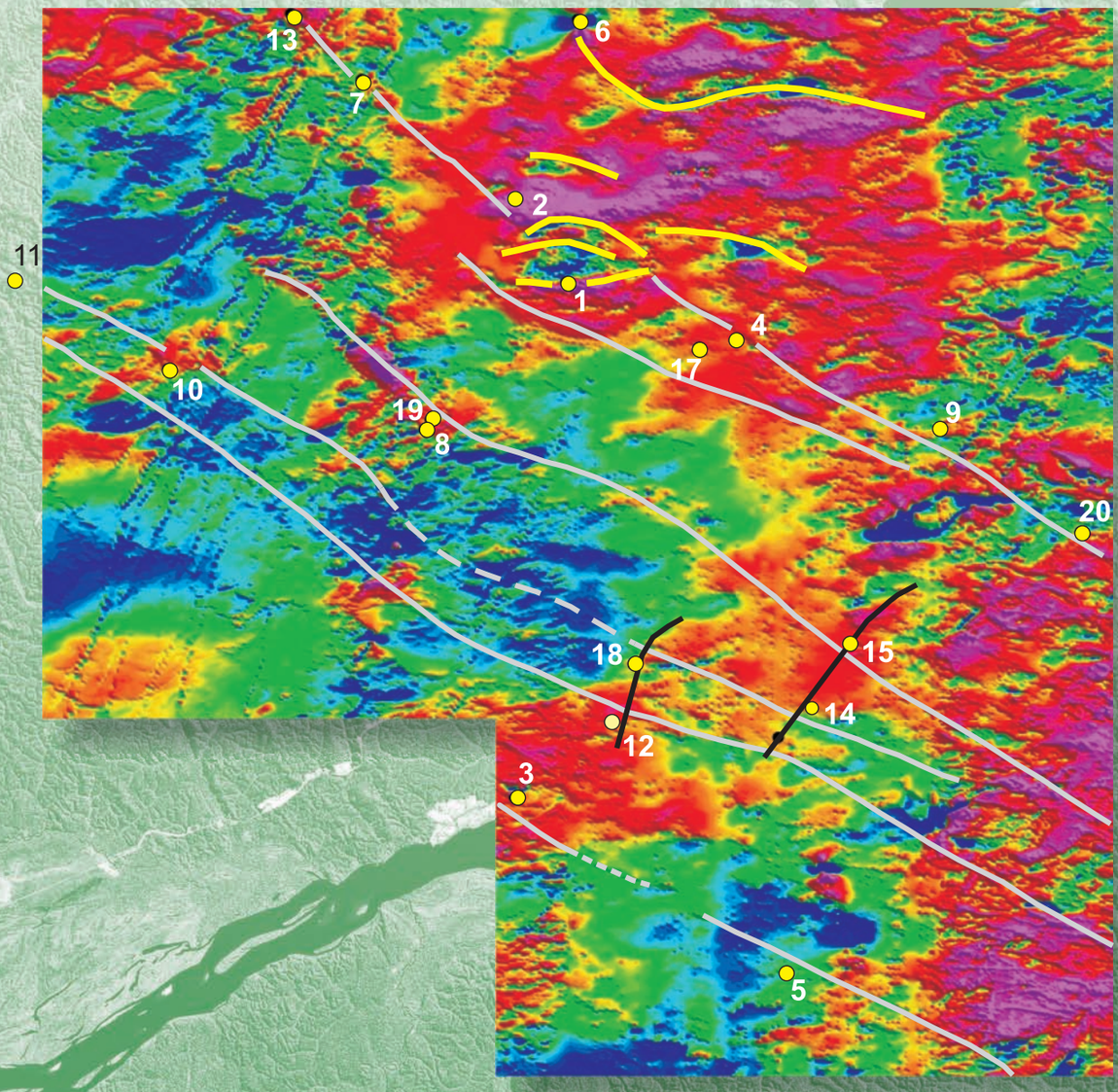
Capítulo IV



Representação do Mapa de Relevo Sombreado do Colorido do Campo Magnético Anômolo (I= 45º e D=.45º) Exibindo os Principais Trends Estruturais Auríferos na Província Mineral do Tapajós (Modificado de Azevedo, M.L.V.; Coutinho, M.G.N.; Oliveira, R.G., 2001)

Capítulo IV AEROGEOFÍSICA

Mário José Metelo, Maria Glícia da Nóbrega Coutinho e
Maria Laura Vereza de Azevedo,
CPRM – Serviço Geológico do Brasil

4.1 Introdução

A cobertura aerogeofísica da Província Mineral do Tapajós, abrangendo cinco folhas 1:250.000, é o resultado da integração dos dados obtidos durante os seguintes projetos:

(i) Projeto Aerogeofísico Médio Tapajós, cujo parâmetros são os seguintes:

- altura do vôo: 150 m;
- espaçamento entre as linhas de vôo: 2 km;
- espaçamento entre as linhas de controle: 20 km;
- direção das linhas de controle de vôo: E-W;
- intervalo de amostragens ao longo do perfil: 60 m;
- tamanho das células do *grid*: 500 m x 500 m;
- período do levantamento: outubro a dezembro/1986 e maio a julho/1987; e
- extensão de perfis levantados: 24.478 km ou 43.000 km² de área.

A área levantada tem a forma aproximada de um retângulo, com maior dimensão N-S, localizado no centro da província, cujas coordenadas geográficas são as seguintes:

$5^0$00'S, $57^0$30'W; $5^0$00'S, $56^0$00'W; $8^0$00'S, $56^0$00'W; $8^0$00'S, $57^0$00'W; $6^0$00'S, $57^0$00'W; $6^0$00'S, $57^0$30'W.

(ii) Projeto Aerogeofísico Província Aurífera do Tapajós, com os seguintes parâmetros:

- altura do vôo: 100 m;
- espaçamento entre as linhas de vôo: 1 km;
- espaçamento entre as linhas de controle: 13 km;
- direção das linhas de vôo: N-S;
- direção das linhas de controle: E-W;
- intervalo de amostragens ao longo do perfil: 6 m (magnetometria) e 60 m (gamaespectrometria);
- tamanho das células do *grid*: 250 m x 250 m;
- período do levantamento: junho a novembro/1997; e
- extensão de perfis levantados: 74.979 km ou 70.661 km² de área.

Estes levantamentos estão distribuídos por dois blocos, localizados a oeste e a leste da área do primeiro projeto acima referido, cujas coordenadas geográficas são as seguintes:

- Bloco I (lado oeste):

5º00'S, 58º30'W; 5º00'S, 57º30'W; 6º00'S, 57º30'W; 6º00'S, 57º00'W; 8º00'S, 57º00'W; 8º00'S, 58º30'W.

- Bloco II (lado leste):

5º00'S, 56º00'W; 5º00'S, 55º30'W; 8º00'S, 55º30'W; 8º00'S, 56º00'W.

Assim sendo, os dados levantados pelos projetos mencionados, com espaçamentos distintos entre as linhas de vôo, totalizando 99.457 km de extensão de perfis ou 113.661 km² de área de levantamento aerogeofísico, apresentam grau de detalhamento distinto. Para homogeneizá-los utilizaram-se programas de computadores específicos do sistema *Oasis Montaj*, da empresa *Geosoft*. A primeira etapa consistiu numa reamostragem dos dados finais do Projeto Médio Tapajós, com a geração de células 250 m x 250 m. A seguir, elaborou-se um nivelamento nas médias dos valores geofísicos dos dois projetos. O ajuste final resultou na junção dos dados num único arquivo digital, tendo sido produzidos os seguintes mapas, escala 1:250.000, os quais estão expostos, no presente relatório, em formato reduzido (A4), nas Figuras 4.1 a 4.10.

(i) mapa de concentração do potássio (% K; Figura 4.1);
(ii) mapa de concentração do equivalente tório (ppm eTh; Figura 4.2);
(iii) mapa de concentração do equivalente urânio (ppm eU; Figura 4.3);
(iv) mapa ternário dos elementos radioativos (eU, eTh, %K; Figura 4.4);
(v) mapa radiométrico de contagem total (m R/h; Figura 4.5);
(vi) mapa de razão eTh/K (Figura 4. 6);
(vii) mapa do campo magnético total reduzido do IGRF (nT; Figura 4.7);
(viii) mapa magnético de redução ao polo (Figura 4.8);
(ix) mapa de suscetibilidade magnética aparente (Figura 4.9); e
(x) mapa de sombreamento magnético (*shadow map*; Figura 4.10).

4.2 Análise dos dados

A distribuição dos dados aerogeofísicos, magnetometria e gamaespectrometria, reflete, para a área de abrangência da província, em todos os mapas acima mencionados, uma compartimentação, com boa consistência com os dados estruturais (vide Figura 5.1, Capítulo V), em três domínios, alinhados paralelamente segundo a direção NW-SE: domínio oeste (A), domínio central (B) e domínio leste (C), com características aerogeofísicas distintas. Este fato permite tecer, sobre o assunto, as seguintes considerações:

(i) Os dados radiométricos, expressos nos mapas de concentração de eTh, eU, %K, bem como no mapa do canal de contagem total, sugerem dois *trends* radioativos, segundo a direção NW-SE, sendo um no domínio central (B) e o outro no domínio leste (C), mais especificamente na porção mediana externa deste domínio. Essa distribuição é indicativa da presença de litótipos provavelmente portadores de minerais acessórios como zircão, allanita e monazita, sugerindo o predomínio de rochas ácidas nessas áreas de radioatividade significativa.

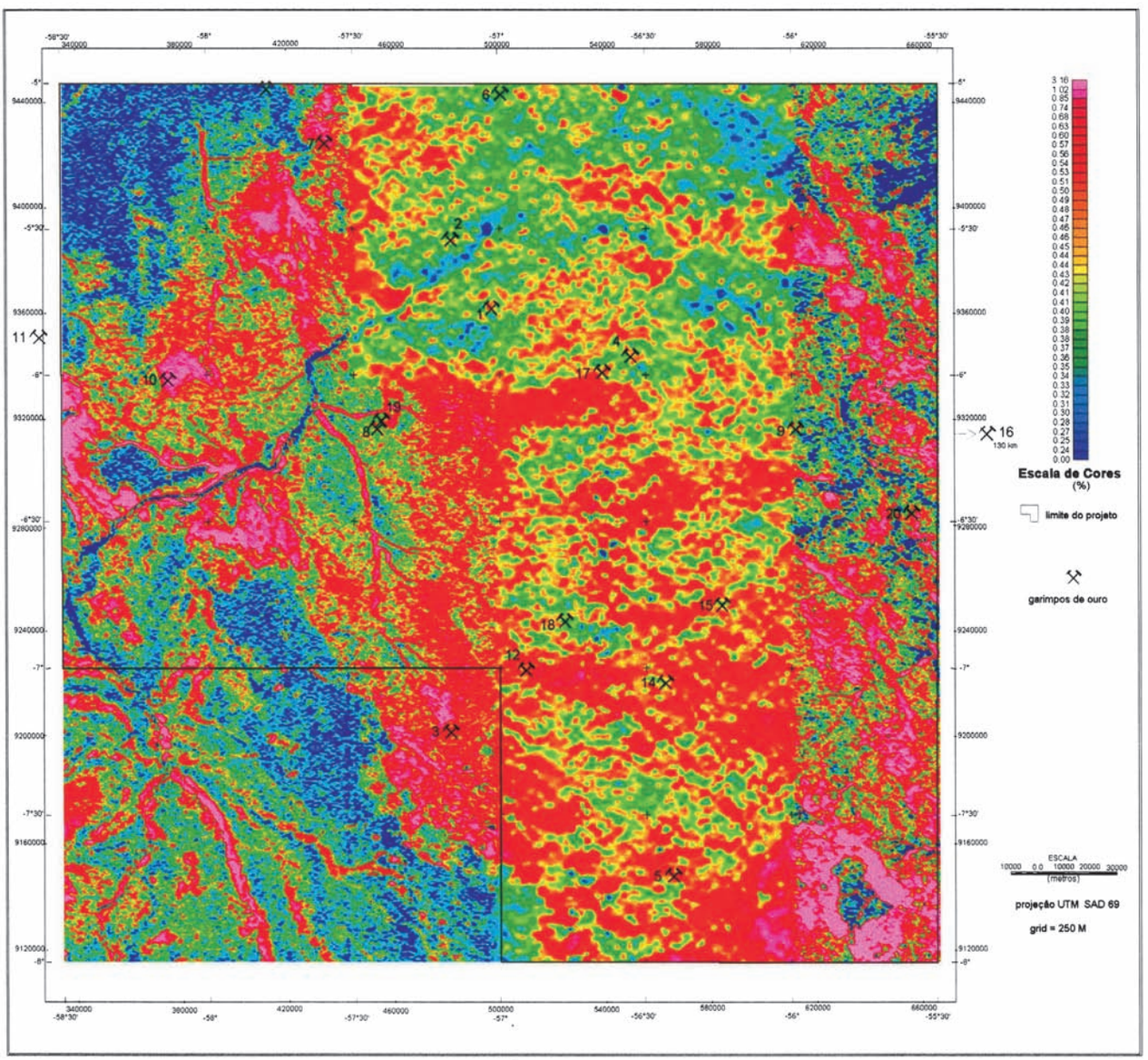


Figura 4.1 *Mapa de concentração do potássio.*

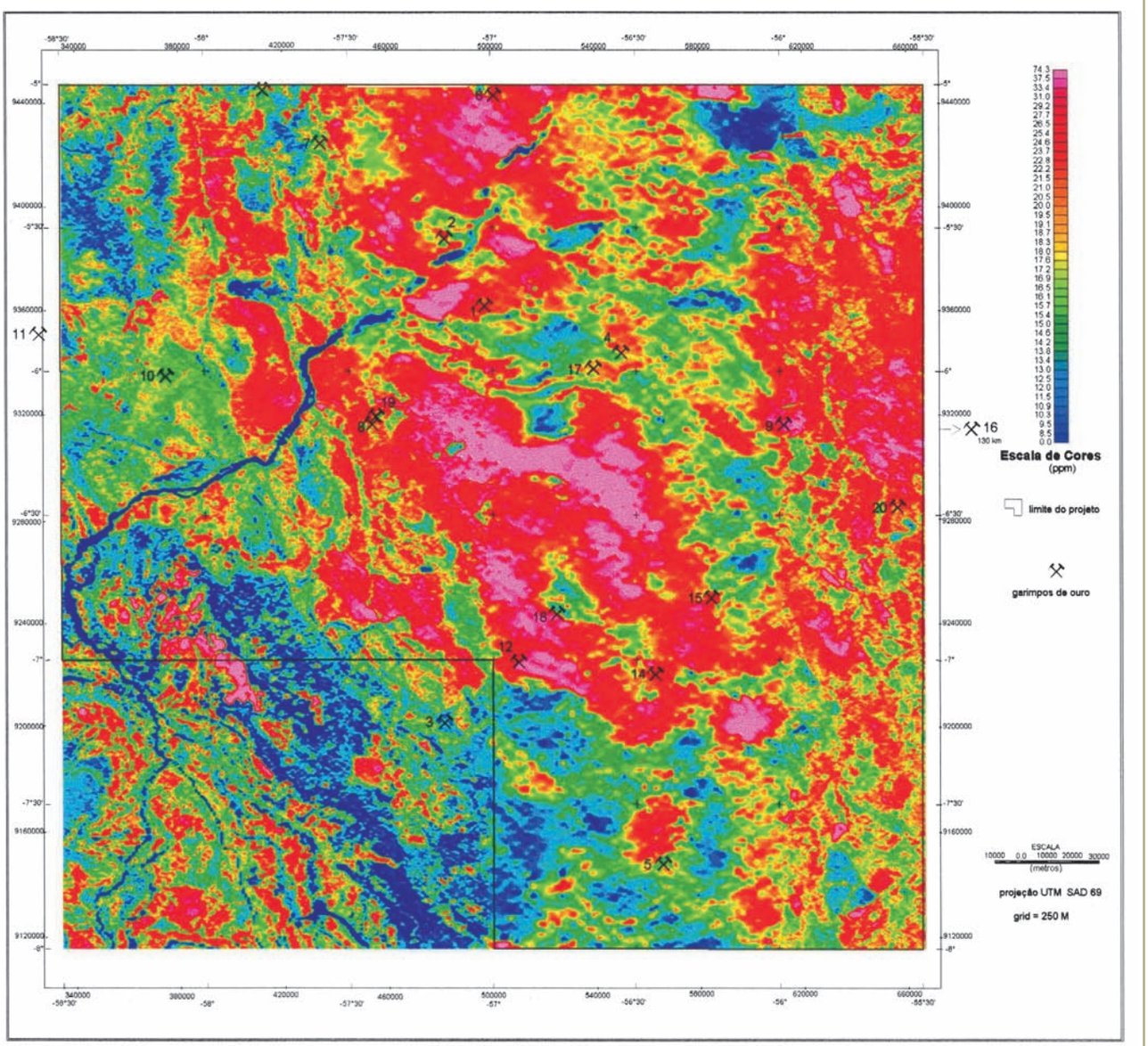


Figura 4.2 *Mapa de concentração do equivalente tório.*

(ii) O mapa de concentração de eU reflete um contraste radioativo entre os domínios central (B) e leste (C), com maiores concentrações de U registradas no domínio central, sugerindo rochas félsicas em ambos os domínios, porém distintas.

(iii) Os mapas radiométricos de concentração de equivalente eTh, eU, %K exibem uma área de depressão, baixa radioatividade, no domínio oeste (A).

(iv) No extremo N do domínio leste (C) verifica-se um baixo radioativo, bem expressivo nos mapas radiométricos.

(v) No mapa de suscetibilidade magnética aparente, os dados indicam áreas com alto magnetismo, sugerindo a presença de corpos rochosos enriquecidos em minerais magnéticos (e.g. magnetita, pirrotita), dispersos aleatoriamente nos vários domínios, com predominância nos domínios central (B) e leste (C).

(vi) Combinando os mapas de campo magnético total e de suscetibilidade magnética com o mapa de sombreamento magnético (*shadow map*), observam-se três tipos de corpos magnéticos caracterizados por forte anomalias:

• corpos magnéticos subverticalizados a verticalizados, com formas mais arredondadas sugerindo provavelmente corpos intrusivos relacionados a rochas máficas no domínio central (B), porção N-NE;

• corpos magnéticos alongados, com direção E-W, com formas bem definidas tratando-se, provavelmente, de corpos máficos alojados ao longo de zonas de fraturas, do tipo *sill* no domínio leste (C), porção N-NE; e

• áreas caracterizadas por anomalias dipolares, sugestivas de ocorrência de diques básicos, delgados e extensos, que cortam toda a província na direção NNE-SSW, nos domínios oeste (A) e central (B), predominantemente.

(vii) Combinando os mapas radiométricos (concentração de eTh, eU, %K) com o mapa de campo magnético total, observa-se que no domínio leste (C) ocorrem áreas de alta suscetibilidade magnética, associadas a áreas portadoras de baixa radioatividade. Este fato sugere a presença de rochas máficas associadas a rochas félsicas, naquele domínio, podendo tal associação ser atribuida à presença do sistema plutono-vulcânico associado.

(viii) Analisando o mapa de campo magnético total (cores azuis, valores menores) e o mapa de suscetibilidade magnética aparente (cores vermelhas, valores mais altos), há uma significativa consistência e correspondência entre estas áreas, o que sugere a ocorrência de corpos básicos (máficos) nesses locais. Estes corpos estão orientados segundo a direção E-W, preferencialmente, nos diferentes domínios.

(ix) No mapa de sombreamento magnético (*shadow map*), no domínio oeste (A), o relevo magnético apresenta-se mais linear, comparativamente com os demais domínios, e duas direções estruturais NW-SE e NE-SW estão bem visualizadas. Na porção nordeste do domínio leste (C), estruturas E-W são bem evidentes. Os lineamentos NW-SE são os mais extensos, têm representatividade regional e sugerem estar sendo cortados pelos lineamentos menos expressivos de direção NE-SW.

(x) Comparando-se os mapas radiométricos (de concentração de eTh, eU, %K) com os mapas magnéticos (campo magnético total, redução ao pólo, suscetibilidade magnética), verifica-se que as áreas correspondentes a presença de corpos radioativos apresentam um relevo

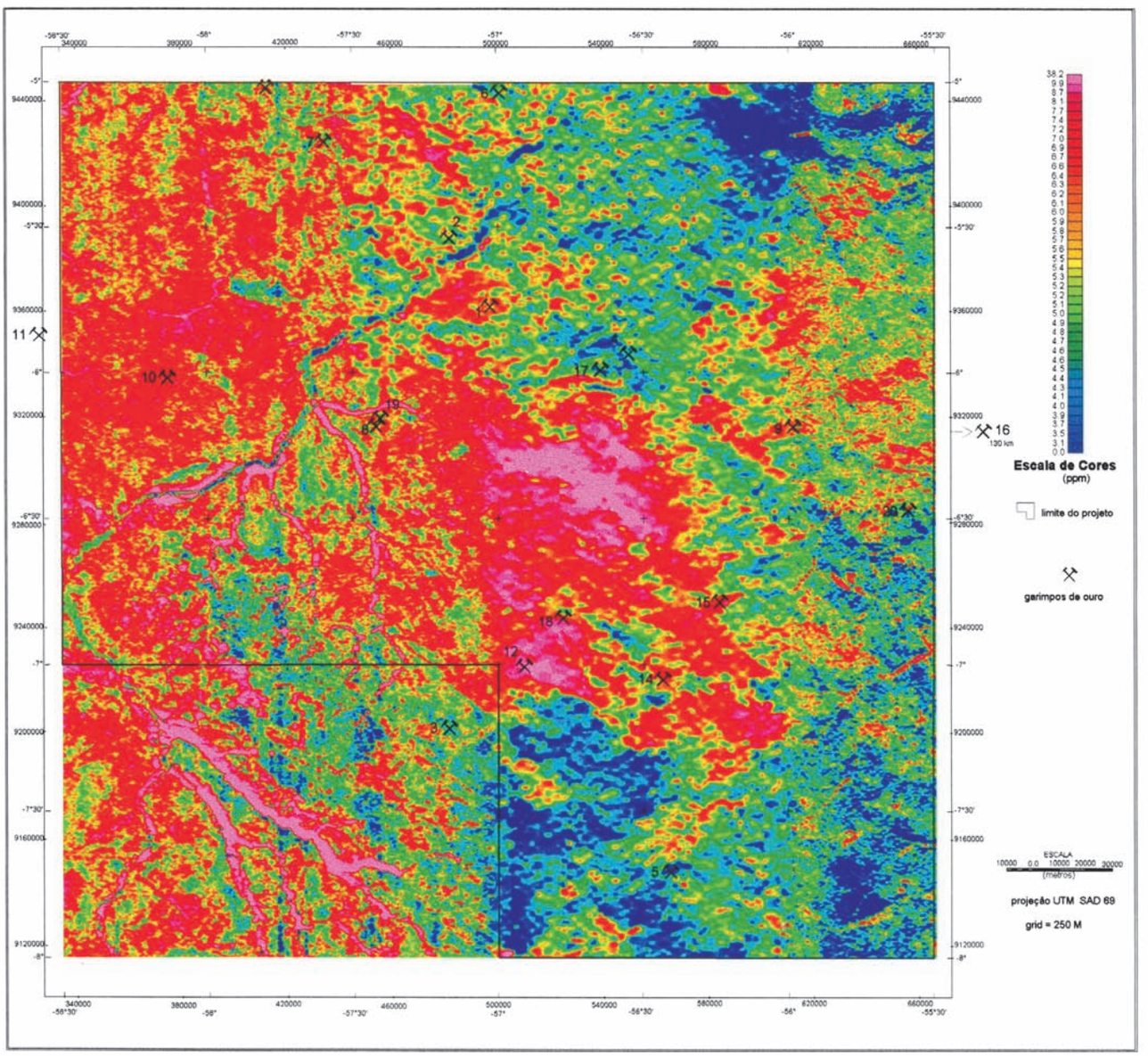


Figura 4.3 *Mapa de concentração do equivalente urânio.*

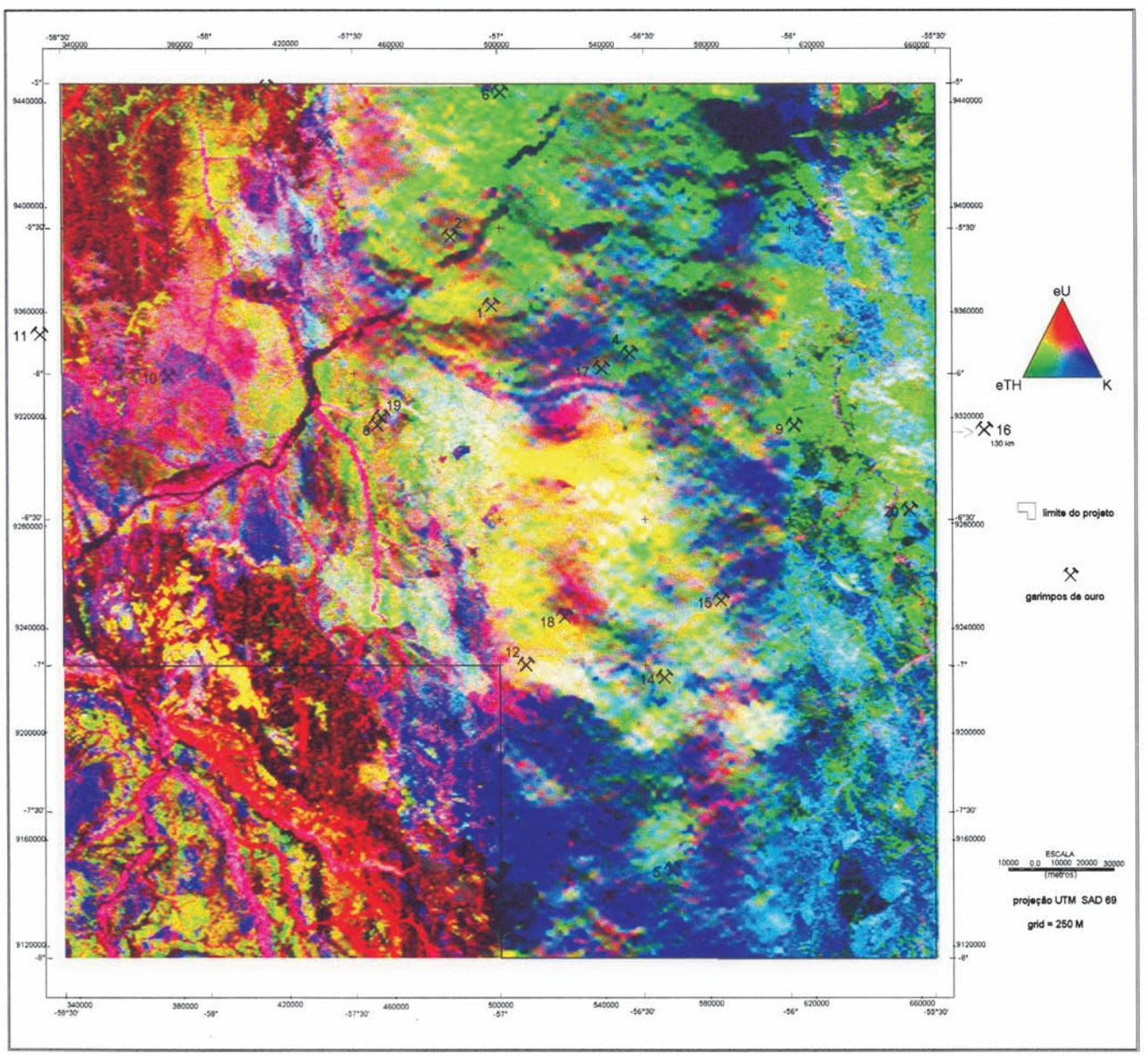


Figura 4.4 *Mapa ternário dos elementos radioativos eU, eTH e %K.*

magnético mais suave, em relação às áreas adjacentes, cuja relação de contato é sugestiva que os corpos radioativos sejam rochas intrusivas félsicas. Essa situação está bem representada no domínio central (B).

(xi) No domínio leste (C), especificamente na porção central, os lineamentos visualizados no mapa de campo magnético total de direção predominante E-W, cortam corpos mais radioativos (mapas de concentração eTh, eU, %K), prováveis rochas félsicas intrusivas, cujas relações de contato sugerem que os falhamentos são pós-*emplacement* destes corpos. A mesma relação de contato também pode ser observada para os corpos magnéticos intrusivos, descritos no item (vi).

(xii) A textura magnética observada no mapa de sombreamento magnético (*shadow map*), na extensão de toda a província, está bem definida, exceto para as áreas onde ocorrem prováveis corpos intrusivos, ácidos e básicos, sendo que nos primeiros o relevo magnético apresenta-se suave, enquanto que nos básicos formam-se anomalias magnéticas negativas (corpos verticalizados a subverticalizados) ou anomalias dipolares (corpos alongados).

(xiii) Em todos os mapas aerogeofísicos acima mencionados, os limites externos da Província Mineral do Tapajós com as demais unidades tectônicas (*graben* do Cachimbo, limite SW, e Bacia Amazonas, limite NW), estão bem definidos e podem ser facilmente individualizados. Internamente, os limites da Bacia Proterozóica de Buiuçu, localizada no domínio central da província, estão também bem representados (vide Figura 5.1, Capítulo V).

Na Tabela 4.1, a seguir, constam as diversas unidades geológicas e as suas características aerogeofísicas (radiometria e magnetometria) segundo os dados do Relatório Integrado do PROMIN-TAPAJÓS, escala 1:500.000 (Klein *et al.*, 2000).

4.3 Assinaturas aerogeofísicas e as mineralizações de ouro

As 20 áreas mineralizadas em ouro (áreas de *estudos de prospectos*) plotadas sobre os mapas aerogeofísicos (vide Figuras 4.1 a 4.10) permitem reconhecer determinadas assinaturas aerogeosíficas que refletem condicionamentos geológico-estruturais distintos para as mineralizações de ouro:

(i) Áreas mineralizadas com variações abruptas de gradientes magnéticos, marcadas por forte anomalia magnética, orientadas E-W. Exemplo nessa categoria são as áreas dos garimpos Jutaí (área 6) e Davi (área 1). Essas áreas são constituídas por corpos de rochas gabróicas (e.g. gabros da Suíte Intrusiva Ingarana), irregulares, cujo *emplacement* é controlado pelo sistema de fraturas extensionais do tipo T (vide Capítulo 5), orientadas segundo a direção E-W.

(ii) Áreas mineralizadas localizadas em mapa de campo magnético em áreas de interrupções de anisotropias profundas de direção ENE-WSW. Exemplos desse condicionamento são: o garimpo Goiano (área 12) e o garimpo Ouro Mil (área 14), que representam zonas de interseção de falhas e de contatos de unidades litológicas distintas (granitóides do

Tabela 4.1 Informações Aerogeofísicas das Unidades Litoestratigráficas da Província Mineral do Tapajós.

UNIDADE	RADIOMETRIA (cps) (canal de contagem total)	MAGNETOMETRIA
Grupo Jacareacanga (xistos)	300 a 800	
Grupo Jacareacanga (quartzitos)	< 200	
Complexo Cuiú-Cuiú	< 200	
Suíte Intrusiva Creporizão	> 250 nos batolítos graníticos e > 1000 nas zonas de alteração potássica	(– 130 nT) e 10 nT sinuosos e E-W
Suíte Intrusiva Parauari fácies granodiorítica)	< 500 (baixos valores de Th)	
Suíte Intrusiva Parauari (fácies granítica a titanita)	> 600 (baixos valores de K)	
Suíte Intrusiva Ingarana	< 300	Fortes anomalias magnéticas
Formação Bom Jardim	< 200	Expressivas anomalias magnéticas (– 170 nT) com formas ovaladas
Olivina Gabro Rio Novo	< 300	Baixo magnético (– 150 nT) com formas ovaladas
Gabro Serra Comprida	250, baixo radiométrico alongado NW-SE	Baixos magnéticos (– 300nT)
Quartzo-monzogabro Igarapé Jenipapo		Baixo magnético (– 100 nT) alongado E-W
Formação Salustiano	150 a 500	Extensas anomalias dipolares (– 70 nT a – 140 nT)
Formação Aruri	400 a 800	Baixos magnéticos (– 200 nT)
Suíte Intrusiva Maloquinha	> 1.000	Pequenos baixos magnéticos na porção central (B) Baixos magnéticos superiores a (– 100 nT) (alongados E-W) e altos magnéticos com até 60 nT (ovais) no domínio leste (C)
Suíte Intrusiva Porquinho	> 500	
Granito Pepita		Baixo índice de magnetização
Granito Caroçal	400 a 600	Baixos valores no mapa de sinal analítico entre 0,01 nT/m e 0,08 nT/m
Granito Igarapé Escondido	Enriquecimento em U e Th	
Suíte Intrusiva Cachoeira Seca		Baixo magnético (– 110 nT) e isolinhas direcionadas NE-SW
Diabásio Periquito		Baixo magnético em forma semicircular , amplitude variando entre (– 130 nT a –210 nT) e arranjo em cordões retilínios NNE-SSW a NE-SW e direções subordinadas

Observação: *as informações contidas nesta tabela foram levantadas a partir de Klein et al., 2000, cujos dados de aerorradiometria estão expressos em cps.*

Complexo Cuiú-Cuiú e da Suite Intrusiva Parauari para a primeira área e granitóides Cuiú-Cuiú e Creporizão, na segunda). Essas áreas caracterizam-se por reativação tectônica, conforme evidências de campo. No mapa ternário dos elementos radiotivos eU, eTh, %K essas áreas exibem altos valores nos três elementos (plotam nas áreas em branco que correspondem ao centro do triângulo).

(iii) Áreas mineralizadas localizadas ao longo do *trend* NW-SE de expressão regional e representatividade marcante no mapa de sombreamento magnético (*shadow map*; I = 45^0 e D = 45^0). Este *trend*, estruturalmente, corresponde a uma zona de transcorrência dextral (Megassistema de Falhas Transcorrentes do Tapajós - *strike-slip fault system*; vide Capítulo 5) e reflete aproximadamente o limite entre os domínios central (B) e

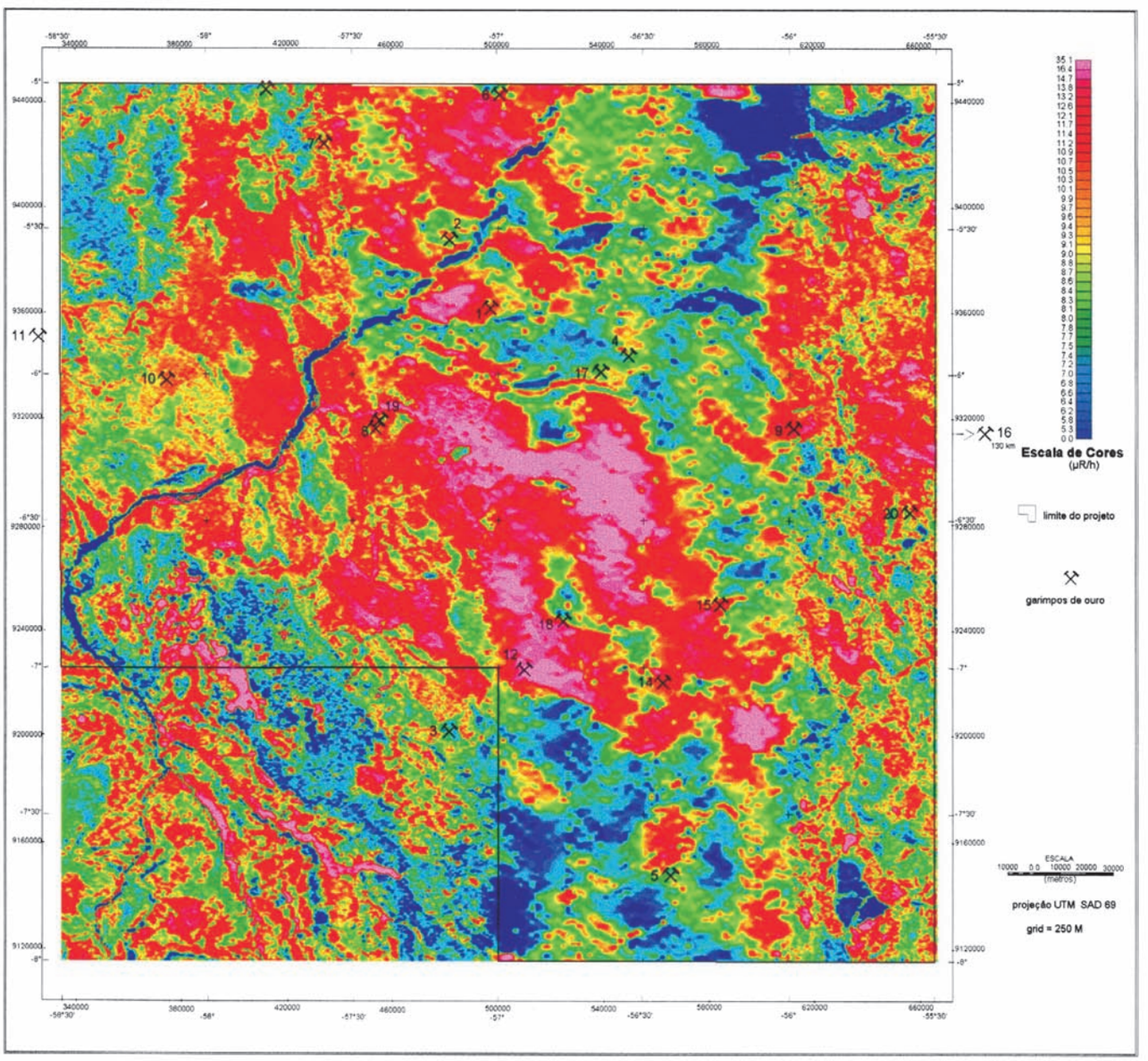


Figura 4.5 *Mapa radiométrico de contagem total.*

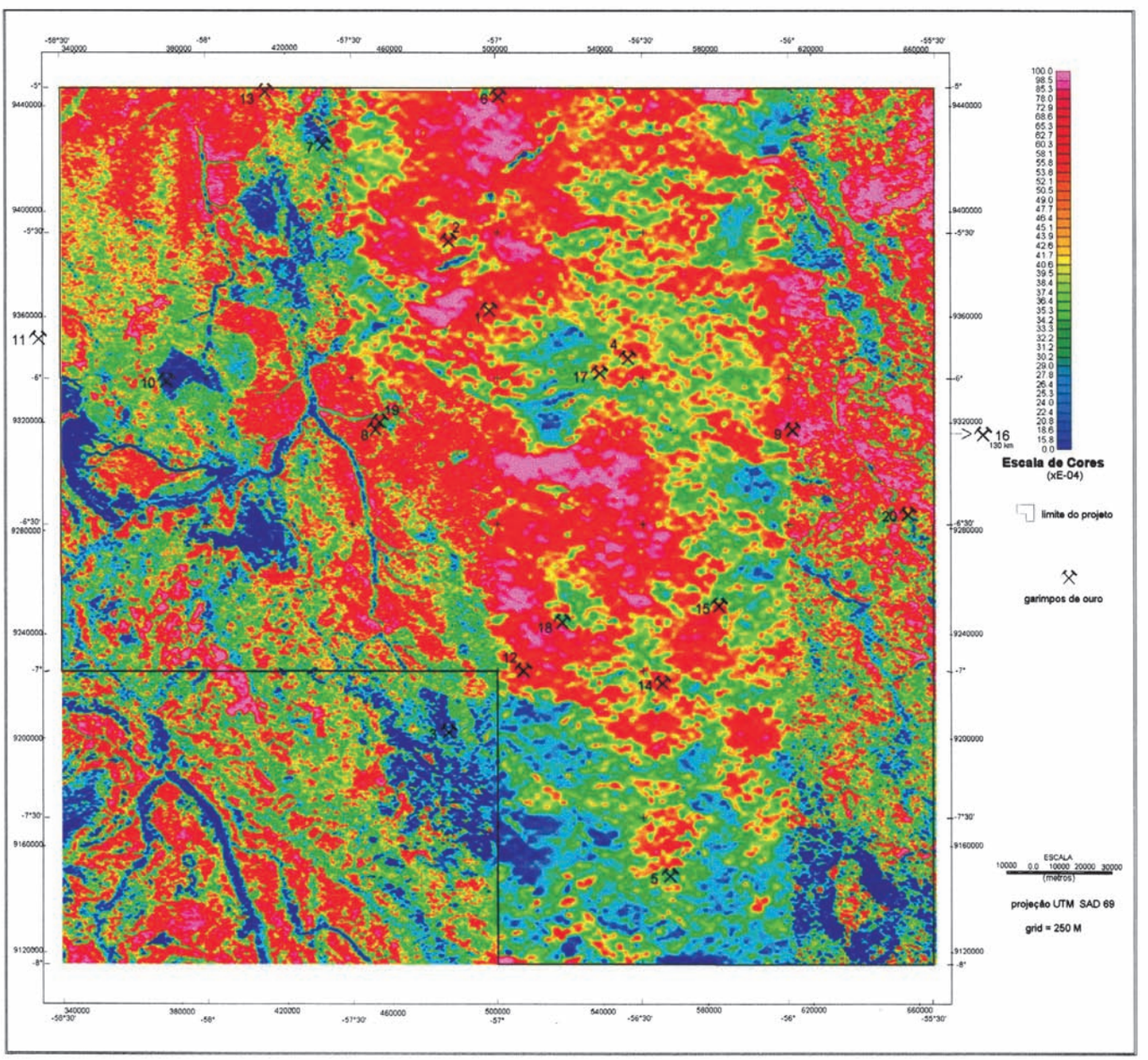


Figura 4.6 *Mapa da razão eTh/K.*

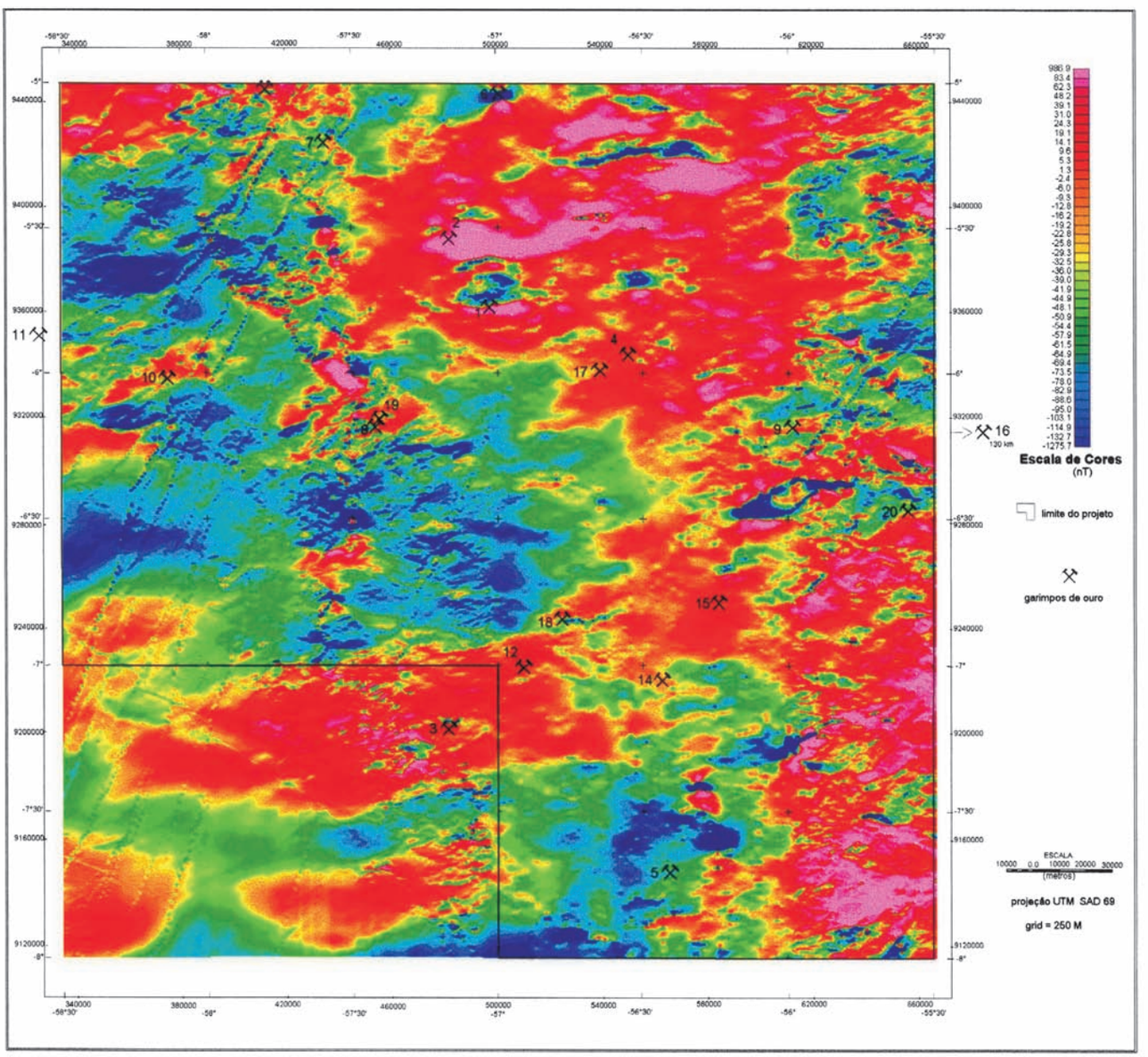


Figura 4.7 *Mapa do campo magnético total reduzido do IGRF.*

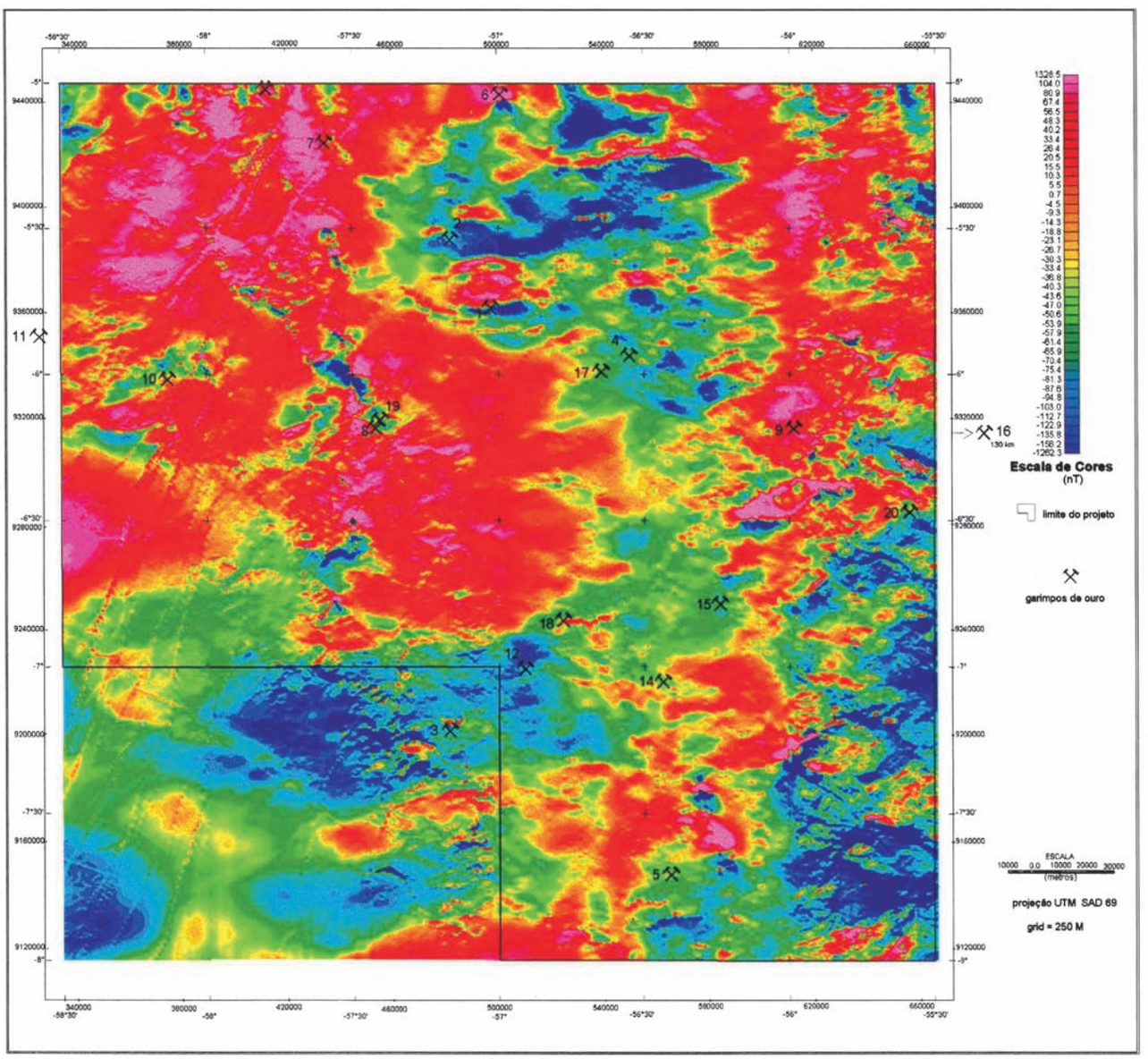


Figura 4.8 *Mapa magnético de redução ao polo.*

leste (C) da província. Nesta categoria estão as áreas dos seguinte garimpos: São Jorge (área 20), Mamoal (área 9), Cuiú-Cuiú (área 4), Batalha (área 2); Chico Torres (área 7) e Fazenda Pison (área 13), que definem um *trend* NW-SE mineralizado, no lado leste da província, denominado presentemente de *trend* aurífero São Jorge-Chico Torres.

(iv) Áreas mineralizadas posicionadas segundo um *trend* NW-SE de expressão regional, com boa representatividade no *shadow map* (mapa de sombreamento magnético; I = 45^0 e D = 45^0), paralelo ao *trend* definido em (iii), porém localizado próximo ao limite dos domínios central (B) e oeste (A) da província. Estruturalmente, conforme mencionado, esses *trends* correspondem a uma zona de transcorrência dextral (Megassistema de Falhas Transcorrentes do Tapajós – *strike-slip fault system*). Nesta categoria estão as seguinte regiões mineralizadas: região do Patrocínio (garimpo Ouro Mil, área 14), região do Creporizão (garimpos Joel, "Mineração" Crepori e Massias; área 18), e região do garimpo Espírito Santo (área 10), que definem um *trend* aurífero NW-SE, presentemente denominado *trend* aurífero Patrocínio – Espírito Santo. Um outro *trend* paralelo, porém com inflexão para N, corresponde às regiões dos garimpos Santa Isabel (área 15), São José (garimpo do Pepeu, área 8) e do Ouro Roxo (área 19), que caracterizam o *trend* aurífero NNW-SSE denominado *trend* aurífero Santa Isabel – Ouro Roxo.

(v) No mapa de razão eTh/K, essas áreas dispostas segundo os *trends* ou lineamentos auríferos regionais NW-SE leste e oeste, conforme mencionado nos itens (iii) e (iv), apresentam valores altos da razão eTh/K.

(vi) O mapa de sombreamento magnético (*shadow map*, I = 45^0 e D = 45^0) sugere um terceiro *trend* NW-SE. Este *trend* está contido no domínio A, onde ocorrem as rochas antigas do embasamento (Complexo Cuiú-Cuiú) e as supracrustais (Grupo Jacareacanga) e corresponde às áreas mineralizadas dos garimpos das áreas 10 e 3, passando a ser ora denominado de *trend* aurífero Espirito Santo - Nossa Senhora da Conceição.

(vii) No mapa de razão eTh/K, as áreas acima mencionadas (item vi) apresentam valores muito baixos da razão eTh/K.

As áreas dos garimpos Majestade e Abacaxis não foram analisadas, pois se localizam fora da área de cobertura dos levantamentos aerogeofísicos em estudo.

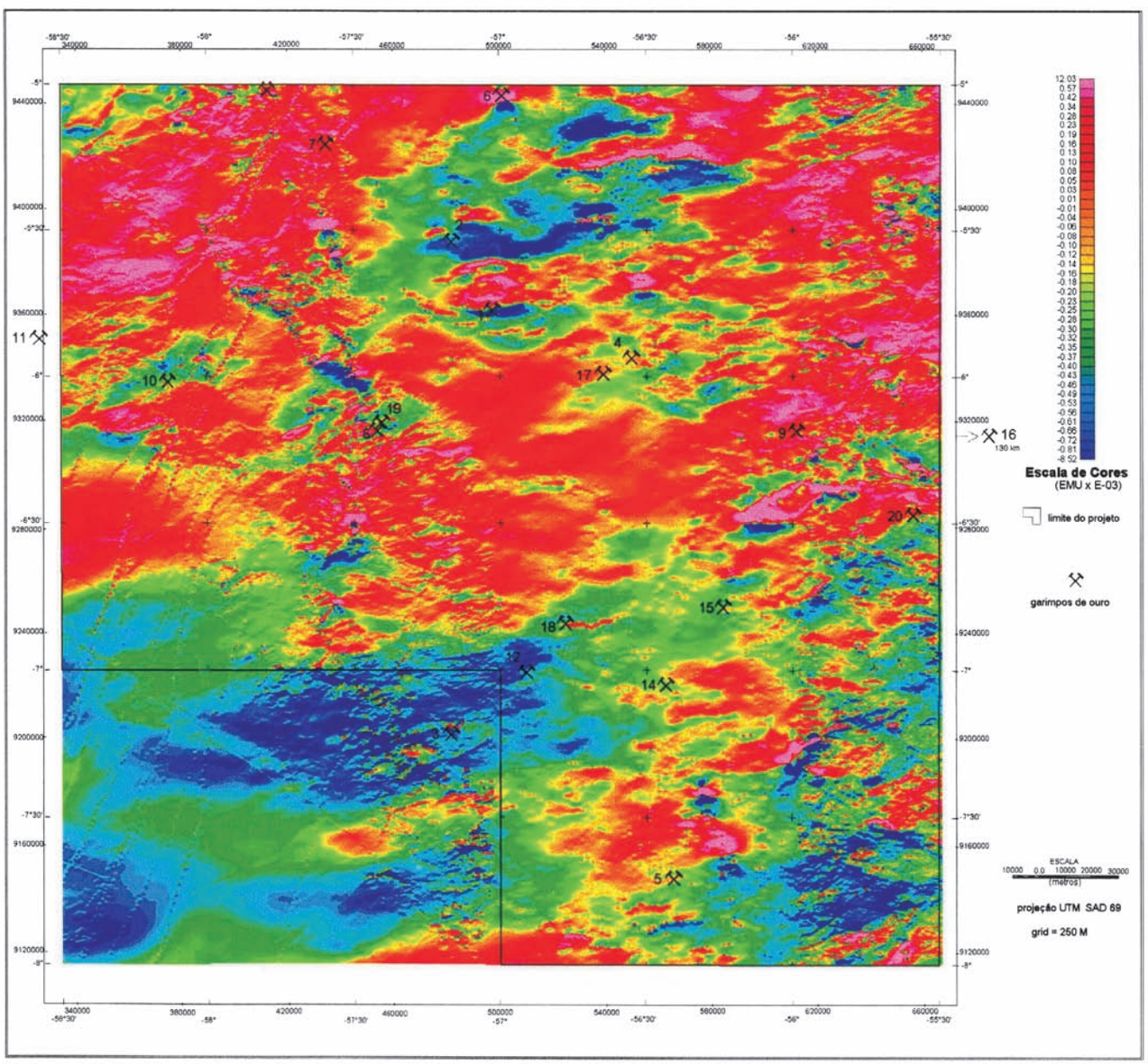


Figura 4.9 *Mapa de suscetibilidade magnética aparente.*

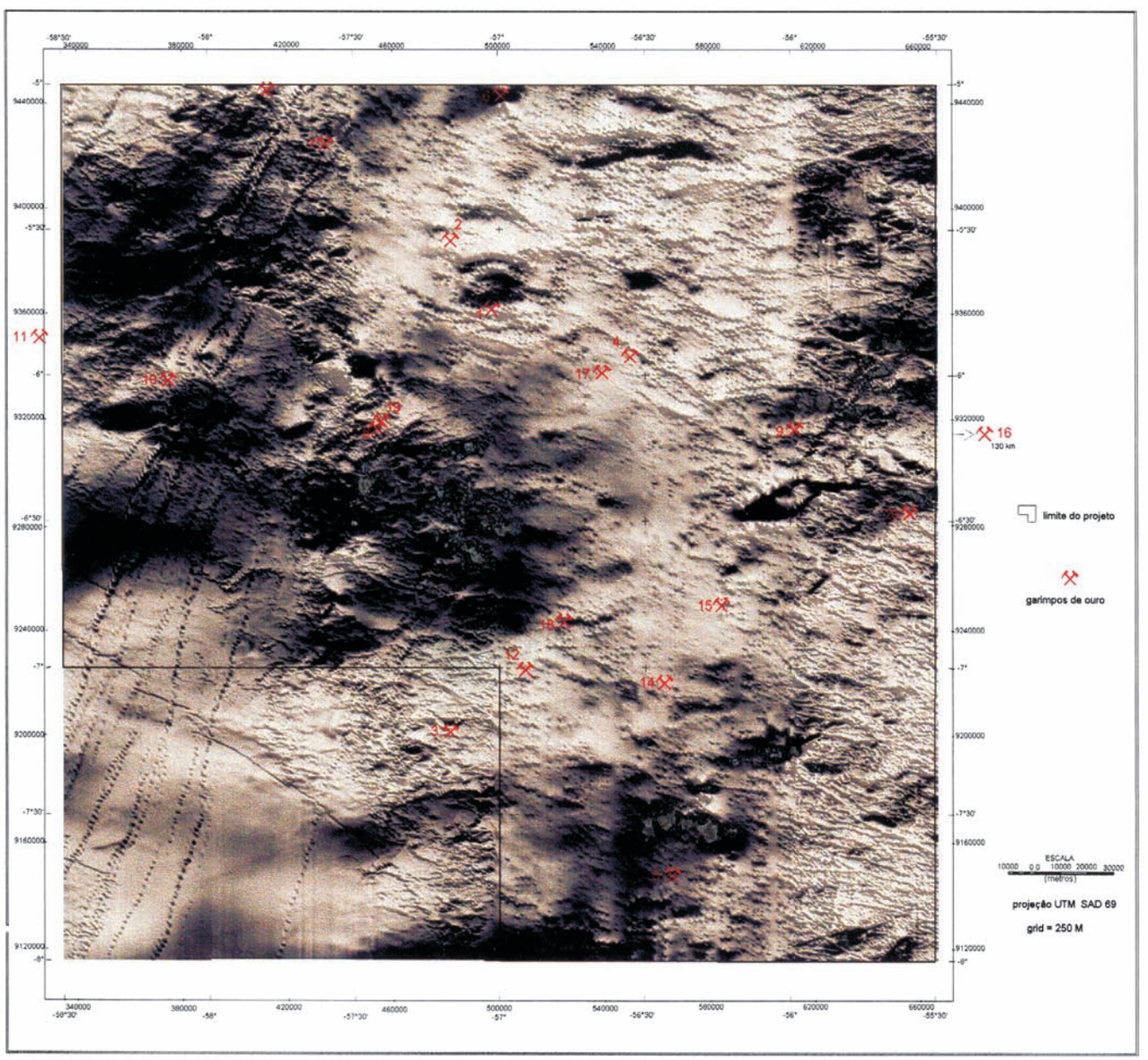


Figura 4.10 *Mapa de sombreamento magnético I = 45° e D = 45°.*