFICO G-H



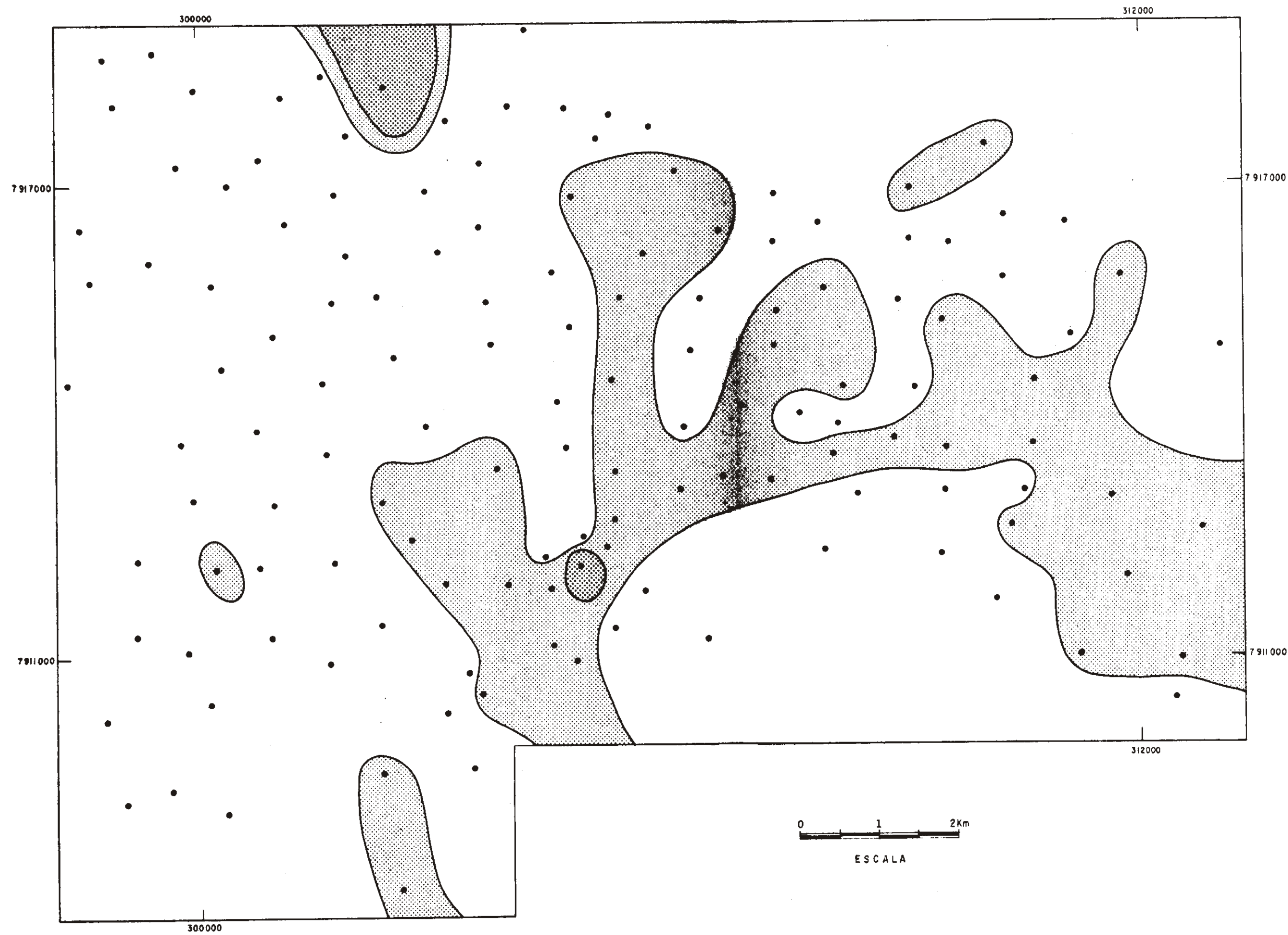


MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DO ANATÁSIO

LEGENDA




	75 - 100 %
	50 - 75 %
	25 - 50 %
	5 - 25 %
	1 - 5 %
	< 1 %

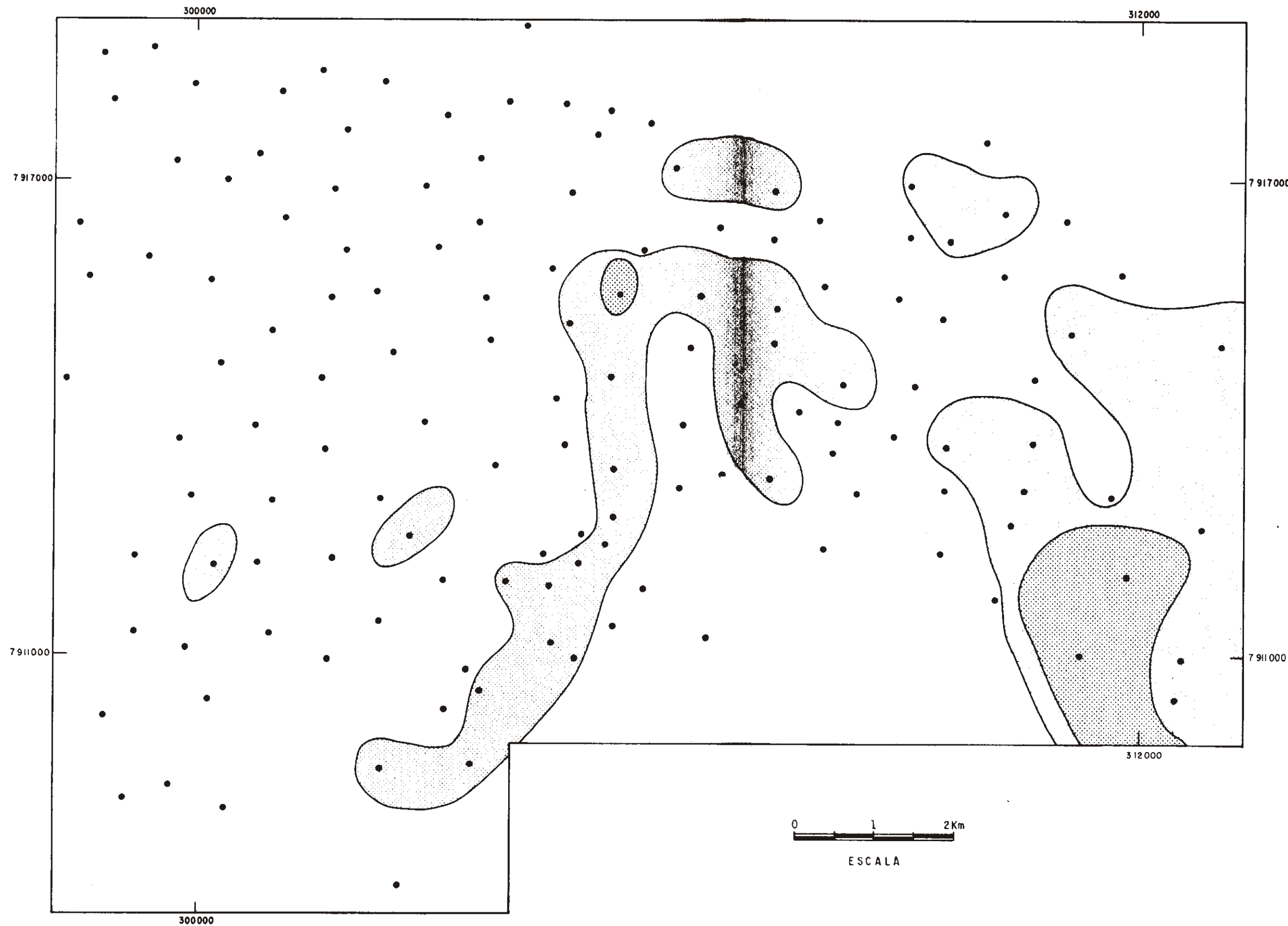




MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS ANFIBÓLIOS




LEGENDA

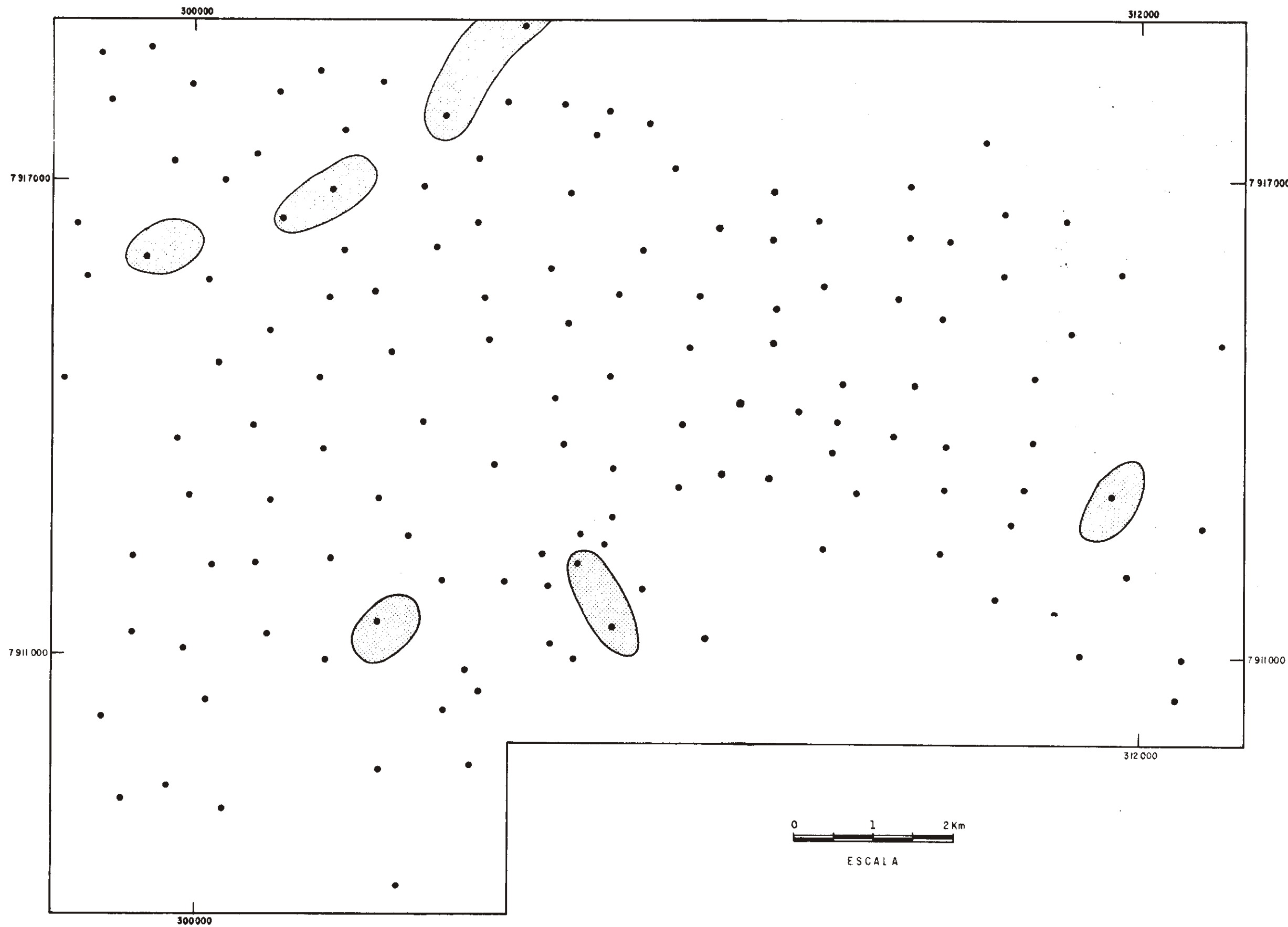
-  1 - 5%
-  < 1%
-  AUSENTE



MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA APATITA



LEGENDA

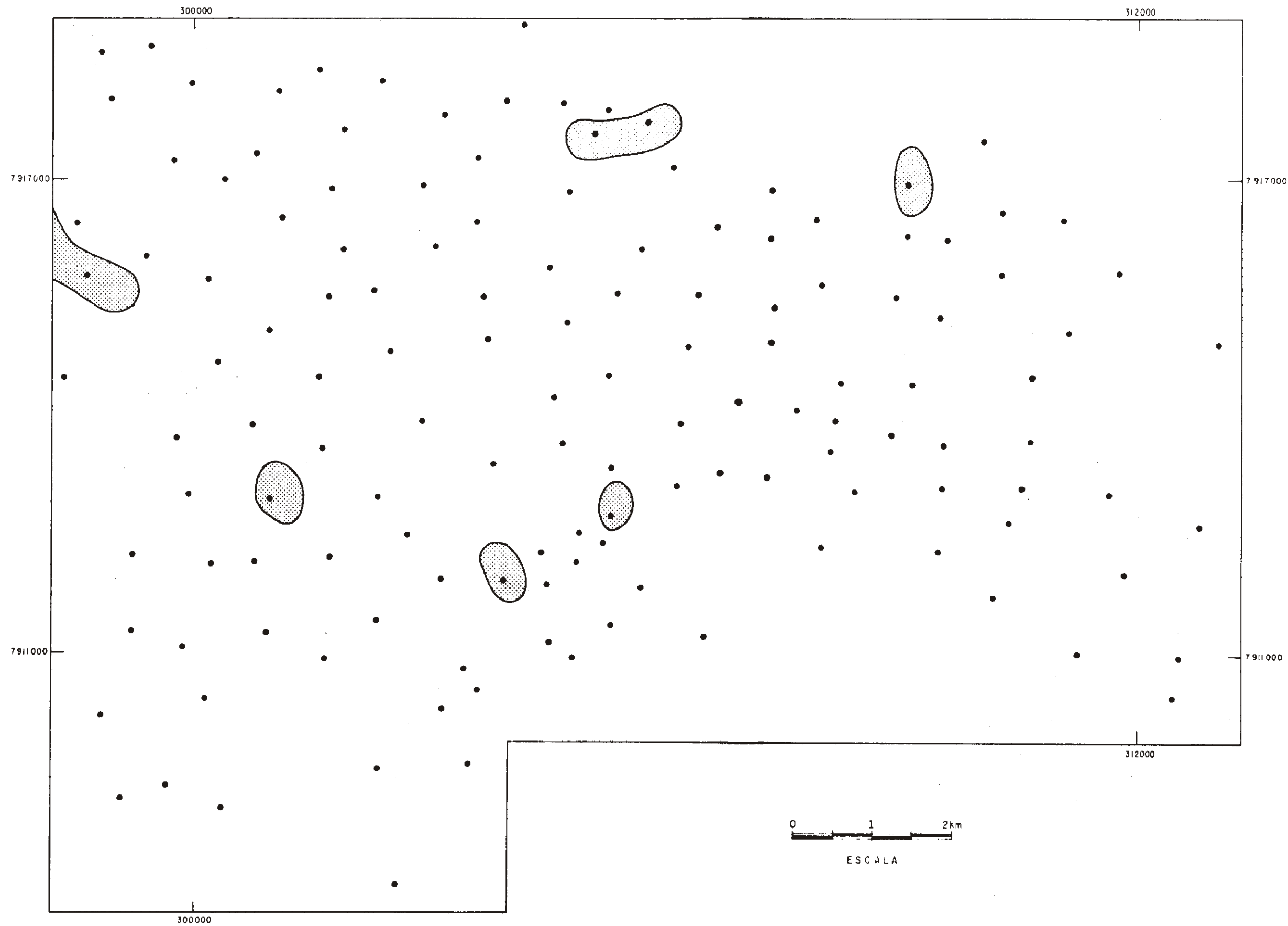
-  1 - 5%
-  < 1%
-  AUSENTE



### MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA CALCOPIRITA



#### LEGENDA

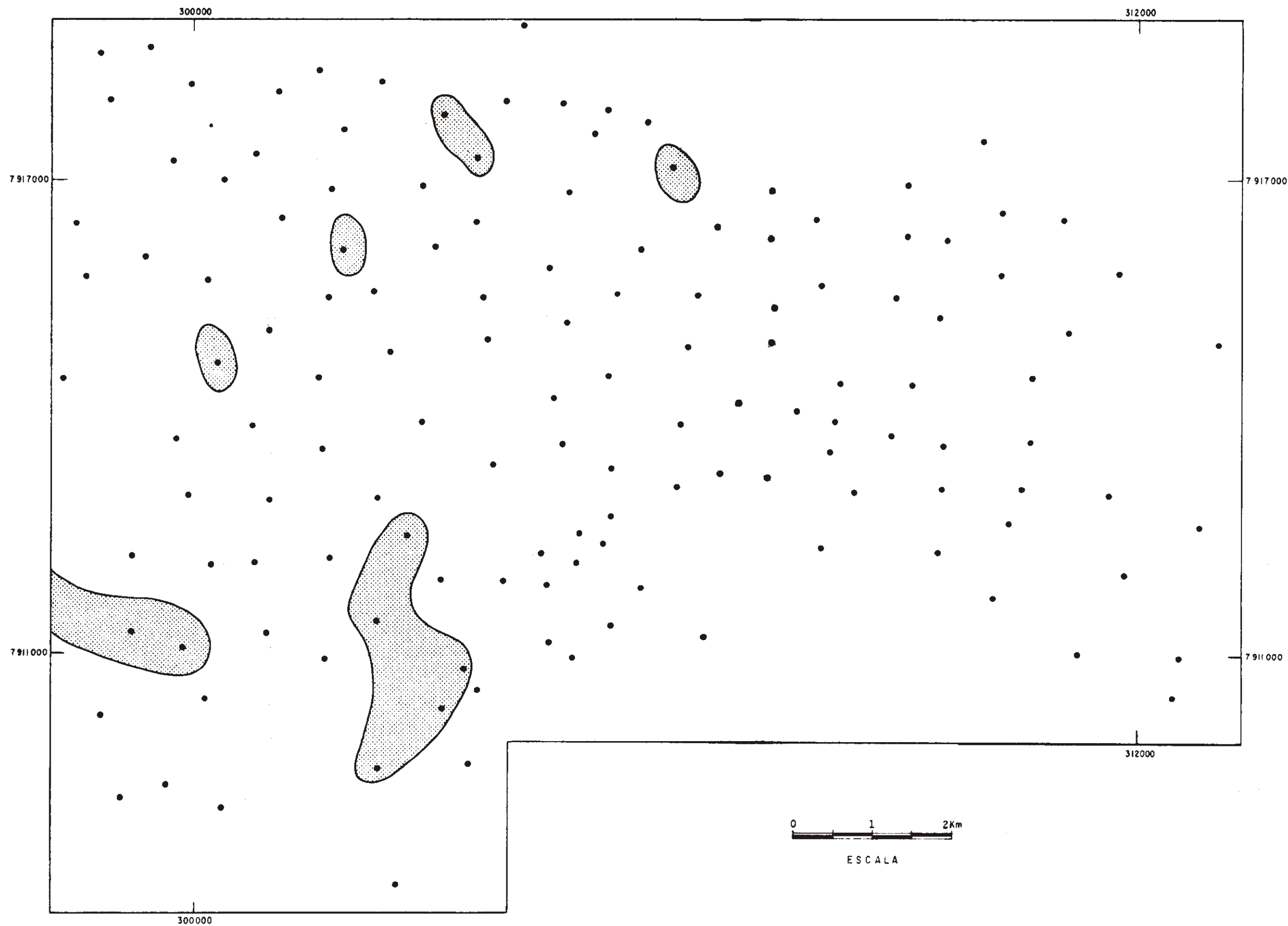
-  < 1%
-  AUSENTE



MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA CIANITA



LEGENDA

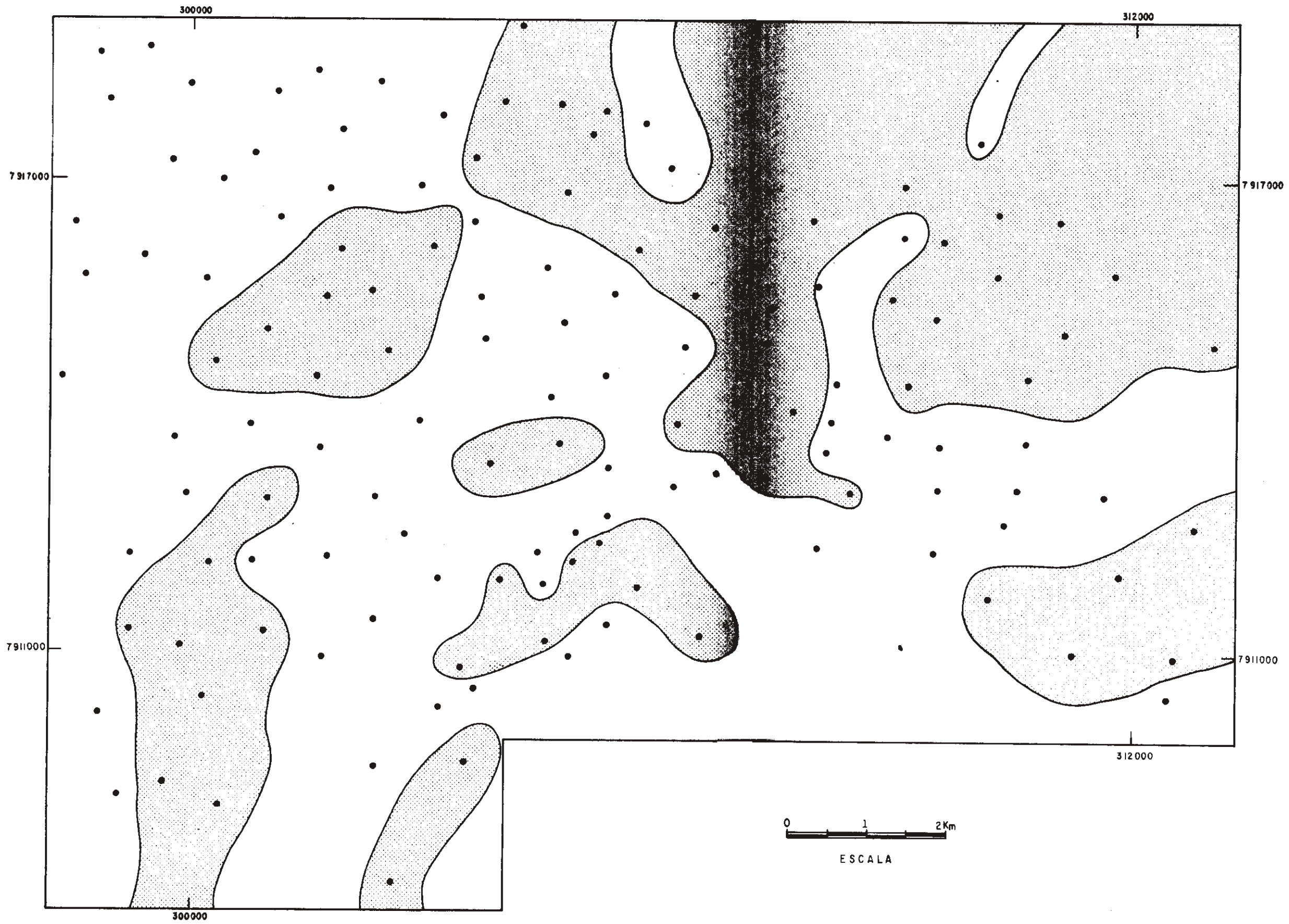
-  < 1%
-  AUSENTE



MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DO CORINDON



LEGENDA

-  < 1%
-  AUSENTE

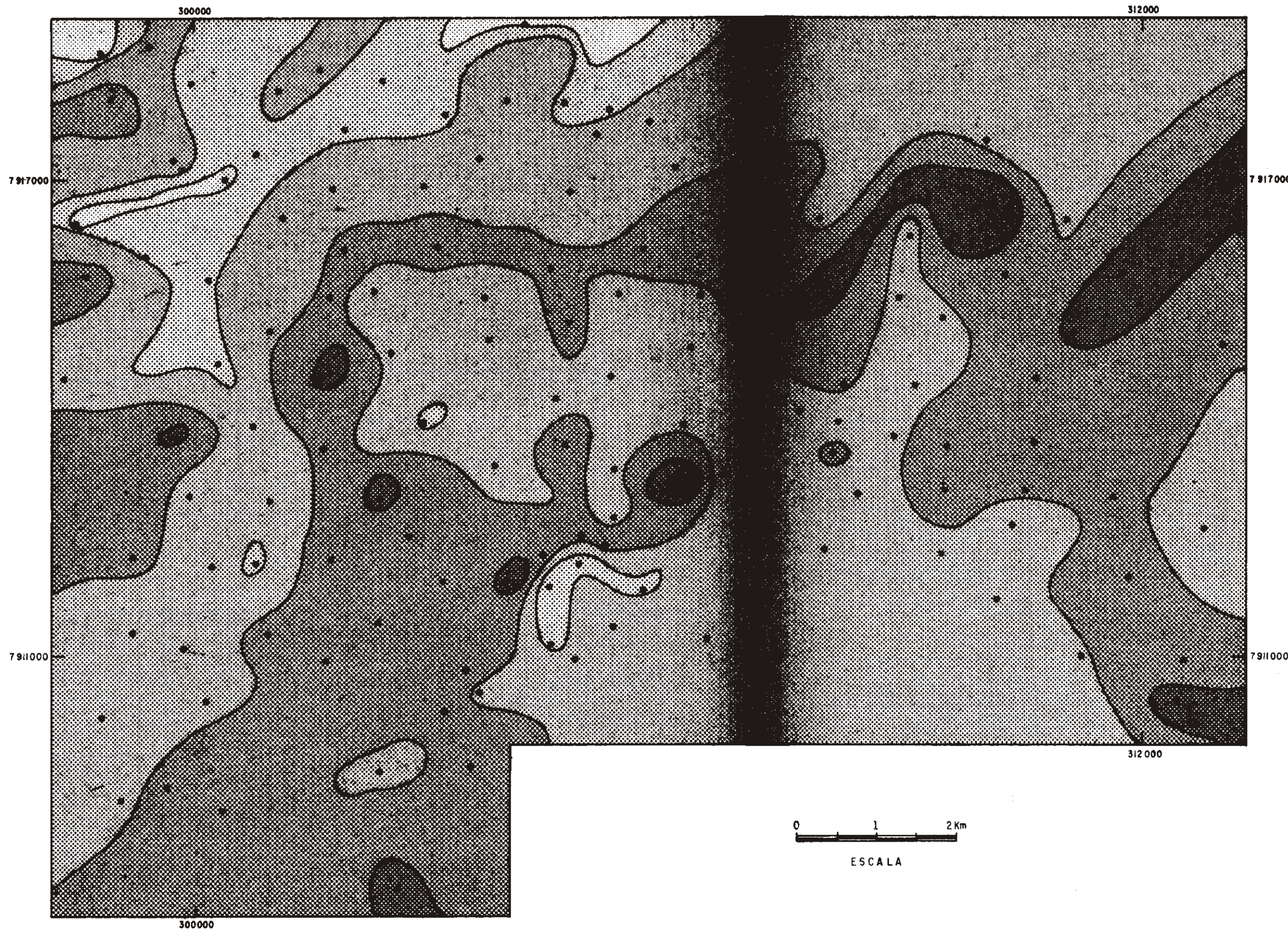


MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA CRANDALLITA

LEGENDA







-  < 1%
-  AUSENTE

0 1 2 Km  
ESCALA

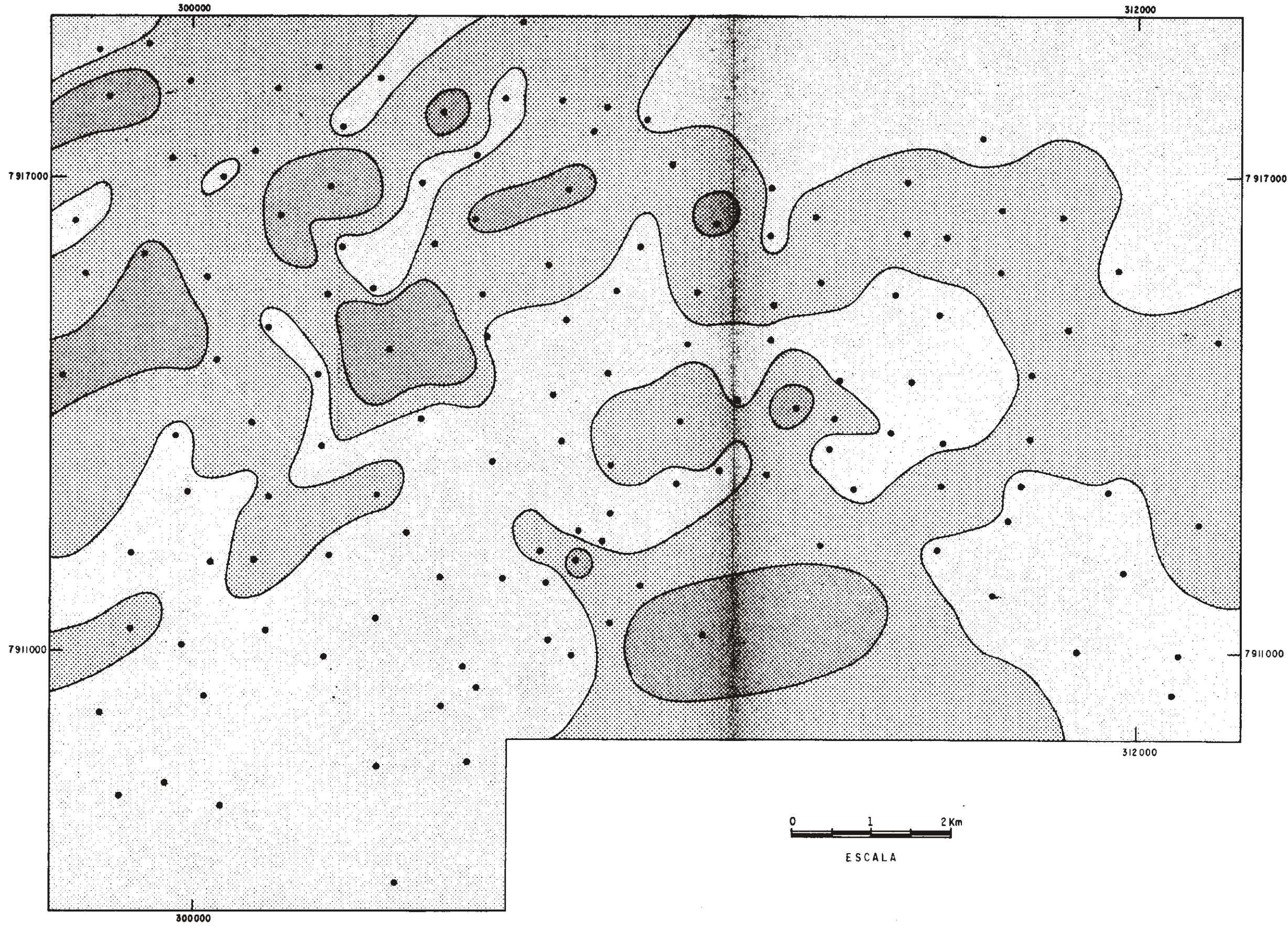


MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA ILMENITA

LEGENDA




	75 - 100 %
	50 - 75 %
	25 - 50 %
	5 - 25 %
	1 - 5 %
	< 1 %

0 1 2 Km  
ESCALA

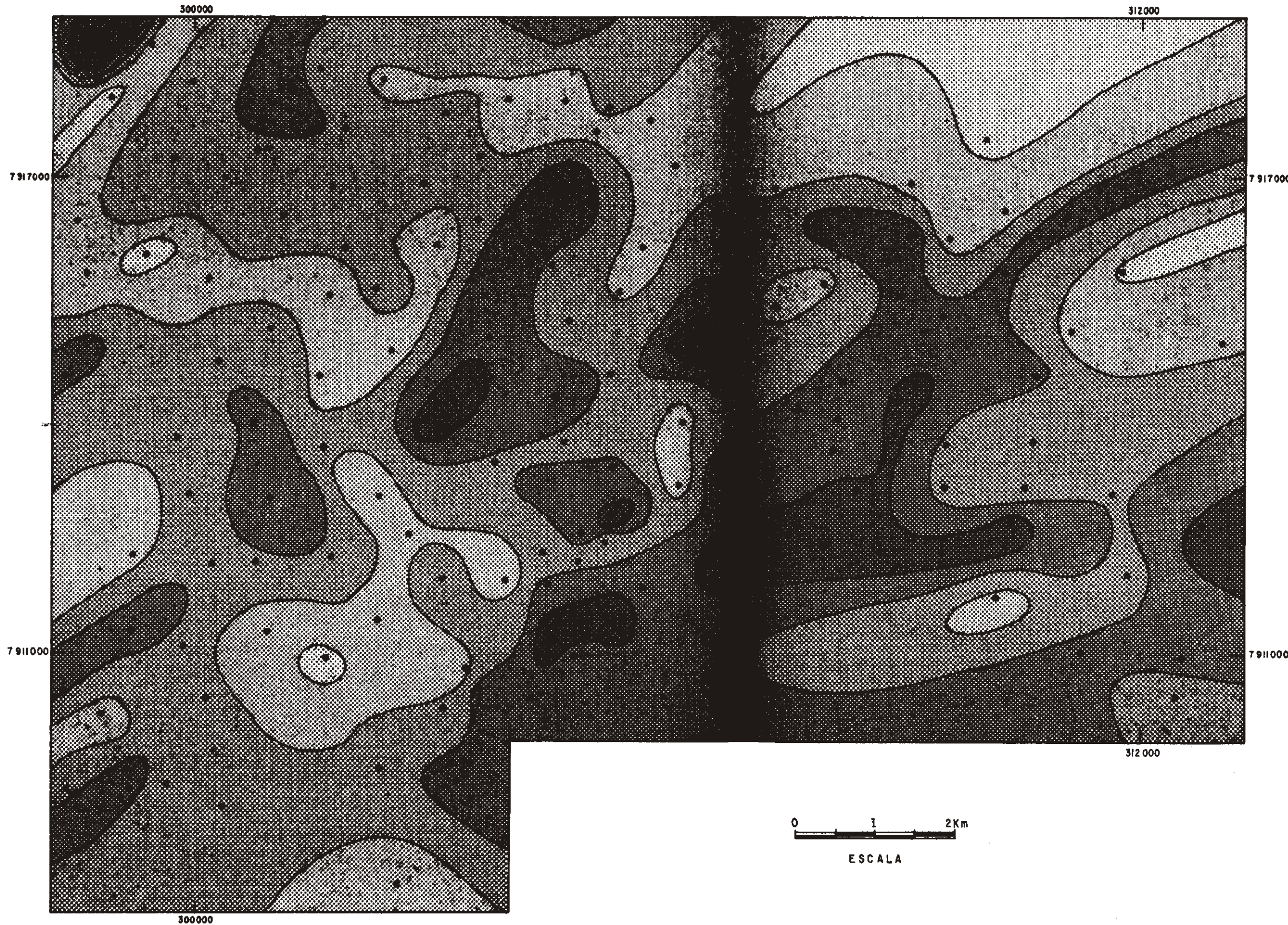


MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DO LEUCOXÊNIO

LEGENDA

-  5 - 25 %
-  1 - 5 %
-  < 1 %



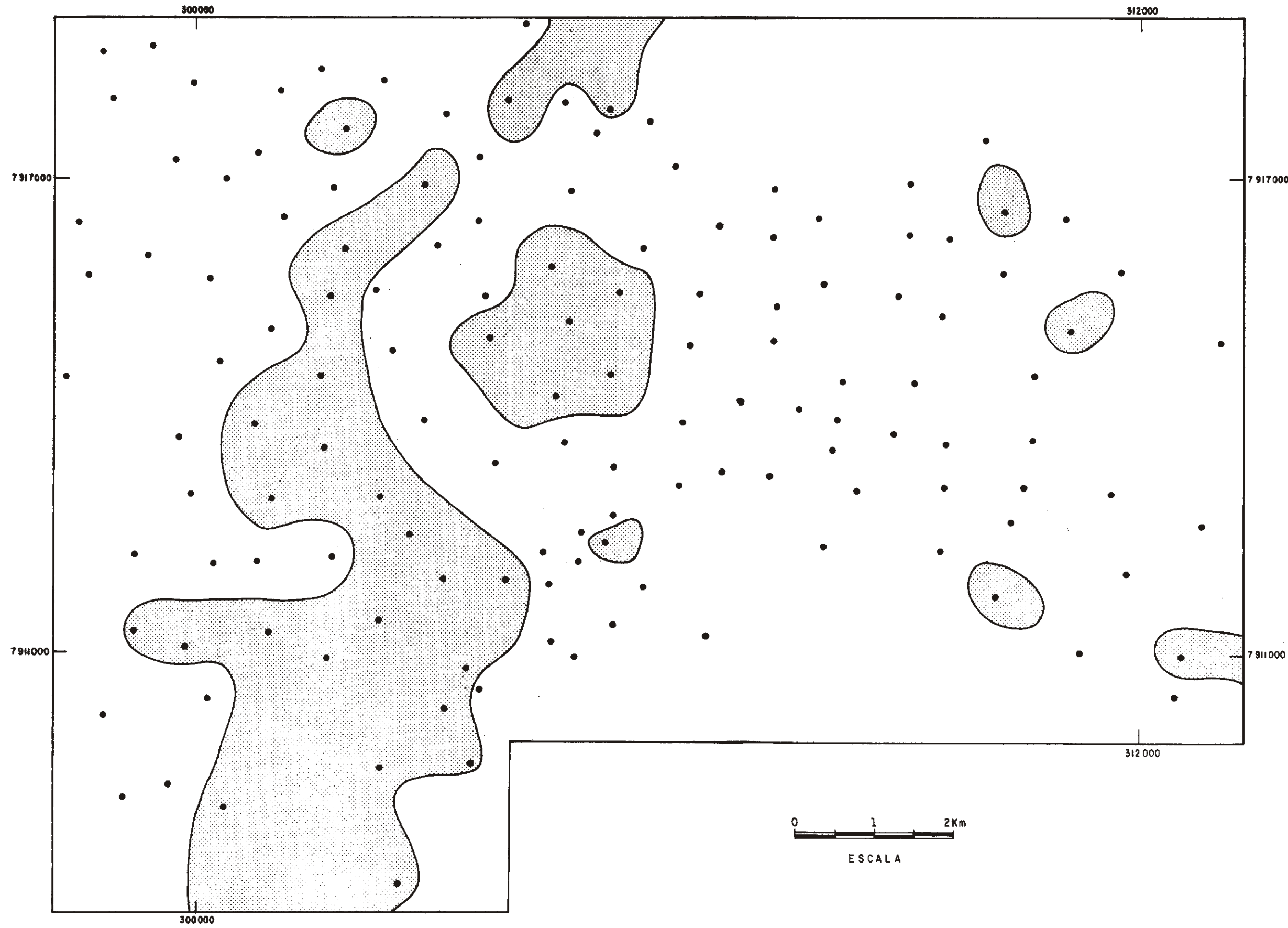


MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA MAGNETITA

LEGENDA



- 75 - 100 %
- 50 - 75 %
- 25 - 50 %
- 5 - 25 %
- 1 - 5 %

0 1 2Km  
ESCALA

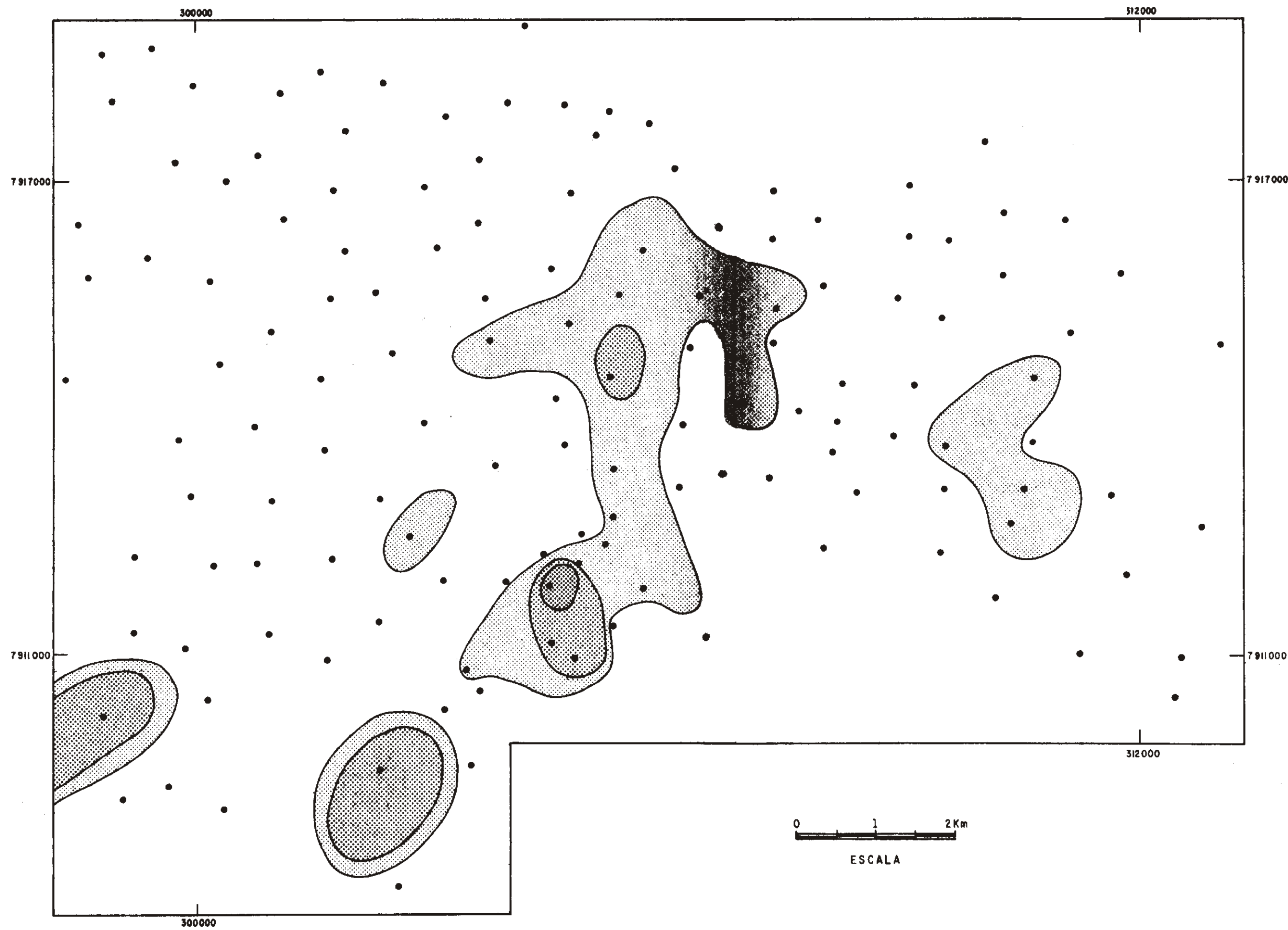


MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA MONAZITA

LEGENDA





-  < 1%
-  AUSENTE

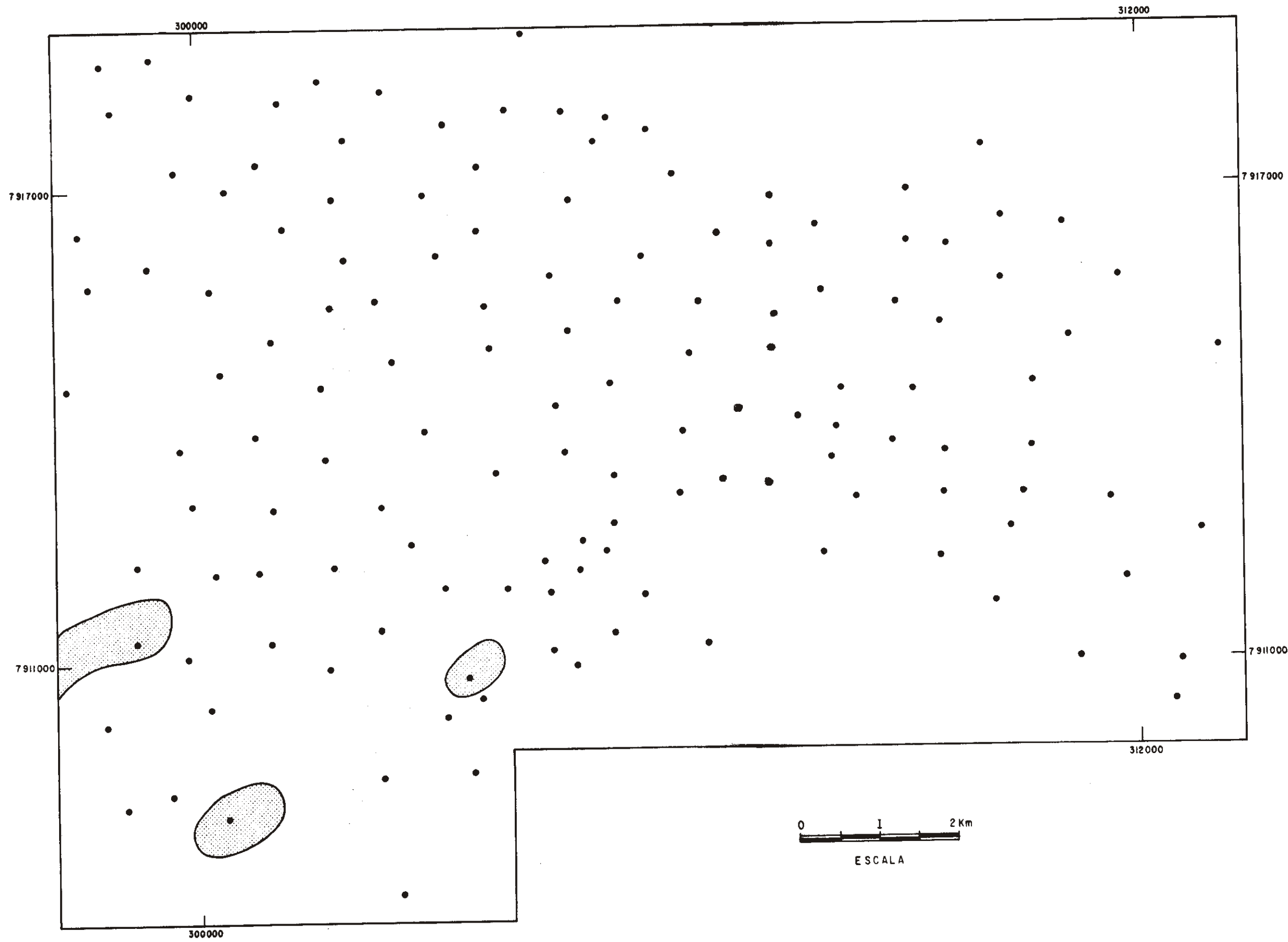
0 1 2Km  
ESCALA



MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA OLIVINA

LEGENDA

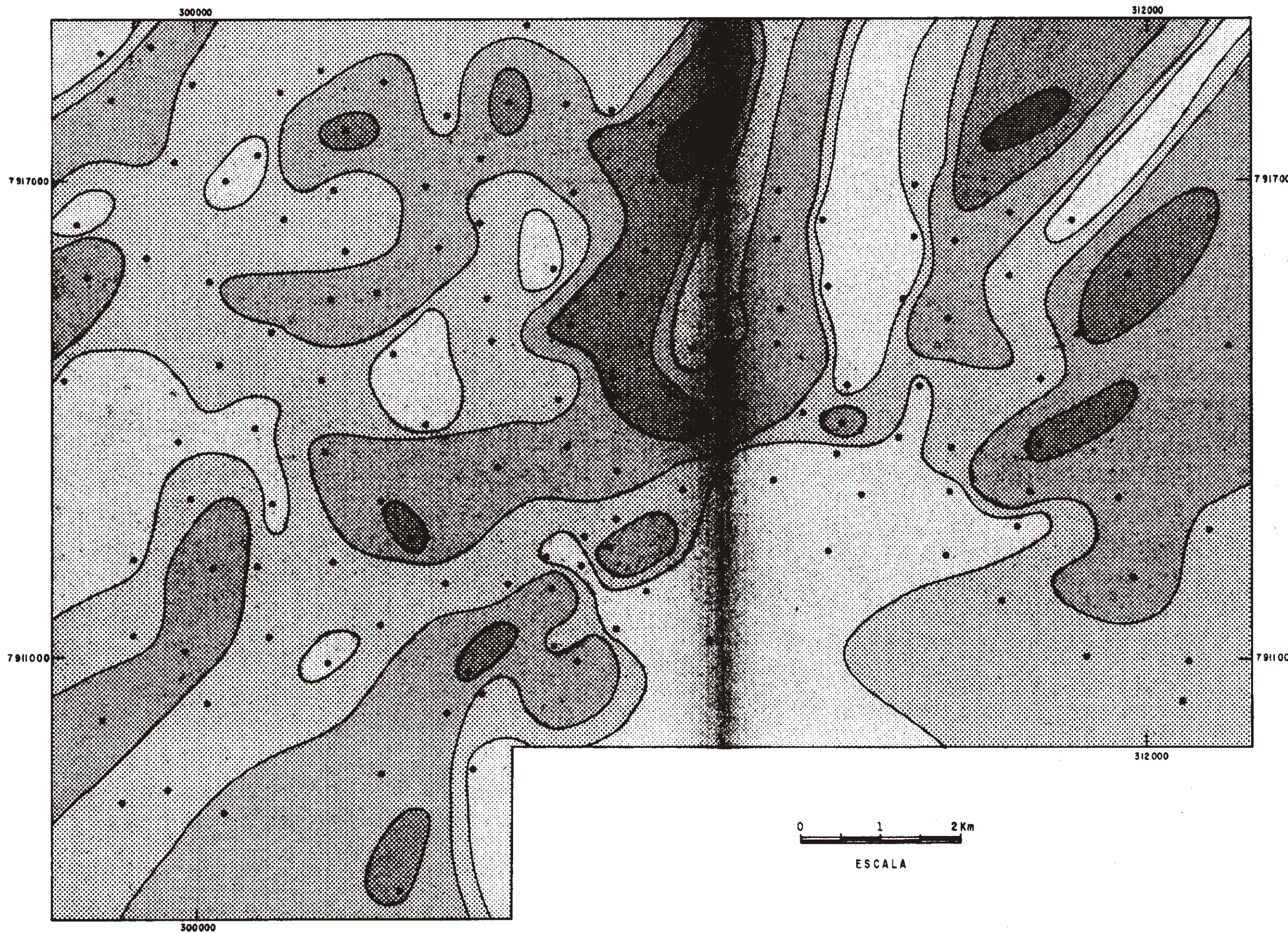
-  5 — 25 %
-  1 — 5 %
-  < 1 %
-  AUSENTE



MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DO OURO

LEGENDA

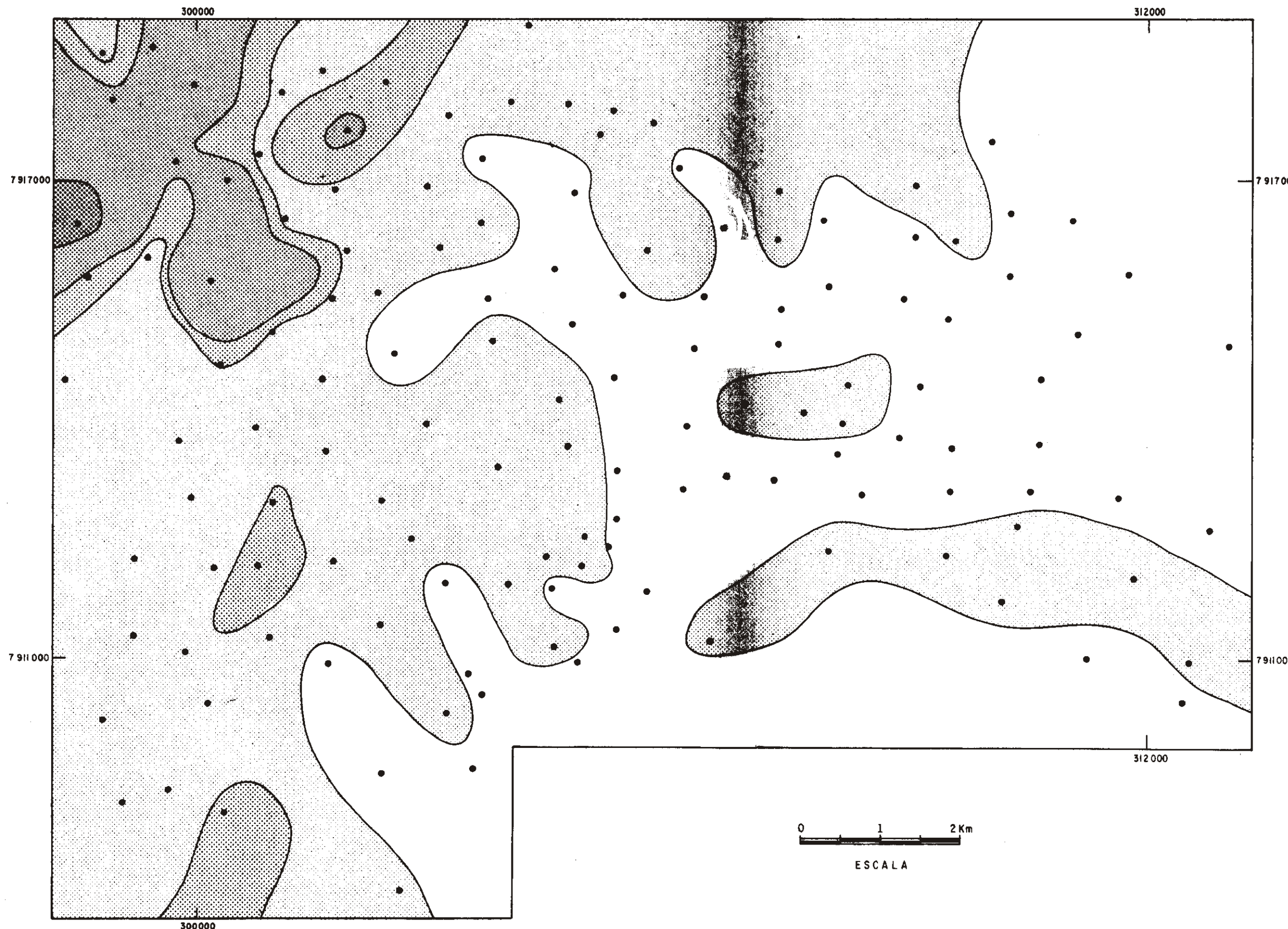
-  < 1%
-  AUSENTE



MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA PEROVSKITA






LEGENDA

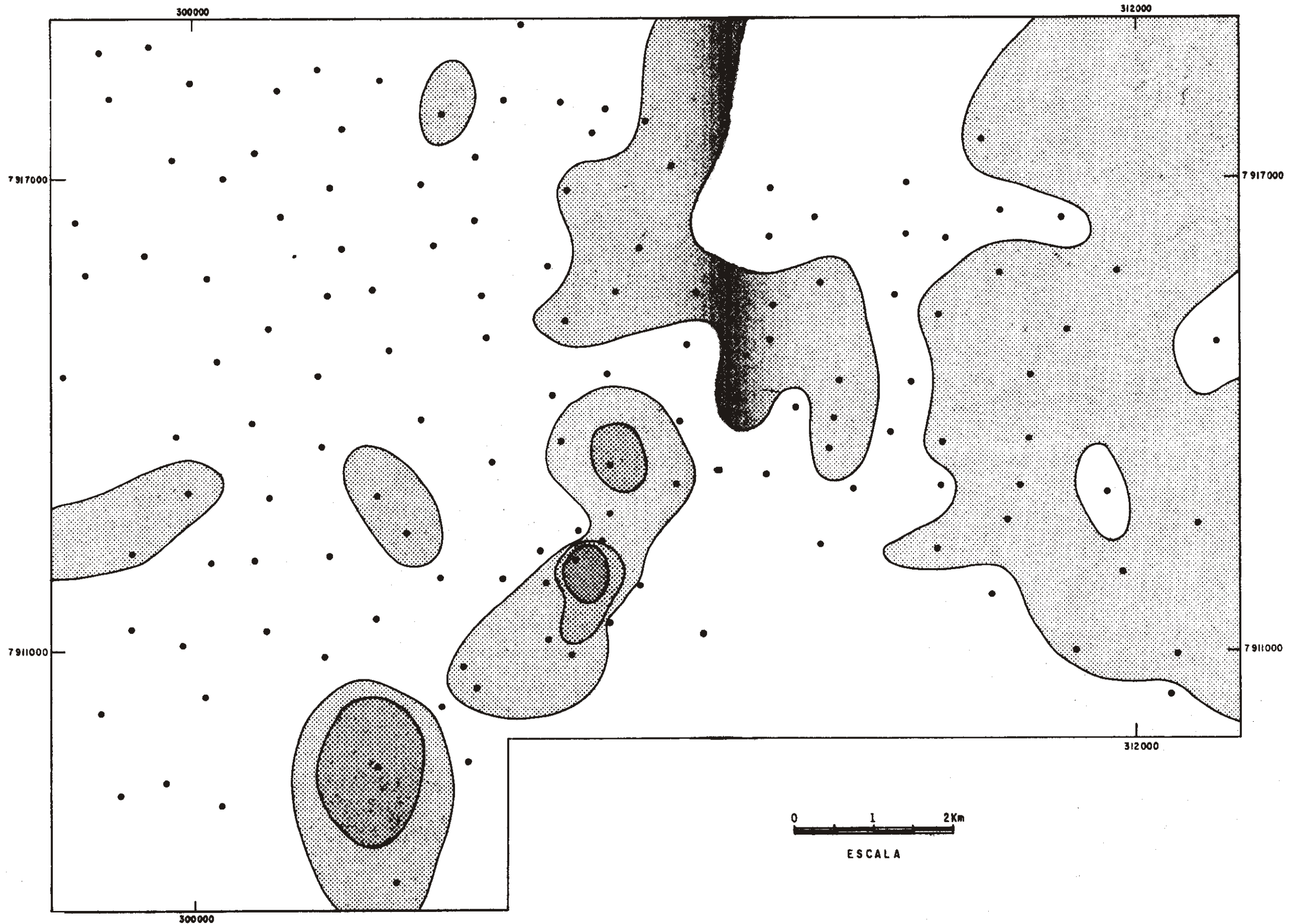
- 50 - 75 %
- 25 - 50 %
- 5 - 25 %
- 1 - 5 %
- < 1 %



MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA PIRITA OXIDADA





LEGENDA

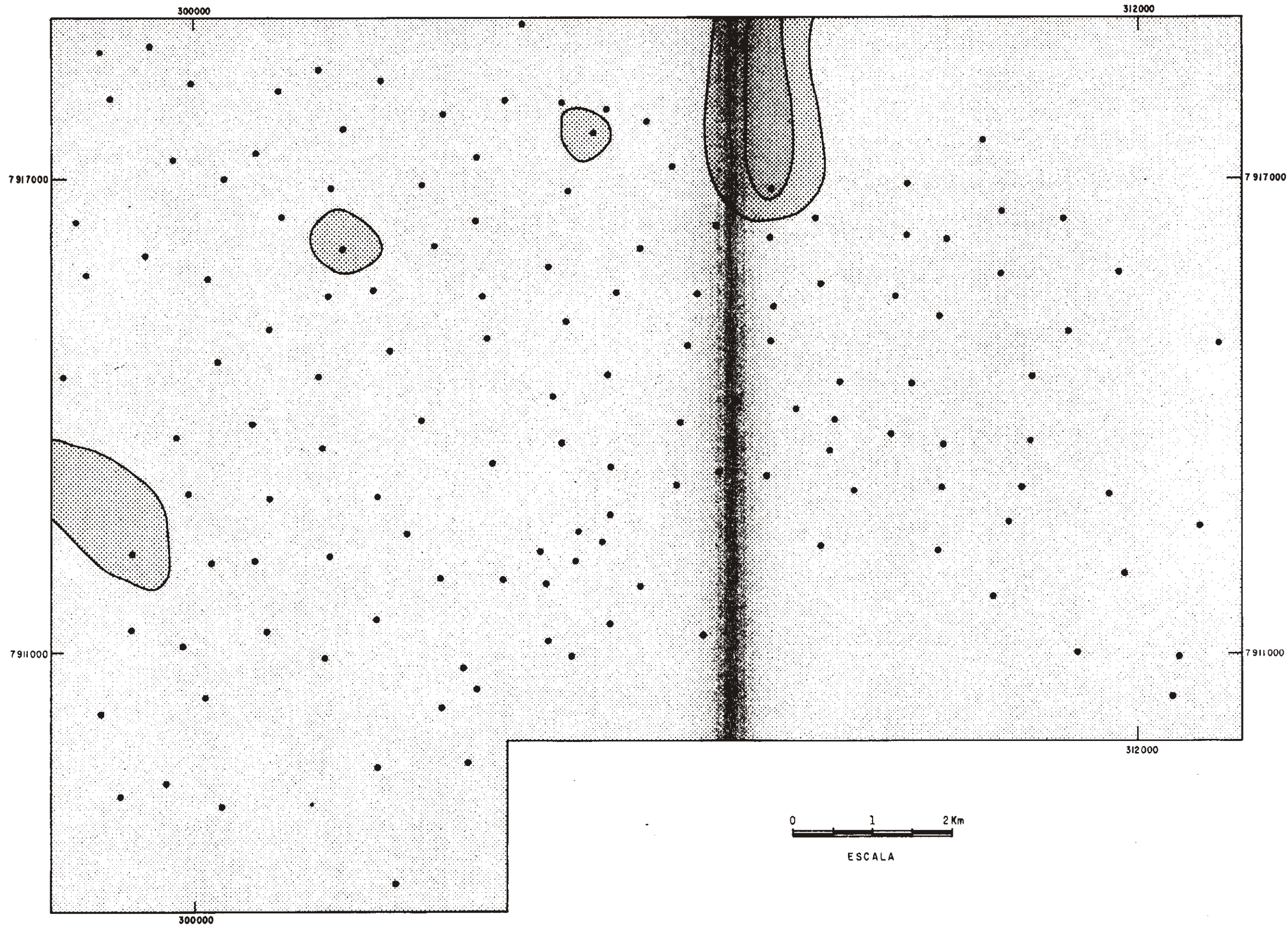
-  25 - 50 %
-  5 - 25 %
-  1 - 5 %
-  < 1 %
-  AUSENTE



MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS PIROXÊNIOS


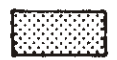

LEGENDA

-  5 - 25 %
-  1 - 5 %
-  < 1 %
-  AUSENTE

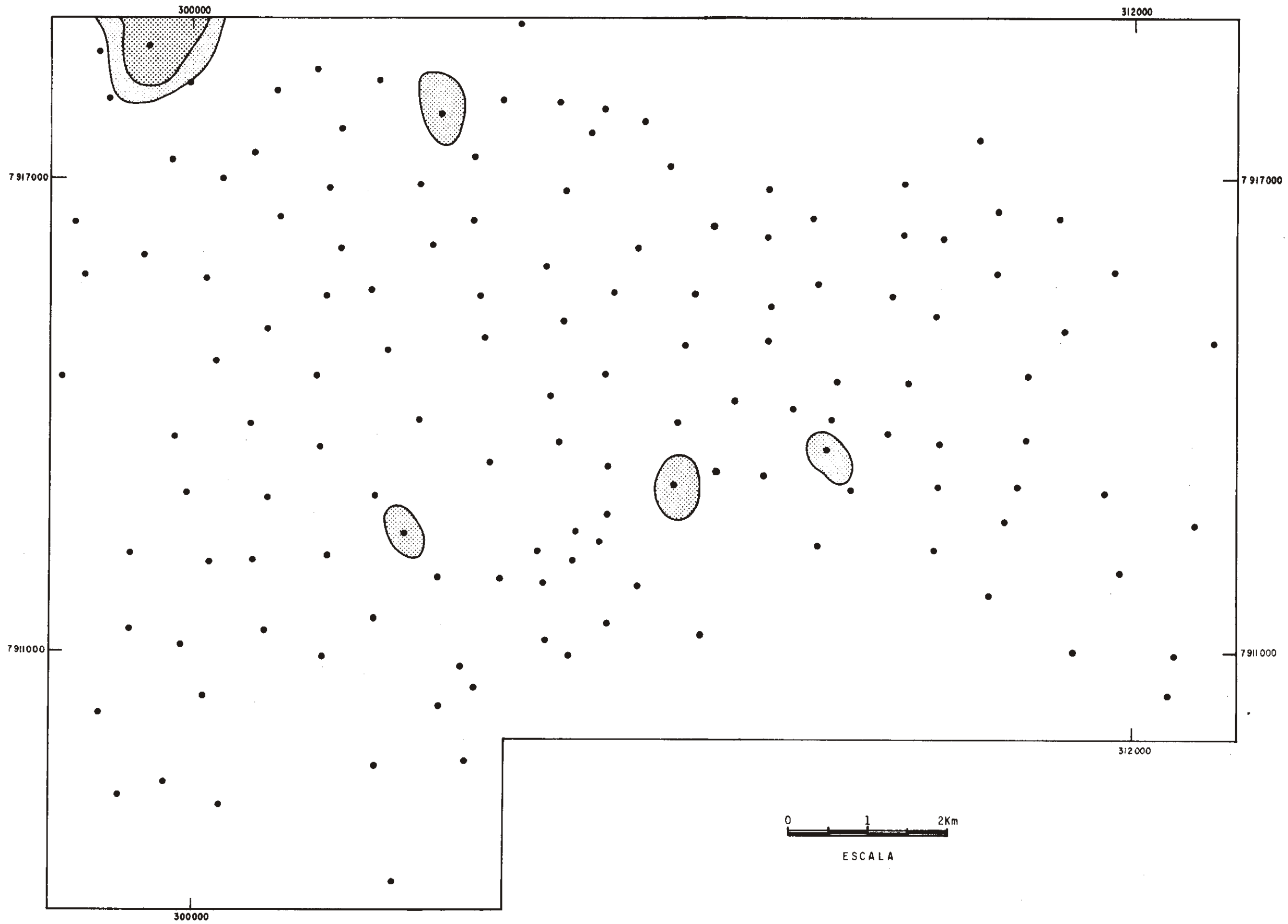


MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DO RUTILO

LEGENDA



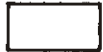
-  5 - 25 %
-  1 - 5 %
-  < 1 %

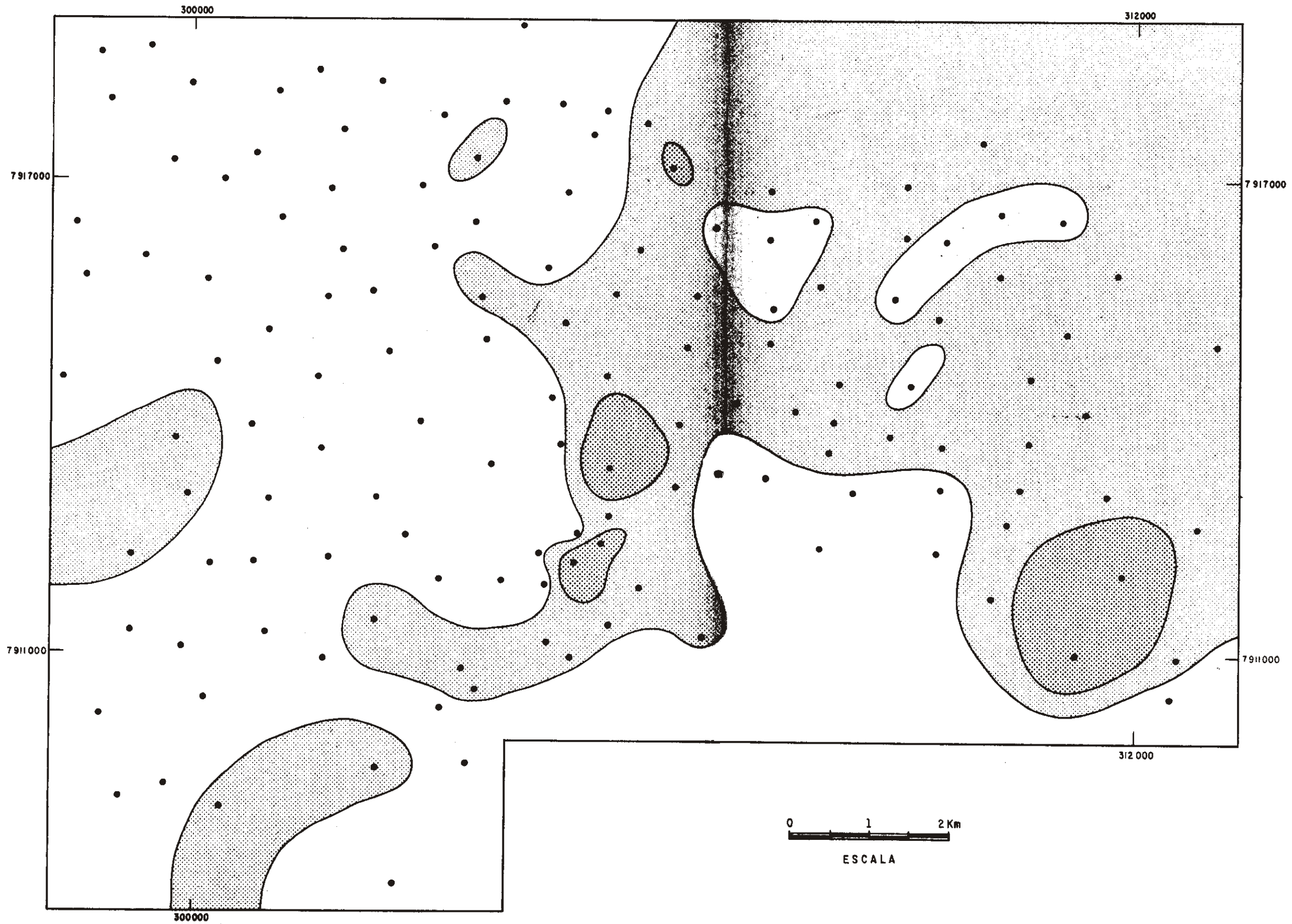




MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA SIDERITA




LEGENDA

-  1 - 5%
-  < 1%
-  AUSENTE

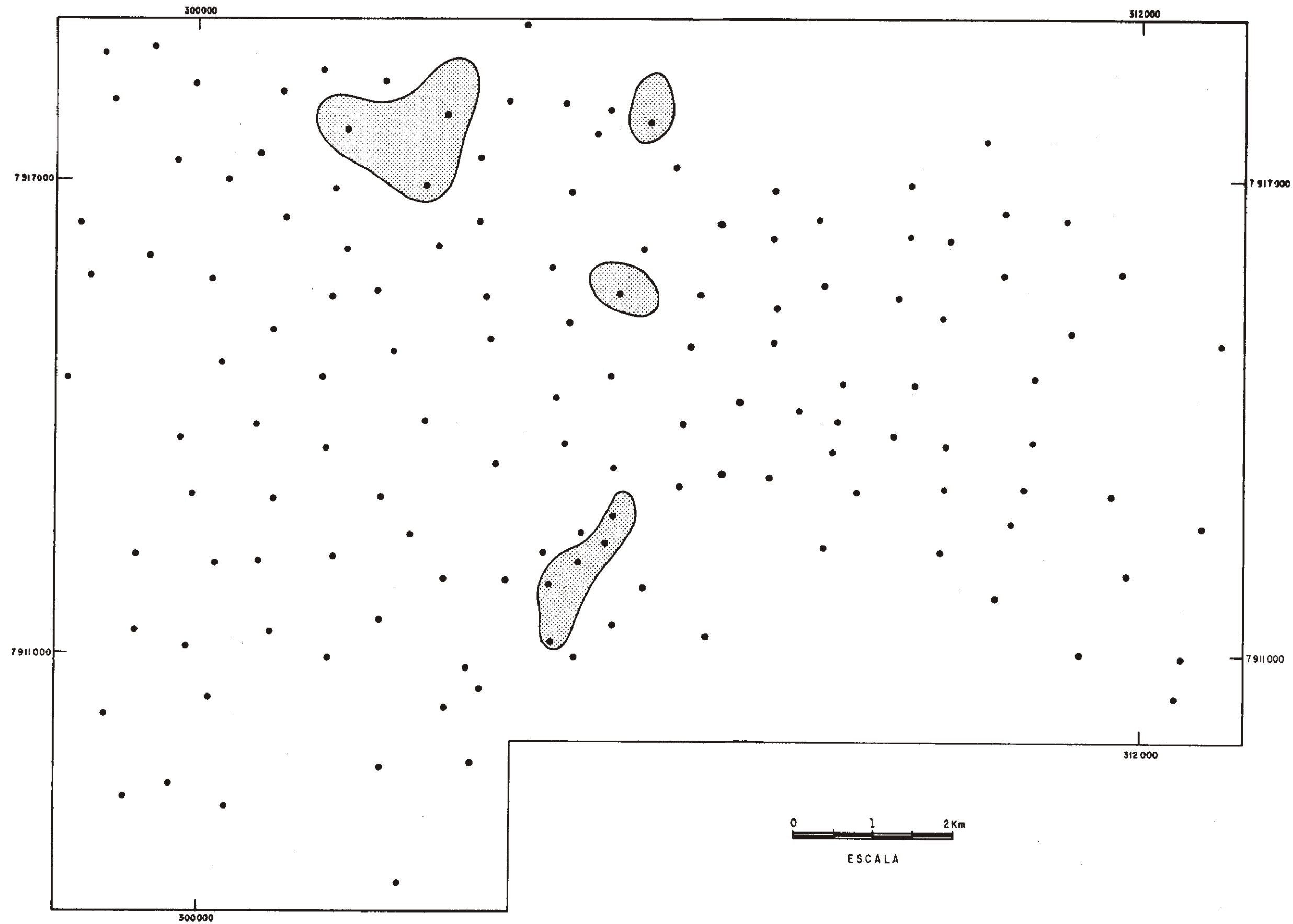


MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA TITANITA

LEGENDA



-  1 - 5%
-  < 1%
-  AUSENTE

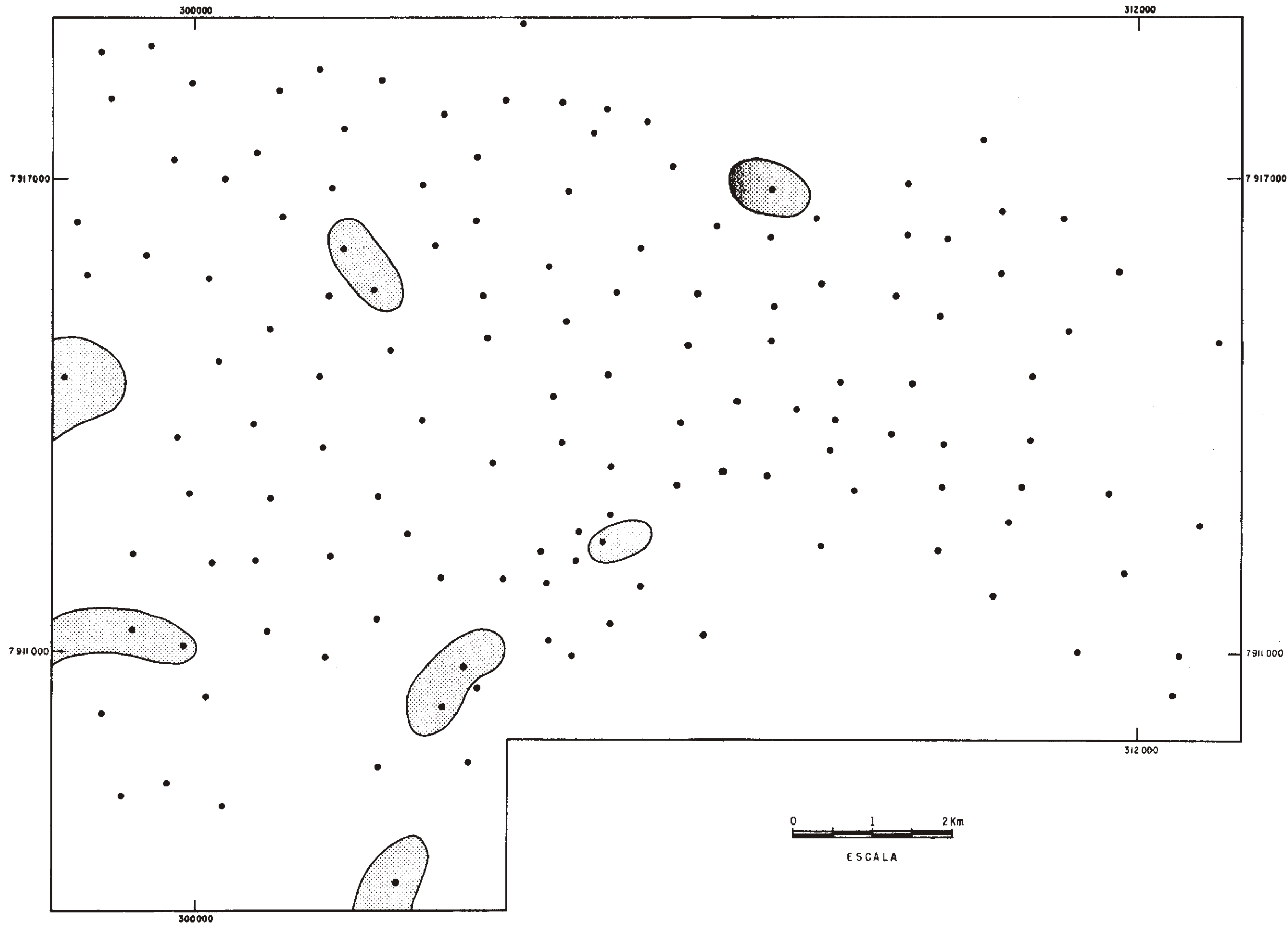
0 1 2 Km  
ESCALA



MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA VERMICULITA



LEGENDA

-  < 1%
-  AUSENTE

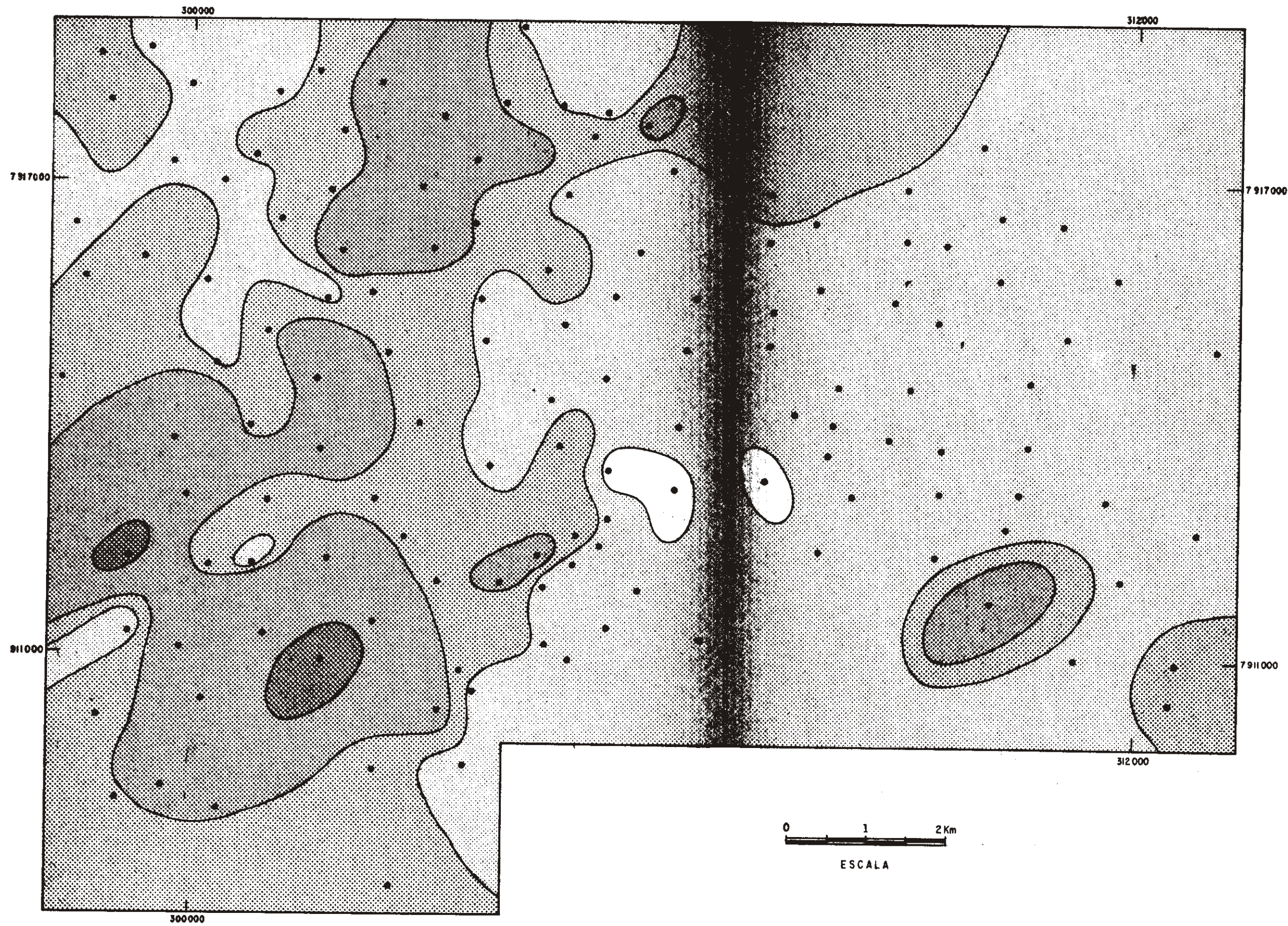


MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA XENOTIMA

LEGENDA






-  < 1%
-  AUSENTE

0 1 2Km  
ESCALA



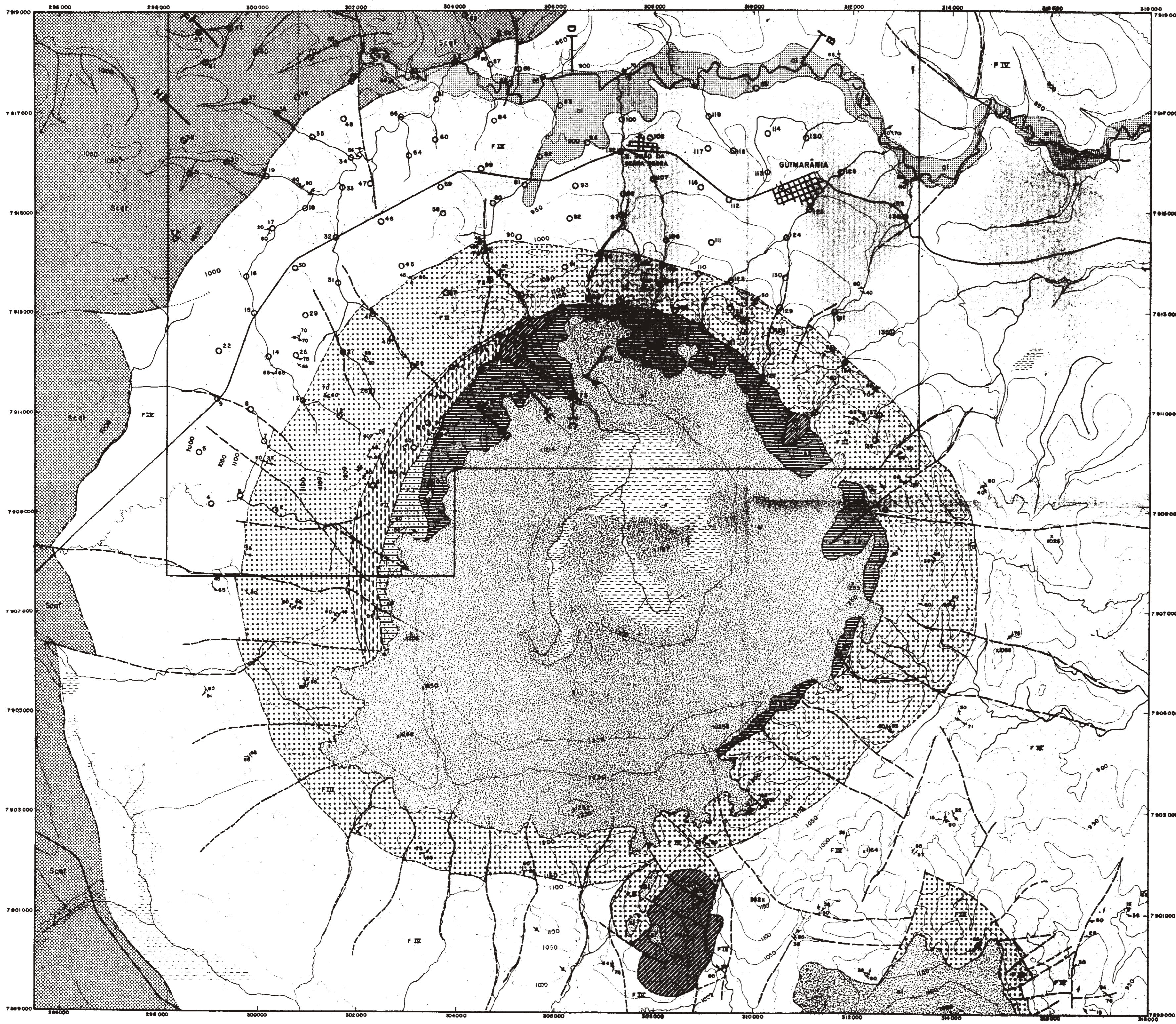
MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DO ZIRCÃO

LEGENDA

-  25 - 50 %
-  5 - 25 %
-  1 - 5 %
-  < 1 %
-  AUSENTE

0 1 2 Km  
ESCALA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS



**LEGENDA**

**DEPÓSITOS SUPERFICIAIS**

- Aluvião e depósitos argilosos turfaços.
- Cobertura detrito laterítica.

**ROCHAS ÍGNEAS E METASSOMÁTICAS**

- Dunitas, micaxeridólitos, piroxenitos e carbonatitos, com predominância do primeiro.
- Serpentinito, mais ou menos silicificado.

**ROCHAS SEDIMENTARES E METASSEDIMENTARES**

- Ortoquartzitos, arenitos feldspáticos, folhetos argilosos e folhetos silíticos.
- Quartzito, por vezes conglomerático, com estratificação cruzada abundante, folhetos silíticos e argilosos.
- Quartzito puro e argiloso e folheto silítico.
- Quartzitos feldspáticos de granulação fina e silíticos argilosos bem laminados.
- Quartzito, quartzito micáceo, filito.

**SÍMBOLOS ESTRUTURAIS**

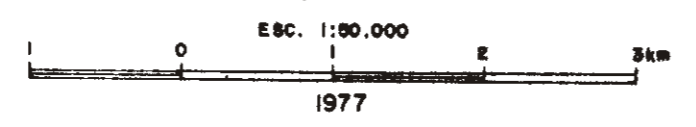
- Contato inferido com segurança.
- Contato encoberto.
- Limite de formações superficiais.
- Limite de aluvião.
- Falha de cavalcamento, inferida.
- Falha normal, inferida com segurança.
- Falha encoberta.
- Direção e mergulho de xistosidade.
- Direção de xistosidade vertical.
- Direção e mergulho de aleitamento.
- Direção de aleitamento vertical.
- Direção e mergulho de junta.
- Direção de junta vertical.

**SÍMBOLOS GEOGRÁFICOS**

- Ruas.
- Rodovia.
- Área amostrada.
- Pontos cotados.
- Ponto de coleta de amostra.
- Rio, córrego.
- Brejo, alagadico.
- Curvas de nível.

MAPA GEOLÓGICO DO COMPLEXO ULTRAMÁFICO-ALCALINO DE SERRA NEGRA  
PATROCÍNIO, MINAS GERAIS

MAPA SIMPLIFICADO DO ORIGINAL  
EXECUTADO POR M. CHAMAM (1971).



MAPA GEOLÓGICO DO COMPLEXO ULTRAMÁFICO-ALCALINO DE SERRA NEGRA  
PATROCÍNIO, MINAS GERAIS