



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - IG

**PROCESSAMENTO, INTERPRETAÇÃO E INTEGRAÇÃO
DOS DADOS AEROGEOFÍSICOS DO PROJETO RIO DO
SANGUE – MT, APLICADOS AO MAPEAMENTO
GEOLÓGICO E À PROSPECÇÃO MINERAL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 229

LOIANE GOMES DE MORAES

Orientador: Prof. Dr. Augusto César Bittencourt Pires

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Adalene Moreira Silva

Brasília - DF
2007

DEDICATÓRIA

*Dedicado com carinho à minha família...
... as pessoas mais importantes da minha vida...
...os verdadeiros responsáveis pela conclusão deste trabalho!*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas e instituições que possibilitaram a execução dessa dissertação.

Ao Professor Doutor Augusto César Bittencourt Pires, pela dedicada orientação e paciência em todos os momentos ao longo desses anos de elaboração e conclusão do mestrado.

À Professora Doutora Adalene Moreira Silva pela orientação e auxílio durante a execução dessa dissertação.

Ao Professor Doutor Roberto Alexandre Vitória de Moraes (HGeo/Intergeo - Tecnologia e Informação em Geociências) pelos ensinamentos em geofísica e auxílio em várias etapas do mestrado.

À Doutora e amiga Leila Márcia Mendes Carvalho por todo apoio, auxílio e ensinamentos oferecidos.

À mestra e amiga Andréa Cristina Lima dos Santos pelo apoio, incentivo e amizade.

Aos colegas Gustavo de Assunção Mello e Heitor de Araújo Franco (HGeo/Intergeo - Tecnologia e Informação em Geociências) pelo apoio ao longo desses anos.

À HGeo Intergeo – Tecnologia e Informações em Geociências pelo apoio e incentivo sempre prestados em todos os momentos.

À amiga Chris Busnello Fianco pelo apoio na formatação do texto e amizade.

Às Doutoradas e amigas Adriana Chatack Carmelo e Mônica Giannoccaro Von Huelsen pelo incentivo e amizade.

Ao Doutor Jayme Alfredo Dexheimer Leite, professor da UFMT, por disponibilizar dados sobre área de trabalho.

À colega Aline Rose dos Anjos Dias pelo auxílio na confecção de alguns mapas.

Aos colegas Saulo Alves Carreiro de Araújo e Saulo Cavalcante Miranda Faria pelo suporte em SIG.

Ao Mestre Leandro Guimarães da Silva pelo incentivo.

Ao colega Rodrigo de Araújo Franco pela ajuda em alguns momentos ao longo desses anos.

Ao colega Osmar, administrador do Laboratório de Geofísica Aplicada, pela pronta assistência prestada sempre que necessária.

À CAPES pelo apoio dado através da bolsa de mestrado.

Ao Departamento de Geologia da Universidade de Brasília por possibilitar a execução deste trabalho, bem como pela locação dos laboratórios.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa.

À Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) pela cessão dos dados aerogeofísicos utilizados no presente trabalho.

Ao Laboratório de Geofísica Aplicada (LGA) pelo uso de suas dependências durante esses dois anos.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação pelo companheirismo e incentivo.

Aos secretários da Pós-Graduação e do Instituto de Geociências pela atenção e prontidão nos atendimentos.

Agradecimentos mais que especiais aos meus pais, Paulo e Cássia, à Lorena, minha irmã e ao meu noivo, Marco Túlio, pelo apoio em todas as etapas do mestrado, pela paciência, dedicação e incentivo prestados.

RESUMO

Apesar da intensificação dos estudos sobre a região Amazônica, até hoje muitas informações sobre a área continuam desconhecidas. Dentro desse contexto, procurou-se realizar um trabalho utilizando a interpretação qualitativa dos dados aerogeofísicos que pudesse fornecer informações para uma maior compreensão do arcabouço geológico-estrutural da região e auxiliar a caracterização de áreas potenciais para prospecção mineral.

Estão aqui apresentados os resultados obtidos através do processamento, apresentação, interpretação e integração de dados geofísicos entre si e destes à geologia conhecida em trabalho realizado para o Projeto Rio do Sangue, situado na porção noroeste do Estado de Mato Grosso.

Foram utilizados 30.360 km lineares de dados de magnetometria e gamaespectrometria aéreas, que cobrem uma área com aproximadamente 54.000 quilômetros quadrados.

Procurou-se a geração de produtos que possibilitassem ter uma idéia do complexo arcabouço geológico da área. Além disso, houve o interesse em estudar aspectos relevantes para as mineralizações de ouro, chumbo e diamante.

Foram estudados aspectos proeminentes na distribuição das propriedades físicas de magnetização que conduzem as assinaturas no campo geofísico correspondente. As respostas gamaespectrométricas revelam possíveis unidades geológicas que ainda não foram mapeadas.

Com relação ao mapeamento geológico, a gamaespectrometria revelou um conjunto de assinaturas cuja análise em campo pode acrescentar detalhes sobre a distribuição dos litotipos que compõem a geologia da região. A magnetometria introduziu uma idéia do arcabouço tectônico/estrutural agregado a estes litotipos, e permitiu complementar o quadro apresentado pela gamaespectrometria e extrapolá-lo para a subsuperfície.

Os principais lineamentos gamaespectrométricos e magnéticos e sua interpretação têm direção principal NW-SE. Interpreta-se que dois sistemas dominam as orientações das feições lineares na região: 1) o sistema com direção NW-SE e 2) o sistema NE-SW. A interpretação mostra que, em geral, o sistema NE-SW corta o sistema com orientação NW-SE. Conclui-se então, que o segundo sistema estrutural é mais antigo que o primeiro.

Indicações sobre evidências de mineralizações de ouro, chumbo e diamante foram investigadas com a finalidade de aportar algum subsídio sobre a importância geoeconômica dos achados geofísicos. Essas mineralizações estão associadas às estruturas interpretadas para a área. As áreas potenciais para ouro, chumbo e diamante têm suas bordas balizadas principalmente pelos

lineamentos com direção NW-SE. A maioria dessas áreas está localizada na porção oeste da área, região caracterizada pelas unidades magnéticas com assinaturas mais altas.

É sugerida a implementação de novos projetos de mapeamentos geológicos e geofísicos de maior detalhe. Uma futura etapa de campo poderá constatar a possível correlação entre as unidades integradas neste trabalho e a geologia local. As áreas potenciais aqui sugeridas podem ser incrementadas através de projetos de prospecção geoquímica detalhados nas regiões de interesse. Com isso, novas áreas potenciais para a prospecção mineral poderão ser indicadas.

ABSTRACT

Although the intensification of the studies on the Amazon region, until today many informations about this area is still unknown. Inside this context, a qualitative interpretation of the airborne geophysical data was realized to provide an understanding of the geologic-structural framework of the region and to assist on the characterization of potential areas for mineral prospection.

It is presented here results obtained with the processing, presentation, interpretation and integration of geophysical data, not only isolated and among themselves but also from these to the known geology in a task developed using airborne geophysical data of the Rio do Sangue Project, situated in the northwest portion of Mato Grosso State.

It involved the use of 30.360 line km airborne magnetometry and gamma ray-spectrometry data distributed over an area with about 54,000 sq km.

The focus was on the generation of products that enable to have a glimpse on the intricate geological frame-work in the project area and to study relevant aspects for the Au, Pb and diamond mineralization.

Studies on relevant aspects on the physical property distributions of magnetization that govern the pertinent physical field signatures were developed. The gamma ray-spectrometry data exposes possible geological units that were not yet mapped.

The gamma-ray spectrometry disclosed a set of signatures whose analysis in field can add details on the rocks that compose the region. The magnetometry gave an idea of tectonic/structural framework added to this rocks and allowed to complement the information gathered by the gamma-ray spectrometry and to extend it through subsurface.

The main gamma-ray spectrometry and magnetic structures was interpreted to have main NW-SE direction. It was seen that two systems dominate the orientations of the linear feições in the region: the systems with NW-SE and NE-SW directions. The interpretation showed that, in general, the first system (NW-SE) cuts the system with NE-SW orientation. It follows that the second structural system is older than the first one.

Indications on evidences of Au, Pb and diamond mineralizations had been investigated with the purpose to provide some clues about geoeconomical importance of the geophysical findings. These mineralization seems to be associated to the interpreted structures in the area. The potential areas for Au, Pb and diamond have its edges marked out, mainly, by the NW-SE structures. Most of

these areas is located in the west portion of the area, which is characterized by the magnetic units with higher signatures.

The implementation of new projects of detailed geologic and geophysical mappings is here suggested. They will be able to evidence the possible correlation about the integrated units in this work and known geology. The potential areas here suggested can be developed through detailed geochemistry prospection projects in the interest regions. In this context, new potential areas for the mineral prospection could be indicated.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	I
AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XIV
1 – INTRODUÇÃO	15
1.2 - Proposições Básicas	16
2 – LOCALIZAÇÃO	17
2.1 – Fisiografia	18
2.1.1 - Clima	18
2.1.2 – Vegetação	18
2.1.3 – Hidrografia	18
2.1.4 – Geomorfologia	18
3 – GEOLOGIA	22
3.1 - Introdução	22
3.2 – O Craton Amazônico	22
3.3 – A Província Rio Negro - Juruena	25
3.4 – Domínios Tectônicos	27
3.4.1 – <i>Inlier</i> Bacaeri-Mogno	28
3.4.2 – Domínio Juruena	29
3.4.3 – Domínio Roosevelt-Aripuanã	29
3.4.4 – Bacia Dardanelos	32
3.4.5 – Bacia dos Parecis	33
3.5 – Mineralizações na Área	34
3.5.1 – Depósito Polimetálico de Aripuanã	35
3.5.2 – Província Kimberlítica de Juína	36
4 - BASE DE DADOS	38
4.1 – Características do Projeto Rio do Sangue	38
4.2 – Banco de Dados Aerogeofísicos	39
5 – PROCESSAMENTO DOS DADOS AEROGEFÍSICOS DO PROJETO RIO DO SANGUE E GERAÇÃO DE TEMAS RELEVANTES PARA MAPEAMENTO GEOLÓGICO E EXPLORAÇÃO MINERAL	40
5.1 – Processamento dos Dados Gamaespectrométricos	40
5.1.1 – Análise dos Dados	40
5.1.2 – Testes de Consistência (Controle dos Dados)	40
5.1.3 – Interpolação dos Dados em Malha Regular	41
5.1.4 – Tamanho da Célula e Métodos de Interpolação	41
5.1.5 – Micronivelamento	43
	IX

5.2 – Processamento dos Dados Magnéticos	45
5.2.1 – Análise dos Dados	46
5.2.2 – Testes de Consistência (Controle dos Dados)	46
5.2.3 – Tamanho da Célula e Métodos de Interpolação	46
5.2.4 – Micronivelamento	47
5.3 - Processamento das Imagens Gamaespectrométricas e Magnéticas	48
6 – INTERPRETAÇÃO DOS DADOS GAMAESPECTROMÉTRICOS	49
6.1 – Apresentação	49
6.2 – Análise e Interpretação dos Dados Gamaespectrométricos	49
6.2.1 – Canal da Contagem (Radiométrica) Total – CT	50
6.2.2 - Tório	52
6.2.3 – Potássio	55
6.2.4 – Urânio	58
6.2.5 – Imagens Ternárias (RGB e CMY)	60
6.2.6 - Imagens das Razões (Th/K, U/K e U/Th)	64
6.2.7 - Domínios Gamaespectrométricos	70
6.2.8 - Estruturas Gamaespectrométricas	74
6.2.9 - Mapa dos Domínios e Estruturas Gamaespectrométricas Interpretadas	76
7 - INTERPRETAÇÃO DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS	79
7.1 - Introdução	79
7.2 - Análise e Interpretação dos Dados Magnéticos	79
7.2.1 – Espectro de Potência Ponderado Radialmente	81
7.2.2 – Campo Magnético Residual (CMR) e suas Transformadas	82
7.2.3 - Domínios Magnéticos	93
7.2.4 - Estruturas Magnéticas	101
7.2.5 – Mapa dos Domínios e Estruturas Magnéticas Interpretadas	106
8 – INTEGRAÇÃO DOS DADOS AEROGEFÍSICOS E GEOLÓGICOS DA REGIÃO NW DO MATO GROSSO: IMPLICAÇÕES PARA PROSPECÇÃO MINERAL	109
8.1 - Integração dos Dados Aerogeofísicos (gamaespectrometria e magnetometria)	109
8.1.1 Integração dos Domínios Geofísicos	109
8.1.2 Integração das Estruturas Geofísicas	113
8.1.3 Integração dos Domínios e Estruturas Geofísicas	116
8.2 - Integração dos Dados Aerogeofísicos com a Geologia	118
8.2.1 - Unidades Integradas	118
8.3 – Contribuição à Prospecção Mineral	141
8.3.1 – Áreas Potenciais para Ouro	142
8.3.2 – Áreas Potenciais para Zinco	144
8.3.3 – Áreas Potenciais para Diamante	146
9 - CONCLUSÕES	151
10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Localização da área do Projeto Rio do Sangue.	17
Figura 2.2 – Mapa esquemático da compartimentação geomorfológica da área do projeto Rio do Sangue (Modificado de SEPLAN-MT, 2007).	20
Figura 2.3 - Imagem SRTM da área do Projeto Rio do Sangue.	21
Figura 3.1 – Mapa com as províncias geocronológicas do Cráton Amazônico e a localização da área do Projeto Rio do Sangue (Modificado de Tassinari & Macambira, 1999).	23
Figura 3.2 – Mapa com os domínios tectônicos da área do Projeto Rio do Sangue (Fonte: MME, 2004).	27
Figura 3.3 – Mapa com as unidades geológicas que compõem a área do Projeto Rio do Sangue (Fonte: MME, 2004).	28
Figura 3.3 – Mapa com a localização dos recursos minerais na área do Projeto Rio do Sangue - ouro, diamante e chumbo (Fonte: MME, 2004).	34
Figura 4.1 - Mapa com a orientação das linhas de vôo (N-S) e de controle (E-W) do levantamento aerogeofísico do Projeto Rio do Sangue.	38
Figura 5.1 - Perfis dos canais de contagem total original e final (método da mínima curvatura).	43
Figura 5.2 – Comparação entre a imagem do canal de urânio original e do canal de urânio final (após o micronivelamento).	45
Figura 5.3 - Perfis dos canais do Campo Magnético Residual original e final (método da mínima curvatura).	46
Figura 5.4 – Comparação entre a imagem do canal do campo magnético residual (CMR) original e final (após o micronivelamento).	47
Figura 6.1 – Imagem do canal da contagem total (CT).	51
Figura 6.2 – Comparação entre a imagem do canal da contagem total (CT) e a imagem SRTM.	52
Figura 6.3 - Imagem do canal do tório (Th).	54
Figura 6.4 – Comparação entre a imagem do canal do tório (Th) e a imagem SRTM.	55
Figura 6.5 – Imagem do canal do potássio (K).	57
Figura 6.6 – Comparação entre a imagem do canal do potássio (K) e a imagem SRTM.	58
Figura 6.7 – Imagem do canal do urânio (U).	59
Figura 6.8 – Comparação entre a imagem do canal do urânio (U) e a imagem SRTM.	60
Figura 6.9 - Imagem da composição em falsa cor RGB (K-Th-U).	62
Figura 6.10 - Imagem da composição em falsa cor CMY (K-Th-U).	63

Figura 6.11 – Imagem da razão Th/K.	65
Figura 6.12 – Imagem da razão U/K.	67
Figura 6.13 – Imagem da razão U/Th.	69
Figura 6.14 - Mapa dos domínios gamaespectrométricos interpretados.	73
Figura 6.15 - Mapa das estruturas gamaespectrométricas interpretadas.	75
Figura 6.16 - Diagrama de roseta mostrando o comportamento das estruturas lineares das imagens gamaespectrométricas. As principais estruturas situam nos quadrantes NW e NE. Estruturas E-W também são observadas.	76
Figura 6.17 - Mapa da integração dos domínios e estruturas gamaespectrométricas interpretadas.	78
Figura 7.1 - Espectro de potência ponderado radialmente para o campo magnético residual (CMR).	82
Figura 7.2 - Imagem do Campo Magnético Residual (CMR).	83
Figura 7.3 - Imagem da intensidade do campo magnético residual continuado a uma altura de 500 metros (CNUP).	86
Figura 7.4 – Imagem do campo pseudo-gravimétrico (PSEUDOGRAV) do CMR.	88
Figura 7.5 – Imagem da primeira derivada vertical do campo magnético (DZ).	90
Figura 7.6 – Imagem do campo magnético residual reduzido ao pólo (REDP).	92
Figura 7.7 – Imagem da amplitude do sinal analítico (ASA).	94
Figura 7.8 – Imagem da composição colorida da amplitude (ASA) e da inclinação (ISA) do sinal analítico (AISAc).	95
Figura 7.9 – Imagem da composição colorida da amplitude (ASA) e cinza da inclinação (ISA) do sinal analítico (AcISA).	96
Figura 7.10 - Imagem da susceptibilidade magnética aparente do campo magnético residual (SUSCAP).	98
Figura 7.11 – Imagem dos domínios magnéticos interpretados.	100
Figura 7.12 – Imagem da inclinação do sinal analítico (ISA).	102
Figura 7.13 – Imagem da composição da ASA em tons de cinza e da ISA colorida (AIcSA).	103
Figura 7.14 – Mapa das estruturas magnéticas interpretadas.	104
Figura 7.15 - Diagrama de roseta obtido da análise dos lineamentos magnéticos.	105
A direção principal tem direção WNW-ESE. Um segundo conjunto de estruturas tem direção E-W e um terceiro conjunto de lineamentos é observado com direção NE-SW.	105
Figura 7.16 – Mapa dos domínios e das estruturas magnéticas interpretadas.	107

Figura 8.1 – Mapas de comparação entre os domínios gamaespectrométricos (A) e os domínios magnéticos (B).	111
Figura 8.2 – Mapa das unidades integradas.	112
Figura 8.3 – Diagrama de roseta obtido através da integração dos lineamentos gamaespectrométricos (azul) e magnéticos (vermelho).	113
Figura 8.4 - Mapa das estruturas integradas.	115
Figura 8.5 – Mapa com as unidades e estruturas integradas.	117
Figura 8.6 – Mapa das unidades integradas associadas ao Grupo Roosevelt.	122
Figura 8.7 – Mapa das unidades integradas associadas à Unidade Fontanillas.	124
Figura 8.8 – Mapa das unidades integradas associadas ao Granito Aripuanã.	125
Figura 8.9 – Mapa das unidades integradas associadas ao Granito Rio Vermelho, Alcalinas Canamã e Suíte Nova Canaã – Unidade 2.	127
Figura 8.10 – Mapa das unidades integradas associadas à Unidade Juara.	129
Figura 8.11 – Mapa das unidades integradas associadas à Suíte Intrusiva São Pedro.	131
Figura 8.12 – Mapa das unidades integradas associadas ao Complexo Bacaeri-Mogno.	132
Figura 8.13 – Mapa das unidades integradas associadas à Suíte Intrusiva São Romão.	134
Figura 8.14 – Mapa das unidades integradas associadas à Formação Dardanelos.	136
Figura 8.15 – Mapa das unidades integradas associadas à Formação Dardanelos – Unidade 3.	137
Figura 8.16 – Mapa das unidades integradas associadas à Formação Fazenda Casa Branca.	139
Figura 8.17 – Mapa das unidades integradas associadas aos Depósitos Aluvionares.	141
Figura 8.6 – Mapas com as áreas potenciais para ouro: A) sobre as unidades geológicas; B) sobre os domínios gamaespectrométricos e C) sobre os domínios magnéticos.	143
Figura 8.7 - Mapas com as áreas potenciais para zinco: A) sobre as unidades geológicas; B) sobre os domínios gamaespectrométricos e C) sobre os domínios magnéticos.	145
Figura 8.8 – Mapas com as áreas potenciais para kimberlitos: A) sobre as unidades geológicas; B) sobre os domínios gamaespectrométricos e C) sobre os domínios magnéticos.	147
Figura 8.9 - Mapas com as áreas potenciais para placers diamantíferos: A) sobre as unidades geológicas; B) sobre os domínios gamaespectrométricos e C) sobre os domínios magnéticos.	148
Figura 8.10 – Mapas com as áreas potenciais para chumbo (verde), ouro (vermelho), placers diamantíferos (azul) e kimberlitos (cinza).	149

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Coordenadas UTM (em metros) e geográficas (graus) dos vértices do polígono delimitador para o Projeto Rio do Sangue. Coordenadas UTM conforme datum: SAD-69 referidas ao meridiano central de 57° LS.	17
Tabela 4.1 – Tabela dos parâmetros utilizados no aerolevanteamento do Projeto Rio do Sangue.	39
Tabela 4.2 – Canais do banco de dados do Projeto Rio do Sangue	39
Tabela 6.1: Tabela com a classificação dos domínios gamaespectrométricos por seus teores de K, Th e U interpretados para o Projeto Rio do Sangue.	71
Tabela 7.1 - Tabela com a classificação dos domínios magnéticos.	99
Tabela 8.1 – Correlação entre unidades integradas, domínios gamaespectrométricos, domínios magnéticos e geologia.	118

1 – INTRODUÇÃO

Apesar da intensificação dos estudos sobre a região Amazônica, até hoje muitas informações sobre a área continuam desconhecidas. A grande extensão territorial e o fato de ser uma área pouco povoada e conseqüentemente pouco conhecida, favorecem a manutenção desta situação. São grandes os contrastes culturais e socioeconômicos em relação às outras regiões do Brasil.

Dentro desse contexto, procurou-se realizar um trabalho utilizando a interpretação qualitativa dos dados aerogeofísicos que pudesse fornecer informações para uma maior compreensão do arcabouço geológico-estrutural da região e auxiliar a caracterização de áreas potenciais para prospecção mineral.

Os métodos geofísicos são ferramentas muito importantes para a aquisição de informações que auxiliam o entendimento da geologia e acrescentam-lhe uma visão tridimensional. É comum, devido à praticidade e objetividade, a utilização de métodos que derivam da medição de campos produzidos por fontes naturais e que possam ser medidos a partir de plataformas aerotransportadas, como é o caso do campo magnético terrestre e da emissão natural das radiações gama.

A aerogeofísica possibilita a medição sistemática destes campos sobre qualquer tipo de superfície de forma rápida e econômica e sem os problemas de se adentrar propriedades alheias. A interpretação dos seus resultados possibilita formar uma idéia da distribuição dos contrastes em propriedades físicas que os materiais geológicos normalmente exibem relativamente aos dois métodos em foco. Dessa forma, é possível acrescentar uma série de informações às geológicas existentes.

Para a compreensão das assinaturas geofísicas medidas é necessário fazer o caminho inverso, que consiste em se deduzir qual o modelo físico atribuível às fontes que o produziu e depois, passar destas para o modelo geológico equivalente.

Para a realização do processamento procurou-se organizar, homogeneizar espacialmente e apresentar os dados geofísicos para que fosse possível gerar temas com o objetivo de detalhar os domínios físicos, suas zonas de descontinuidade e suas relações espaciais usando-se o estado-da-arte nas técnicas de estudo dos dados provenientes destes métodos.

O processo de visualização, interpretação e integração foi desenvolvido em Sistema de Informações Geográficas (SIG), permitindo a interação das diversas imagens transformadas dos campos geofísicos medidos com os produtos gerados a partir destas e também integrações com as demais informações geológicas disponíveis.

As fases de processamento e interpretação desenvolvidas tiveram como objetivos básicos fornecer subsídios ao mapeamento geológico e à prospecção mineral. No caso do mapeamento geológico, procurou-se melhorar o entendimento das relações espaciais e estruturação dos diferentes domínios litológicos capazes de fornecer assinaturas geofísicas nos métodos empregados. Em relação à prospecção mineral, foram realçadas assinaturas geofísicas para que, com suporte da geologia, pudessem caracterizar os alvos de interesse às pesquisas nessa área.

1.2 - PROPOSIÇÕES BÁSICAS

Os principais objetivos deste trabalho são a contribuição ao mapeamento geológico e a definição de áreas potenciais para as mineralizações conhecidas na área (ouro, chumbo e diamante). Para isso serão utilizadas técnicas de melhoria e realce sobre o conjunto de dados de gamaespectrometria e magnetometria, seguidas da integração da informação gerada a partir desses procedimentos com o conhecimento geológico existente para a área.

Dessa forma, será possível melhorar o entendimento do arcabouço geológico e a tectônica regional, bem como fornecer subsídios à prospecção mineral.

2 – LOCALIZAÇÃO

A área do Projeto Rio do Sangue localiza-se na porção noroeste do Estado de Mato Grosso, abrangendo uma área de 54.000 km² (Figura 2.1).

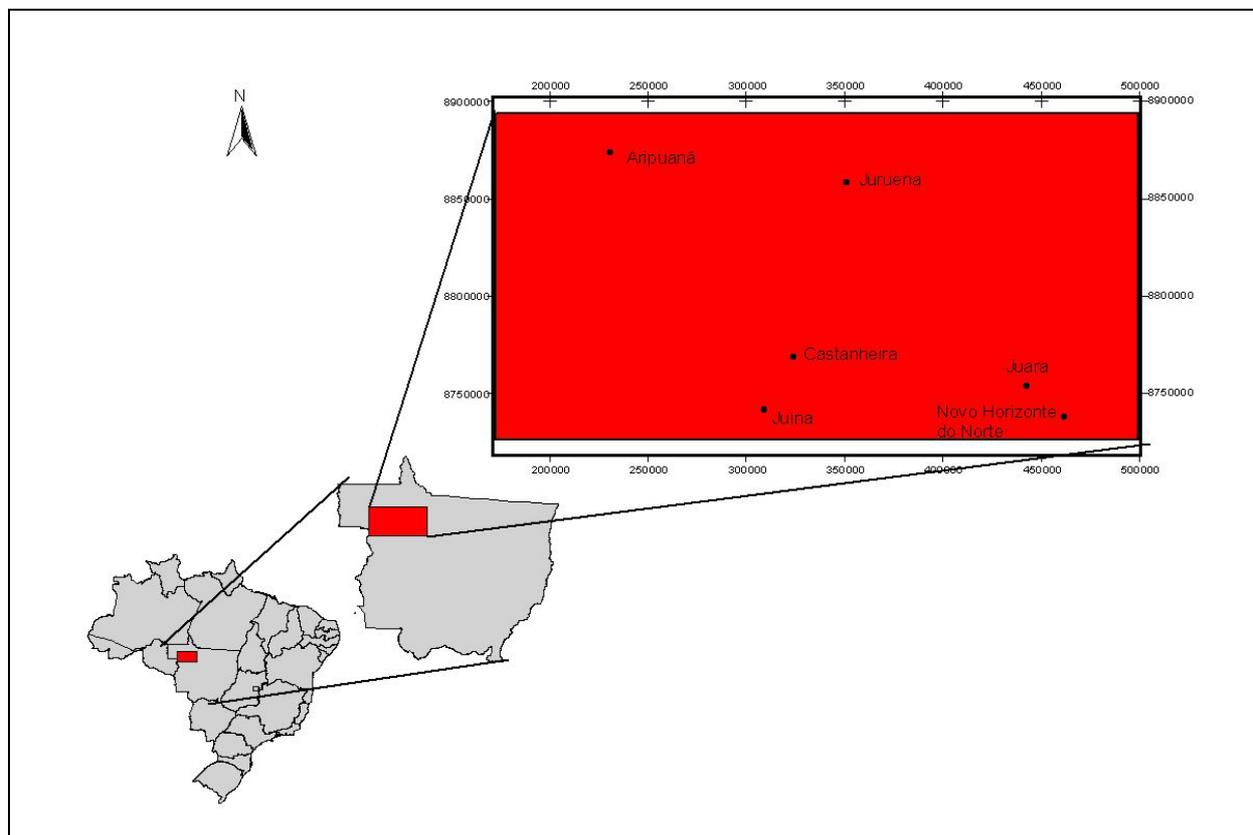


Figura 2.1 – Localização da área do Projeto Rio do Sangue.

Tabela 2.1 – Coordenadas UTM (em metros) e geográficas (graus) dos vértices do polígono delimitador para o Projeto Rio do Sangue. Coordenadas UTM conforme datum: SAD-69 referidas ao meridiano central de 57° LS.

Vértices	UTM (E)	UTM (N)	Latitude (S)	Longitude (W)
1	171.058	8.893.079	10°	60°
2	500.000	8.894.575	10°	57°
3	500.000	8.728.720	11.3°	57°
4	172.682	8.727.010	11.3°	60°

2.1 – FISIOGRAFIA

2.1.1 - Clima

A região é caracterizada por sensível variedade de climas. Prevalece o tropical super-úmido de monção, com elevada temperatura média anual, superior a 26° C; e o tropical, com chuvas de verão e inverno seco, caracterizado por médias de 23° C no planalto. O índice pluviométrico local atinge por volta dos 2.000 mm anuais sendo, portanto, considerado alto. A porção sul do estado é marcada pela seca reduzindo-se de forma gradativa na medida em que avança rumo à região norte (Ambientebrasil, 2006).

2.1.2 – Vegetação

Predominam as florestas (prosseguimento da Floresta Amazônica). Já na região limítrofe do pantanal mato-grossense, podem ser avistadas tipologias vegetais de cerrados e campos (Ambientebrasil, 2006).

2.1.3 – Hidrografia

O Rio Juruena é a principal drenagem da área, e caracteriza-se por cortar toda a área, de norte a sul. O segundo rio mais importante em extensão é o Rio Arinos, e prolonga-se da região central da área até sua porção sudeste. O Rio do Sangue possui extensão menor do que os anteriores e dá nome ao projeto cujos dados foram processados. Este rio está localizado na porção centro-sul da área.

2.1.4 – Geomorfologia

O relevo do Estado do Mato Grosso repousa sobre a porção do escudo brasileiro denominada de Maciço Central, Maciço do Brasil Central ou, ainda, Maciço Mato-Grossense. Este representa um vasto conjunto de áreas de escudo exposto, exibindo complexas estruturas geológicas, sobre as quais vieram a se depositar sedimentos (SEPLAN-MT, 2007).

Na área são identificadas duas compartimentações geomorfológicas principais: a) Plataforma Amazônica e b) Coberturas Sedimentares da Plataforma (Figura 2.2), divididas da seguinte forma:

a) Plataforma Amazônica:

- Planaltos Residuais do Norte do Mato Grosso:

Esta unidade é representada por um conjunto de relevo descontínuo muito dissecado, formando uma série de interflúvios ressaltados topograficamente sobre a superfície da Depressão do Norte de Mato Grosso. Estas áreas possuem altimetrias que variam entre 300 e 500 m. Apresenta-se fragmentada em inúmeros blocos dando ao conjunto a caracterização de relevos residuais (SEPLAN-MT, 2007).

- Depressão do Norte do Mato Grosso:

Representa o piso do relevo regional, apresentando altimetrias que variam entre 125 m e 300 m. Por caracterizar-se como uma unidade de amplas proporções e ser uma superfície baixa, apresenta-se com diversas segmentações, sendo ora dividida por planaltos residuais, ora interpenetrando relevos residuais mais altos (SEPLAN-MT, 2007).

b) Coberturas Sedimentares da Plataforma:

- Chapada de Dardanelos

Esta Chapada compreende um grande bloco ressaltado, praticamente contornado pela superfície mais rebaixada da Depressão do Norte de Mato Grosso. Trata-se de um relevo constituído por um planalto sedimentar de estrutura subhorizontal, com algumas deformações locais. A altimetria da chapada varia entre 300 e 400 m (SEPLAN-MT, 2007).

- Serra dos Caiabis

Apresenta bordas elevadas e a parte interior deprimida, compreendendo um graben topograficamente invertido, composto por rochas pré-cambrianas da Formação Dardanelos. As cotas mais altas foram registradas sobre os patamares estruturais que compõem a borda ocidental da Serra, atingindo cerca de 450 m (SEPLAN-MT, 2007).

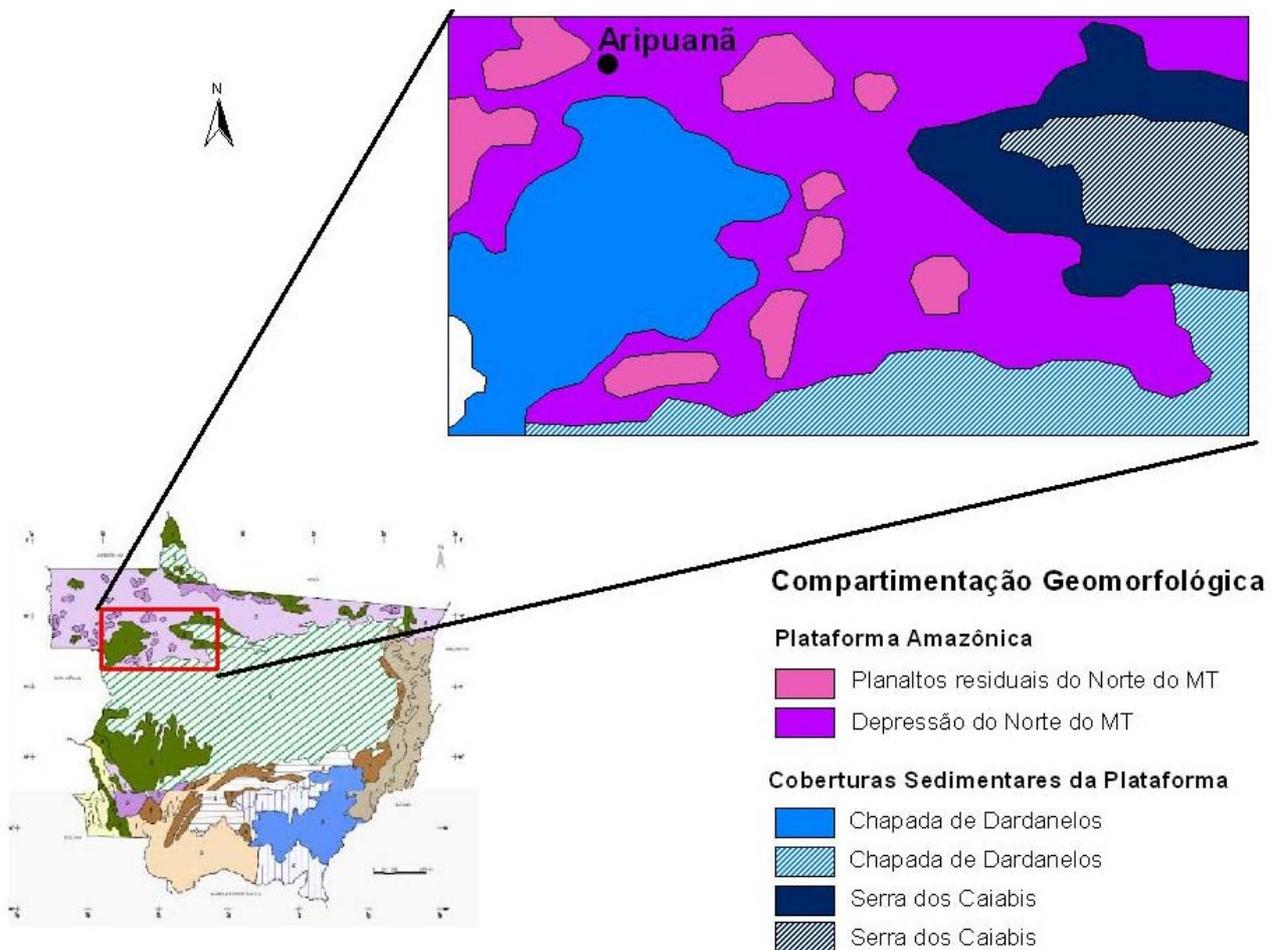


Figura 2.2 – Mapa esquemático da compartimentação geomorfológica da área do projeto Rio do Sangue (Modificado de SEPLAN-MT, 2007).

Para uma maior compreensão do relevo, foram obtidos dados de SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da área do Projeto Rio do Sangue (CNPM, 2007). A imagem de SRTM (Figura 2.3) foi gerada a partir de uma base de dados de alta resolução (NASA, 2007).

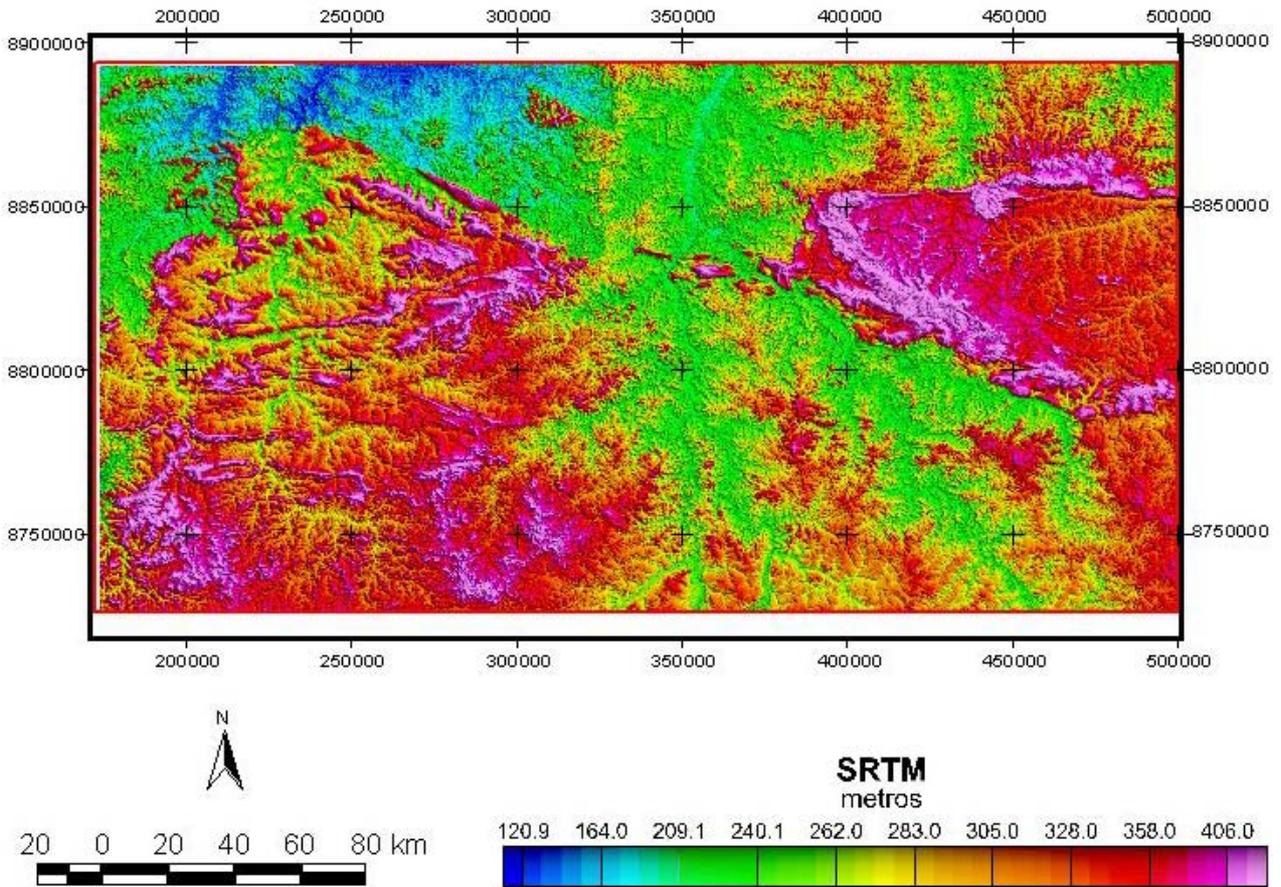


Figura 2.3 - Imagem SRTM da área do Projeto Rio do Sangue.

3 – GEOLOGIA

3.1 - INTRODUÇÃO

A área do Projeto Rio do Sangue localiza-se na porção sudoeste do Cráton Amazônico, uma das maiores áreas cratônicas do mundo que abrange uma superfície de aproximadamente $4,3 \times 10^5$ km² (Tassinari & Macambira, 2004). O cráton é dividido em dois escudos, o do Guaporé e o das Guianas, separados pelas rochas sedimentares da Bacia paleozóica do Amazonas (Tassinari & Macambira, 2004). De acordo com Tassinari & Macambira (1999), o Cráton Amazônico é dividido em seis províncias geocronológicas maiores: Amazônia Central, Maroni-Itacaiúnas, Ventuari-Tapajós, Rio Negro-Juruena, Rondoniana-San Ignacio e Sunsás.

A região de estudo insere-se na Província Geocronológica Rio Negro–Juruena, dispendo-se paralelamente à Província Ventuari-Tapajós (Tassinari & Macambira, 2004). A Província Rio Negro-Juruena compõe um domínio evolutivo multi-orogênico também representado pelas Províncias Rodoniana-San Ignacio e Sunsás (Rizzotto *et al.* 2002).

3.2 – O CRATON AMAZÔNICO

Com a evolução dos conhecimentos geológicos da região do Cráton Amazônico, diversas propostas sobre sua evolução tectônica foram elaboradas por vários autores. O aumento de estudos isotópicos e as definições de províncias geocronológicas propiciaram uma melhor compreensão dos processos de evolução crustal. Com o avanço do conhecimento geológico de diversas áreas-chave da Amazônia e do acervo geocronológico disponível, a linha de modelo tectônico baseada nos conceitos atualísticos das orogenias modernas foi fortemente suportada. Segundo este modelo, durante o Arqueano, Paleo e Mesoproterozóico, teria ocorrido uma sucessão de arcos magmáticos envolvendo a formação de material juvenil, derivado do manto, como também processos subordinados de retrabalhamento crustal (Tassinari & Macambira, 2004).

Tassinari & Macambira (1999) definiram o conceito de Província Geocronológica como sendo grandes zonas dentro das áreas cratônicas, onde um determinado padrão geocronológico é predominante. Os limites entre as províncias são traçados com base nas idades do embasamento metamórfico e nas características geológicas (Tassinari & Macambira, 2004).

Segundo Tassinari & Macambira (1999), o Cráton Amazônico pode ser dividido em seis províncias geocronológicas, que compreendem a Província Amazônia Central – PAC (>2,3 Ga), Província Maroni-Itacaiúnas – PMI (2,2 – 1,95 Ga), Província Ventuari-Tapajós – PVT (1,95 -1,8 Ga), Província Rio Negro-Juruena – PRNJ (1,8 – 1,55 Ga), Província Rondoniana-San Ignácio – PRSI (1,55 – 1,3 Ga) e Província Sunsás – PS (1,3 – 1,0 Ga). A localização dessas províncias pode ser observada na Figura 3.1.

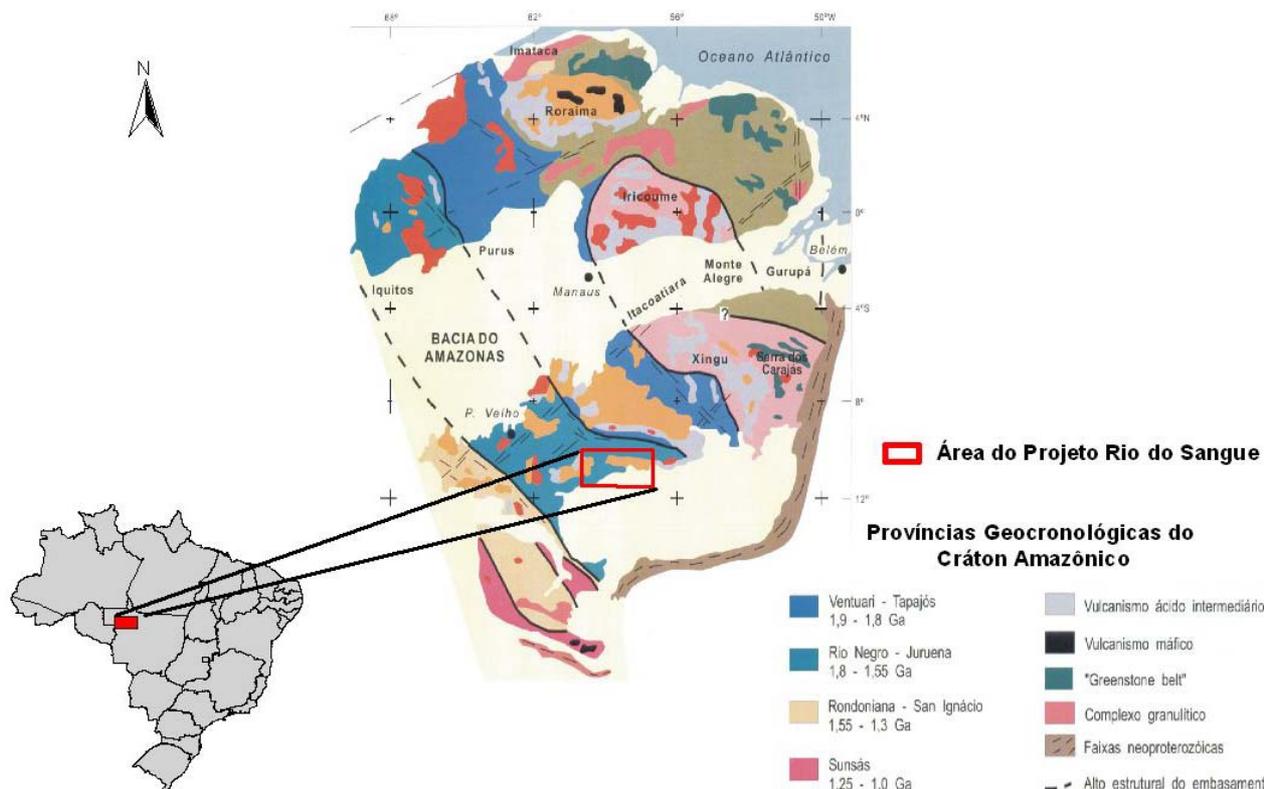


Figura 3.1 – Mapa com as províncias geocronológicas do Cráton Amazônico e a localização da área do Projeto Rio do Sangue (Modificado de Tassinari & Macambira, 1999).

As composições isotópicas de Sr, Pb e Nd de rochas ígneas têm demonstrado que o crescimento da crosta continental do cráton, durante o Proterozóico, envolveu adição de materiais juvenis e de magmas gerados por processos de retrabalhamento de rochas preexistentes (Tassinari & Macambira, 2004). As Províncias Ventuari-Tapajós, Rio Negro-Juruena e parte das Províncias Maroni-Itacaiúnas e Rondoniana-San Ignácio evoluíram através de sucessivos arcos magmáticos produzindo acreções continentais a partir de magmas derivados do manto superior (Tassinari & Macambira, 2004).

A Província Amazônia Central é composta pela crosta continental mais antiga do Cráton Amazônico não afetada pela orogenia Transamazônica (Tassinari & Macambira, 1999). Esta província foi dividida por Tassinari & Macambira (1999) em dois blocos principais: Carajás-Iricoumé e Roraima. O Bloco Carajás-Iricoumé é subdividido em duas áreas: Carajás e Xingu-Iricoumé (Tassinari & Macambira, 1999). A Área Carajás é a mais importante província mineral do Brasil. Foi formada e tectonicamente estabilizada durante o Arqueano e é dividida em três domínios de direção E-W (Docegeo, 1988; Costa *et al.*, 1995 *in* Tassinari & Macambira, 2004): Cinturão de Cisalhamento Itacaiúnas, terreno granito-*greenstone* de Rio Maria e terreno granito-*greenstone* de Inajá, este último denominado por Costa *et al.*, (1995, *in* Tassinari & Macambira, 2004) de Cinturão de Cisalhamento Pau D'Arco. A Área Xingu-Iricoumé é composta por rochas vulcânicas e plutônicas Paleoproterozóicas não metamorfizadas cobertas por seqüências sedimentares (Tassinari & Macambira, 1999). O Bloco Roraima ocorre na parte norte do Cráton Amazônico e é separado do Bloco Carajás-Iricoumé pela Província Maroni-Itacaiúnas (Tassinari & Macambira, 1999). De acordo com Schobbenhaus *et al.* (1994 *in* Tassinari & Macambira, 1999), este bloco é completamente coberto pelas rochas vulcânicas ácidas Surumu (2,0 – 1,95 Ga) e por seqüências sedimentares do Grupo Roraima.

De acordo com Tassinari & Macambira (2004), a Província Maroni-Itacaiúnas contorna a Província Amazônia Central. É caracterizada por uma grande exposição de unidades metavulcânicas e metassedimentares, deformadas e metamorfizadas nas fácies xisto-verde a anfíbolito e por terrenos gnáissicos-migmatíticos e granulíticos (Tassinari & Macambira, 1999).

A Província Ventuari-Tapajós trunca o segmento NE-SW do cinturão Maroni-Itacaiúnas, sendo que os limites geográficos com este cinturão não são claramente definidos, pois os contatos entre essas duas províncias parecem ser transicional (Tassinari & Macambira, 2004). Limita-se também com a parte ocidental da Província Amazônia Central, estendendo-se desde o sul da Venezuela até a região do rio Tapajós, no sudoeste do Estado do Pará (Tassinari & Macambira, 1999). A porção norte da província é composta por rochas granito-gnáissicas com composições granodioríticas a quartzo-dioríticas, gabros e anfíbolitos (Tassinari & Macambira, 1999). Na parte sul ocorrem terrenos gnáissicos-migmatíticos de composições variadas, granodioritos, quartzo-dioritos, tonalitos, migmatitos e granitóides sintectônicos (Tassinari & Macambira, 2004).

A Província Rondoniana-San Ignácio encontra-se situada na parte sudoeste do cráton limitando-se, em parte, com a Província Rio Negro-Juruena, através da zona de falha Marechal Rondon, que possui direção NW-SE (Tassinari & Macambira, 2004). O embasamento (1,55 a 1,30

Ga) é composto por terrenos granito-gnáissico-migmatíticos e rochas granulíticas (Tassinari & Macambira, 1999). A província é dividida em terrenos e zonas orogênicas, assim denominados: a) Terreno Rio Alegre; b) Orogenia Santa Helena; e c) Orogenia Rondoniana-San Ignácio (Scandolara *et al.*, 1999; Gerald *et al.*, 1999 *in* Tassinari & Macambira, 2004). O Terreno Rio Alegre compreende rochas plutônicas máficas e ultramáficas e rochas vulcânicas associadas a formações ferríferas bandadas e *cherts* que ocorrem no Vale do Rio Alegre, no Estado do Mato Grosso (Tassinari & Macambira, 2004). A Orogenia Santa Helena é representada pelo batólito granítico de Santa Helena, situado entre o Terreno Rio Alegre e a Província Rio Negro-Juruena (Tassinari & Macambira, 2004). O batólito é formado por granitos foliados cujas fácies principais são biotita-granito, magnetita-granito, biotita-anfibólio-granito e granodiorito (Menezes *et al.*, 1993).

A Província Sunsás é a unidade tectônica mais jovem do Cráton Amazônico e está situada na porção sudoeste da área cratônica (Tassinari & Macambira, 1999). As rochas que compõem a província foram geradas pela erosão da crosta continental mais antiga, pela deposição e subsequente deformação e metamorfismo desses sedimentos (Tassinari & Macambira, 1999). Esta província pode ser subdividida em três domínios geológicos: a) Cinturão Móvel Sunsás, na Bolívia (Litherland & Bloomfield, 1981 *in* Tassinari & Macambira, 2004); b) Cinturão de Cavalcamento Aguapeí (Saes & Frago *et al.*, 1994 *in* Tassinari & Macambira, 2004); e c) Seqüência metavulcano-sedimentar Nova Brasilândia (Rizzotto *et al.*, 1999 *in* Tassinari & Macambira, 2004). O padrão geocronológico do Cinturão Móvel Sunsás mostra que o metamorfismo, deformação e magmatismo ocorreram entre 1280 e 950 Ma. (Tassinari & Macambira, 2004). As rochas metassedimentares do ciclo Sunsás são representadas por metaconglomerados, metassiltitos, filitos, ardósias e metarenitos (Tassinari & Macambira, 2004). O Cinturão de Cavalcamento Aguapeí compreende rochas sedimentares deformadas em ambiente cratogênico caracterizadas por arenitos, conglomerados e rochas pelíticas (Tassinari & Macambira, 2004). A Seqüência metavulcano-sedimentar Nova Brasilândia consiste de mica-quartzo xistos, paragneisses, rochas cálcio-silicatadas e anfibolitos. As rochas dessa seqüência são intrudidas por granitóides datados entre 1,1 e 0,98 Ga (Tassinari & Macambira, 2004).

3.3 – A PROVÍNCIA RIO NEGRO - JURUENA

Esta província ocorre na porção ocidental do Cráton Amazônico e é constituída por uma zona intensa de ocorrência de granitos e migmatitos, desenvolvida através de uma sucessão de arcos

magmáticos de idades entre 1,8 e 1,55 Ga (Tassinari & Macambira, 2004). Devido ao avanço do conhecimento geológico e geocronológico é possível diferenciar dois segmentos tectônicos distintos na província: a) *greenstone belt* do Alto Jauru (1,79 – 1,75 Ga); e b) Orógeno Cachoeirinha (1,58 – 1,52 Ga) (Geraldès *et al.*, 1999 *in* Tassinari & Macambira, 2004).

O embasamento da província é composto por gnaisses, granodioritos, tonalitos, migmatitos, granitos e anfíbolitos (Tassinari & Macambira, 2004). As direções estruturais predominantes são NW-SE, cortadas em algumas áreas por estruturas NE-SW (Tassinari & Macambira, 2004). Intrudindo o embasamento ocorrem granitóides produzidos por eventos posteriores de anatexia (Tassinari & Macambira, 2004).

Na parte sudoeste da província encontra-se individualizado o segmento crustal chamado de *greenstone belt* Alto Jauru (Pinho *et al.*, 1996). Este terreno é constituído por seqüências metavulcano-sedimentares separadas por terrenos granito-gnáissicos que são intrudidos por doleritos e granitóides, e cobertos parcialmente pelas rochas clásticas do Grupo Aguapeí (Pinho *et al.*, 1996). Intrudindo as rochas do *greenstone belt* Alto Jauru ocorrem rochas cálcio-alcálicas que apresentam idades U-Pb em zircão de 1536 ± 11 e 1549 ± 10 Ma (Tassinari & Macambira, 2004). Esses dados caracterizam um episódio de formação de crosta continental juvenil, entre 1,59 e 1,53 Ga, denominado de Orogenia Cachoeirinha (Geraldès *et al.*, 1999 *in* Tassinari & Macambira, 2004).

Na parte sul ocorrem rochas metavulcânicas félsicas na área entre os rios Roosevelt e Aripuanã, constituindo o que Scandolara *et al.* (1995 *in* Tassinari & Macambira, 2004) incluíram no Domínio Roosevelt.

Ocorrem rochas vulcânicas félsicas e granitos de natureza subvulcânica de idades entre 1,65 e 1,55 Ga associados aos arcos magmáticos relacionados à Província Rio Negro-Juruena (Tassinari & Macambira, 2004). Em geral, são vulcanismos félsicos a intermediários intercalados com espessas coberturas sedimentares (Tassinari & Macambira, 2004). Estes episódios vulcano-sedimentares estão associados a riftes continentais e na parte sul do domínio constituem o Grupo Caiabis (Tassinari & Macambira, 2004).

Os granitos sub-vulcânicos, considerados como granitos Teles Pires, são corpos circulares de natureza cálcio-alcálica, alcálica e peralcalina (Tassinari & Macambira, 2004).

No interior da província, são comuns produtos de atividades magmáticas graníticas de natureza anorogênica, como corpos de granitos peraluminosos ou metaluminosos, alguns deles com textura tipo rapakivi (Dall'Agnol *et al.*, 1987 *in* Tassinari & Macambira, 2004) ou como as intrusões sieníticas do Canamã. As intrusões de granitos do tipo rapakivi que ocorrem no

embasamento da província são de diferentes idades (Tassinari & Macambira, 2004). Os magmatismos anorogênicos que ocorrem na área da Província Rio Negro-Juruena estão associados às evoluções tectônicas das orogenias mais jovens, que ocorreram na parte sudoeste do Cráton Amazônico (Tassinari & Macambira, 2004).

3.4 – DOMÍNIOS TECTÔNICOS

Na área do Projeto Rio do Sangue são identificadas três entidades tectônicas principais (Figura 3.2): a) Orógenos Paleoproterozóicos; b) Bacias Sedimentares Proterozóicas e c) Bacias Sedimentares Fanerozóicas.

A entidade tectônica dos Orógenos Paleoproterozóicos é dividida em: Domínio Iriri-Xingu, *inliers* do embasamento e sistemas de arcos magmáticos e bacias vulcano-sedimentares relacionadas (MME, 2004). Na região estudada somente ocorrem *inliers* do embasamento e sistemas de arcos magmáticos e bacias vulcano-sedimentares. O *inlier* do embasamento presente na área é o chamado *Inlier* Bacaeri-Mogno de idade 2,2 Ga (MME, 2004). Os sistemas de arcos magmáticos e bacias vulcano-sedimentares que ocorrem na área são dois: Domínio Juruena e Domínio Roosevelt-Aripuanã.

A Bacia Sedimentar Proterozóica presente na região do Projeto Rio do Sangue é representada pela Bacia Dardanelos (MME, 2004).

A Bacia Sedimentar Fanerozóica que ocorre na área é a Bacia dos Parecis.

Na Figura 3.3 estão representadas as unidades geológicas, que compõem os domínios tectônicos, e serão descritas a seguir.

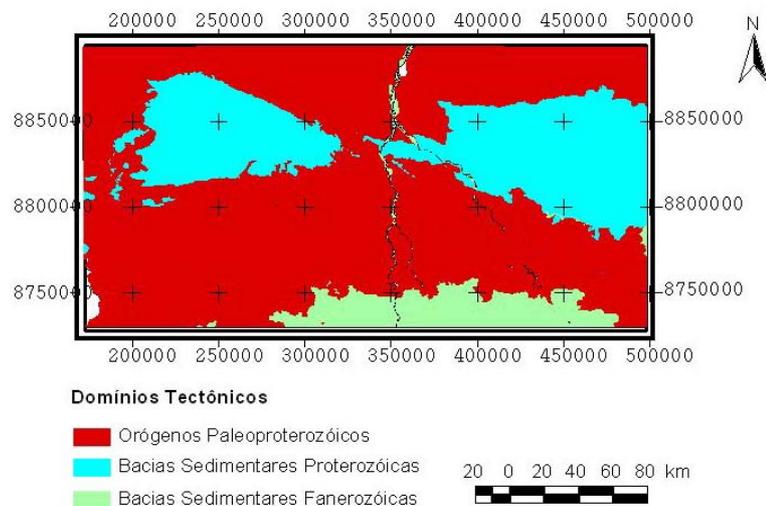


Figura 3.2 – Mapa com os domínios tectônicos da área do Projeto Rio do Sangue (Fonte: MME, 2004).

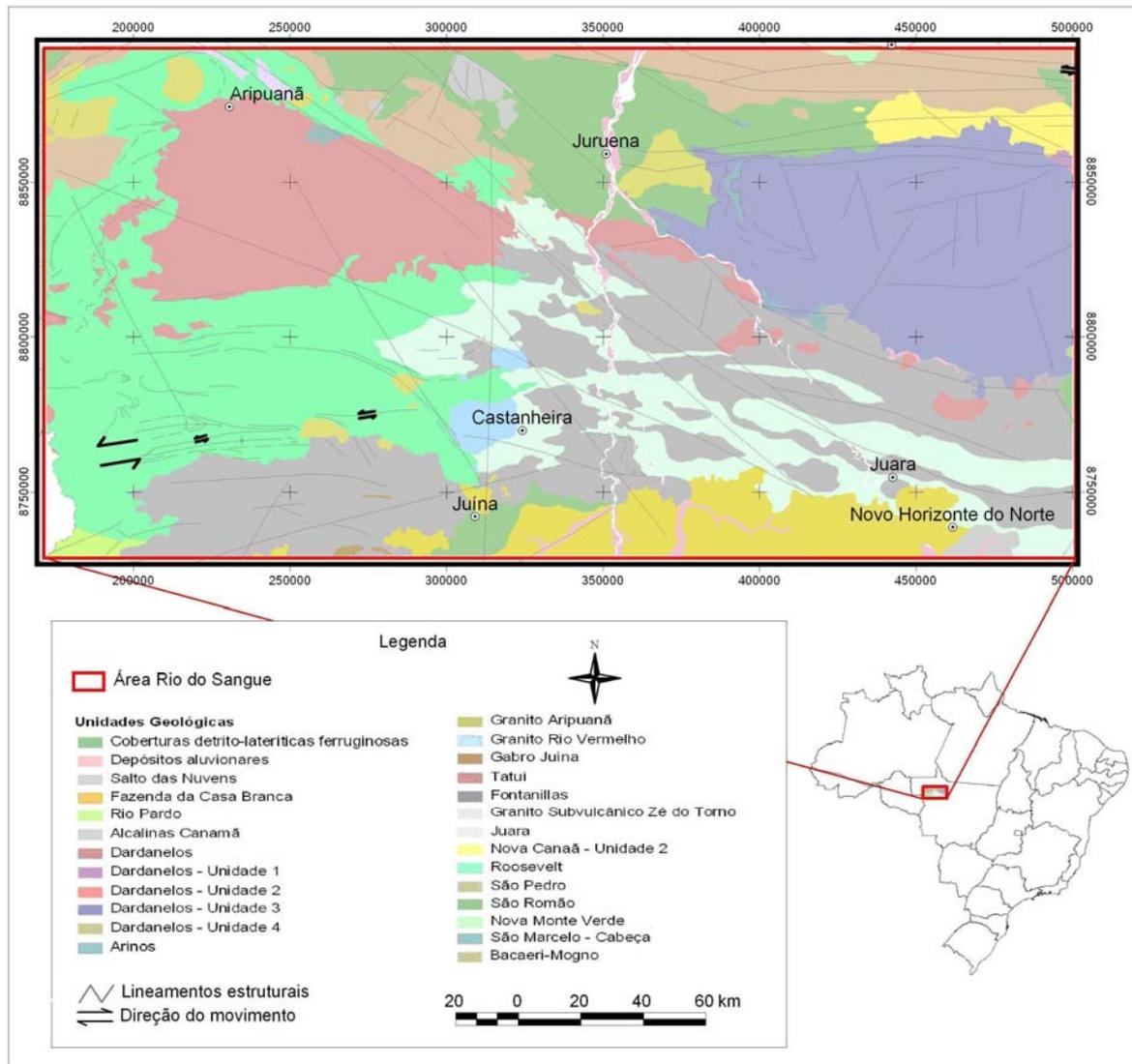


Figura 3.3 – Mapa com as unidades geológicas que compõem a área do Projeto Rio do Sangue (Fonte: MME, 2004).

3.4.1 – Inlier Bacaeri-Mogno

Compreende a unidade litoestratigráfica Complexo Bacaeri-Mogno e representa fatias do embasamento preservadas entre as rochas do Arco Magmático Juruena (MME, 2004).

O Complexo Bacaeri-Mogno caracteriza-se por uma associação de rochas supracrustais e plutônicas, metamorfisadas na fácies anfibolito alto a granulito, e cuja associação espacial sugere uma zona de sutura crustal (MME, 2004). Esta unidade ocorre como lentes, megaenclaves ou lascas orientadas, normalmente seus contatos são através de zonas de cisalhamento (MME, 2004). As

rochas supracrustais são formadas por gnaisses sílico-aluminosos com intercalações de quartzitos (MME, 2004).

As rochas deste complexo foram envolvidas na deformação do Arco Magmático Juruena. A orientação geral das rochas obedece o padrão regional segundo as direções E-W e ESE-WNW (Souza *et al.*, 2004 *in* MME, 2004).

3.4.2 – Domínio Juruena

Este domínio é constituído por rochas plutônicas e vulcânicas félsicas interpretadas como uma sucessão de arcos magmáticos (Santos *et al.*, 2000 *in* MME, 2004). No Estado de Mato Grosso, esse domínio foi subdividido em dois segmentos crustais (Lacerda Filho *et al.*, 2001; Frasca *et al.*, 2003; Souza *et al.*, 2004 *in* MME, 2004): a norte, um terreno plutono-vulcânico (suítes Juruena, Paranaíta, Colíder, Alcalina Rio Cristalino e Granito Nhandu), com idade de cristalização de aproximadamente 1,85 Ga e a sul, um terreno granito-gnáissico (Complexo Nova Monte Verde, Suíte Intrusiva Vitória e Granitos São Pedro, São Romão e Apiacás), com idade de cristalização de aproximadamente 1,78 Ga (MME, 2004). Estes terrenos foram denominados de Arco Magmático Juruena (MME, 2004), mas Santos (2003 *in* MME, 2004) interpreta-os como relacionados a dois arcos magmáticos distintos devido às diferenças de idades de grau de formação.

Na área, este domínio é representado pela Suíte Intrusiva São Pedro, composta por biotita granito e biotita monzogranito. São rochas de cor cinza com tonalidades avermelhadas e estruturas ígneas primárias como megacristais tabulares de feldspato potássico (MME, 2004). A análise estrutural sugere que estas rochas foram posicionadas em nível crustal de meso a catazona sob regime deformacional dúctil (MME, 2004).

3.4.3 – Domínio Roosevelt-Aripuanã

É caracterizado por seqüências metavulcanossedimentares contendo rochas metavulcânicas ácidas a intermediárias intercaladas com rochas metassedimentares, com idade U-Pb em torno de 1,74 Ga (Rizzotto *et al.*, 1995; Santos *et al.*, 2000 *in* MME, 2004). Essas seqüências são afetadas por intrusões de granitos peraluminosos (Suíte Nova Canaã) e por corpos circunscritos de granitos tardi a pós-orogênicos (Aripuanã, Rio Vermelho e Tatuí). As seqüências metavulcanossedimentares se formaram em bacias intra-arco, em evento geodinâmico pós Arco Juruena (MME, 2004).

Na região do Projeto Rio do Sangue, o Domínio Roosevelt-Aripuanã é caracterizado pelas seguintes unidades litoestratigráficas: Grupo Roosevelt, Unidade Fontanillas, Suíte Intrusiva São Romão, Unidade Juara, Granito Aripuanã, Granito Rio Vermelho, Suíte Nova Canaã, Alcalinas Canamã, Suíte Intrusiva Tatuí e Suíte Intrusiva Rio Pardo).

O Grupo Roosevelt é representado por um conjunto metavulcanossedimentar, de ambiente de deposição subaquoso. O contato do Grupo Roosevelt geralmente é tectônico com os granitos São Pedro e Zé do Torno e é cortado pelos corpos plutônicos do Granito Aripuanã e da Suíte da Serra da Providência (MME, 2004). A estruturação regional dos litotipos deste grupo segue um *trend* NW-SE a E-W (MME, 2004). Datação U-Pb em zircão forneceu idade de $1,76 \pm 6$ Ga (Néder *et al.*, 2000 *in* MME, 2004).

A Unidade Fontanillas ocorre na forma de um corpo batolítico, alongado segundo a direção E-W e WNW-ESSE, com dimensão maior acima dos 200 km (MME, 2004). Esta unidade inclui biotita granitos que correspondem aos termos dominantes e subordinadamente corpos de gabros. O Granito Fontanillas foi afetado por deformação heterogênea de caráter dúctil-rúptil (MME, 2004). Estudos geocronológicos em biotita metagranito revelaram idade U-Pb de aproximadamente 1,55 Ga.

A Suíte Intrusiva São Romão é constituída predominantemente por biotita granito fino e microgranito. Estas rochas apresentam estágios deformacionais que englobam tipos foliados a bandados (MME, 2004). Estes granitos são pós-colisionais associados a ambiente de arco continental. Datação U-Pb forneceu idade de aproximadamente 1,77 Ga (MME, 2004).

A Unidade Juara ocorre em forma de diques e/ou corpos tabulares de dimensões variadas, até mesmo quilométricas, cortando as rochas da Unidade Fontanillas e em parte, possivelmente intrudidas pela Suíte Intrusiva Tatuí (MME, 2004). Esta unidade aflora como matacões e blocos tabulares arredondados variam de 3 a 100 metros de comprimento (MME, 2004).

O corpo principal do Granito Aripuanã constitui-se de um *stock* circunscrito, com dimensões aproximadas de 20 km de diâmetro, intrusivo nas rochas metavulcanoclásticas do Grupo Roosevelt (MME, 2004). O Granito Aripuanã possui características de posicionamento crustal a níveis rasos, e o tipo predominante é o Sienogranito porfirítico de granulação grossa (MME, 2004). O granito é balizador do evento metamórfico-deformacional regional, pois o mesmo mostra-se sem deformação e intrusivo nas rochas do Grupo Roosevelt. Datações U-Pb e Pb-Pb forneceram idade de cristalização de aproximadamente 1,53 Ga (Rizzotto *et al.*, 2002 *in* MME, 2004).

Denomina-se para o Granito Rio Vermelho o batólito anorogênico de característica de posicionamento crustal a nível raso (MME, 2004). Apresenta contato nitidamente intrusivo nas rochas metassedimentares do Grupo Roosevelt, ocasionando, por vezes, metamorfismo de contato e contato intrusivo nas rochas graníticas da Unidade Fontanillas (MME, 2004).

A Suíte Nova Canaã é constituída por rochas plutônicas e subvulcânicas félsicas, que ocorrem como corpos intrusivos alongados, concordantes a extensas zonas de cisalhamento de direção NW (MME, 2004). São representados por batólitos e apófises de posicionamento crustal meso a epizonal (MME, 2004). Os litotipos plutônicos estão constituídos por biotita monzogranito, sienogranito, álcali-granito, hornblenda-biotita granito e quartzo monzonito subordinado (MME, 2004). O significado das análises para interpretação do posicionamento tectônico indica que este magmatismo representa um estágio pós-colisional (MME, 2004). A datação efetuada para esta unidade forneceu idade U-Pb de aproximadamente 1,73 Ga (Frasca & Borges, 2004 *in* MME, 2004).

As rochas Alcalinas Canamã são constituídas por sienito, microssienito e quartzo-sienito e possuem caráter alcalino (MME, 2004). Os efeitos metamórficos-deformacionais estão restritos à porção setentrional do maciço Canamã onde são observados litotipos foliados e de incipiente bandamento metamórfico (MME, 2004). A idade obtida pelo método Rb-Sr em rocha total no maciço Canamã é de 1,21 Ga (MME, 2004).

A Suíte Intrusiva Tatuí é uma associação de corpos plutônicos hipabissais e de rochas vulcânicas associadas (MME, 2004). Na região do Rio Juruena as rochas ocorrem como diques e estão, em parte, recobertas pelos sedimentos da Formação Dardanelos (MME, 2004). Dados isotópicos de Sm-Nd indicam idade de aproximadamente 1,91 Ga (MME, 2004).

As rochas da Suíte Intrusiva Rio Pardo são granitos de natureza subalcalina a alcalina (MME, 2004). Exibem contato tectônico por meio de cisalhamento transcorrente sinistral com as rochas metassedimentares do Grupo Nova Brasilândia, em Rondônia, e também são intrusivas no referido grupo (MME, 2004). No Mato Grosso, os granitos são intrusivos nas rochas do Grupo Roosevelt (MME, 2004). De acordo com Rizzotto (1999, *in* MME, 2004) a idade fornecida pelo método Sm-Nd foi de 1,50 Ga.

3.4.4 – Bacia Dardanelos

É uma bacia mesoproterozóica de forma alongada, constituindo um sinclínório com direção geral aproximada WNW-ESSE (MME, 2004). Segundo Saes & Leite (2002 *in* MME, 2004), a idade máxima de sedimentação dessa bacia é de 1,3 Ga, obtida pelo método Pb-Pb em zircões detríticos. Suas bordas são marcadas por zonas de cisalhamento transcorrente e subordinadamente por contatos erosivos (MME, 2004).

Na área do Projeto Rio do Sangue ocorrem as seguintes unidades litoestratigráficas: Unidade Dardanelos e Formação Arinos.

A Unidade Dardanelos consiste em uma cobertura sedimentar horizontalizada sobreposta em discordância angular-erosiva às rochas dos Grupos Roosevelt, Colíder, Beneficente e as demais unidades de rochas que constituem o embasamento regional (MME, 2004). Em sua maior parte, as atuais bordas são marcadas por zonas de cisalhamento transcorrentes (MME, 2004). Foram identificadas pelo Projeto Alta Floresta (Souza *et al.*, 2004 *in* MME, 2004) quatro unidades litológicas distintas para a Unidade Dardanelos: a) Unidade 1: compreende a unidade basal e consiste predominantemente de arenito e arenito arcoseano. Seu contato é tectônico com as rochas da Suíte Nova Canaã (MME, 2004); b) Unidade 2: aflora sob a forma de estreita faixa com orientação NW-SE distribuída paralelamente ao Rio Apiacás. É formada por uma seqüência de siltitos e argilitos (MME, 2004); c) Unidade 3: é composta por arenitos arcoseanos e arenitos. Ocasionalmente notam-se níveis de conglomerados intraformacionais. Os arenitos arcoseanos desta unidade mostram o retorno do ambiente fluvial (MME, 2004); e d) Unidade 4: é representada por uma seqüência de arenitos argilosos e arenitos arcoseanos com intercalações de faixas conglomeráticas. Ocorre sob a forma de “ilhas” sobre a unidade anterior (MME, 2004). Leite & Saes (2003), sugerem para a Unidade Dardanelos idade entre 1,98 e 1,37 Ga.

A Formação Arinos é composta por basaltos, diabásio, olivina-norito e gabro que constituem dois patamares separados entre si pelos arenitos desta mesma formação (MME, 2004). As análises geoquímicas das rochas máficas da Formação Arinos conferem ao magmatismo Arinos um caráter alcalino com tendência a sub-alcalino (MME, 2004). Os dados radiométricos K-Ar em rocha total dos basaltos forneceram duas idades distintas: as rochas do patamar inferior possuem idade de 1,22 Ga, enquanto que as do patamar superior apresentaram idade de 1,41 Ga (Silva *et al.*, 1980 *in* MME, 2004).

3.4.5 – Bacia dos Parecis

Esta bacia caracteriza-se por feição alongada na direção leste-oeste. Teve sua evolução influenciada pelo desenvolvimento polifásico da região Andina, provavelmente desde o Paleozóico (MME, 2004). Os dados geológicos e geofísicos apontam para uma bacia intracratônica, profunda, de subsidência prolongada, marcante influência marinha no Paleozóico e dotada de possível prospectividade para hidrocarbonetos, realçada por indícios de gás detectados em subsuperfície e superfície (MME, 2004). O preenchimento Fanerozóico, com dominância do Paleozóico e secundado pelo Mesozóico/Cenozóico, atinge a casa dos 5.500 metros no principal depocentro, na parte central da Chapada dos Parecis (MME, 2004). Predominam sedimentos siliciclásticos por toda coluna, porém no Paleozóico ocorrem alguns carbonatos e evaporitos, conferindo caráter marinho a lacustre a suas seqüências (MME, 2004). Derrames basálticos e diques de diabásio da base do Jurássico e kimberlitos e rochas afins do juro-cretáceo completam o quadro estratigráfico da bacia (Siqueira, 1999 *in* MME, 2004). A Bacia dos Parecis está coberta discordantemente por areias, siltes e argilas de idade cenozóica, depositados sobre uma crosta laterítica desmantelada (MME, 2004).

Na área em estudo, as unidades litoestratigráficas da Bacia dos Parecis que ocorrem são: Coberturas Detrito-lateríticas Ferruginosas, Formação Fazenda Casa Branca e Formação Salto das Nuvens.

Os sedimentos detrito-lateríticos ocorrem em áreas aplainadas, com interflúvios tabulares e associadas a pequenas elevações dominadas pelo horizonte concrecionário do perfil laterítico (MME, 2004). As superfícies aplainadas são constituídas predominantemente por solos argilo-arenosos ricos em concreções ferruginosas (MME, 2004).

A Formação Fazenda Casa Branca é composta por arenitos de coloração avermelhada, por vezes amarelada e esbranquiçada. O contato inferior desta formação se dá com a Formação Pimenta Bueno ou com o embasamento cristalino (MME, 2004). De acordo com Costa *et al.* (1975 *in* MME, 2004), o contato superior é erosivo do tipo inconformidade. A espessura no centro da bacia é de 200 metros. No sudoeste da bacia, nesta formação, ocorrem conglomerados cujos clastos apresentam diâmetro máximo de 40 cm separados por camadas ou lentes de areia fina a grossa, superpostos pelos derrames basálticos da Formação Tapirapuã (MME, 2004). Argilitos e folhelhos, fechando o topo da formação, estão intercalados com siltitos (MME, 2004). O ambiente deposicional foi interpretado como fluvio-lacustre, em ampla planície de inundação (MME, 2004).

A Formação Salto das Nuvens está representada por conglomerados de matriz argilo-arenosa intercalados por lentes de arenitos vermelhos. Sobreposto aos conglomerados ocorre arenito imaturo com estratificação cruzada contendo seixos de diversos litotipos (MME, 2004). No topo da seqüência é comum arenito bimodal bem laminado e com estratificação cruzada de grande porte (MME, 2004). O ambiente de sedimentação sugerido para esta formação é continental fluvial de semi-aridez, com manifestações desérticas esporádicas em algumas seções da unidade (MME, 2004). Esta Formação foi posicionada no Cretáceo Médio a Superior (MME, 2004).

3.5 – MINERALIZAÇÕES NA ÁREA

Na região do Projeto Rio do Sangue são conhecidas áreas caracterizadas pela ocorrência de Pb, Zn, Ag, Cu-Au e diamante. Parte dos metais base e do ouro estão associados ao Depósito Polimetálico de Aripuanã e o diamante à Província Kimberlítica de Juína (Figura 3.3).

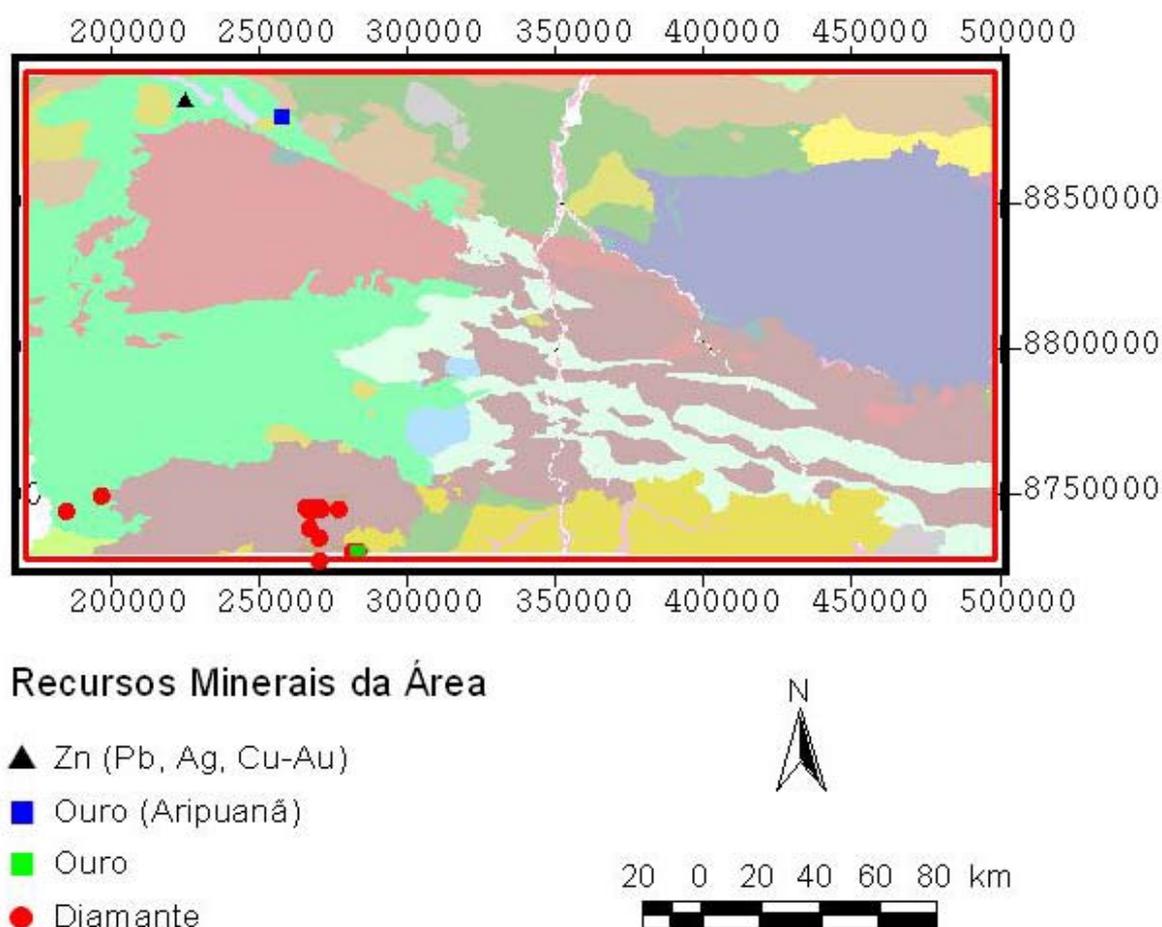


Figura 3.3 – Mapa com a localização dos recursos minerais na área do Projeto Rio do Sangue - ouro, diamante e chumbo (Fonte: MME, 2004).

3.5.1 – Depósito Polimetálico de Aripuanã

A mineralização sulfetada do Depósito Polimetálico de Aripuanã, também conhecido como Depósito Polimetálico da Serra do Expedito (Néder *et al.*, 2000 *in* Leite *et al.*, 2005), constitui-se em três corpos de minério designados de Valley, Massaranduba e Babaçu (Leite *et al.*, 2005). As reservas do depósito Valley estão estimadas em 11,6 milhões de m³, com 6.29% de Zn, 2.25% de Pb, 0.07% de Cu, 65g/ton de Ag e 0,25g/ton de Au (Leite *et al.*, 2005).

De acordo com Néder *et al.* (2000 *in* Leite *et al.*, 2005), a mineralização está hospedada na subunidade de tufos e rochas sedimentares químicas, que mostram delgadas intercalações de rochas vulcânicas porfiríticas. O depósito consiste em vários corpos tabulares dispostos segundo a orientação preferencial das encaixantes, ao longo de sigmóide que varia entre N55W e N15W, com mergulhos tanto para SW quanto para SE. Segundo esses mesmos autores, as mineralizações acham-se delimitadas por zonas de cisalhamento e de brechação, sendo que nas zonas mineralizadas a hospedeira é, predominantemente, do tipo brechada.

Texturalmente, os corpos de sulfetos podem ser divididos em bandados e disseminados. Nos primeiros, as bandas são determinadas pela alternância de zonas ricas em pirita ou pirrotita e em esfalerita. Os autores afirmam que, embora o bandamento pudesse ser confundido com uma feição singenética, nenhuma textura ou estrutura sedimentar foi identificada. Os sulfetos disseminados ocorrem como pequenos veios, *stringers*, *open-filling spaces*, incluindo *boxworks* e veios crustiformes. Os minerais minérios que ocorrem em ambos os tipos de mineralização são pirita, pirrotita, esfalerita, galena, calcopirita, magnetita, arsenopirita e cassiterita (Leite *et al.*, 2005).

Néder *et al.* (2000 *in* Leite *et al.*, 2005) apresentaram alguns dados de isótopos de Pb obtidos em galena do Depósito Valley. Os resultados mostram variação de idades de 1,76, 1,82 e 1,99 Ga.

A alteração hidrotermal, registrada no Depósito Valley, consiste em envelope tabular, com aproximadamente 200 m de espessura, subparalelo às lentes da mineralização sulfetada (Néder *et al.*, 2001 *in* Leite *et al.*, 2005). A mineralogia das zonas de alteração hidrotermal forma padrão zonado e simétrico, constituído predominantemente de clorita, com proporções variadas de biotita, tremolita-actinolita, magnetita e carbonato (Leite *et al.*, 2005).

Néder *et al.* (2000 e 2001 *in* Leite *et al.*, 2005) apresentaram uma série de evidências que fundamentam um modelo para as mineralizações sulfetadas do Depósito Polimetálico de Aripuanã. Dentre estas ressaltam: a) extensas zonas de rochas piroclásticas com intercalações mais delgadas de tufos retrabalhados e exalitos que hospedam a mineralização; b) íntima associação da mineralização com zonas de deformação frágil; c) presença de sedimentos químicos intercalados à

seqüência piroclástica; d) preenchimento da matriz de brechas e veios crustiformes por sulfetos e minerais de alteração hidrotermal; e) íntima relação espacial e temporal entre granitos subvulcânicos e rochas vulcânicas dacíticas e f) idades similares de galena e rochas hospedeiras.

Estas evidências levaram os autores a propor a formação de Depósito Polimetálico de Aripuanã em ambiente de abatimento de caldeira, onde a deformação das rochas vulcânicas, o alojamento de granitóides subvulcânicos, a mineralização e a alteração hidrotermal foram contemporâneas. A superimposição de distintas paragêneses de alteração hidrotermal é explicada por reativações sucessivas de falhas sin-vulcânicas, as quais teriam controlado as diferentes intensidades da alteração, o que é marcado por estilos variados da substituição metassomática.

A partir destas considerações, os autores propõem que um único episódio vulcânico poderia, durante seus estágios iniciais, desenvolver a cloritização e a carbonatação de *open-filling spaces* em típico processo de propilitização. Em estágios mais tardios teriam sido desenvolvidas alterações cálcio-silicástica e magnetita-clorita, a partir de intensas reativações, em mais altas temperaturas. Portanto, a despeito da associação rochas vulcânicas-minério, a mineralização provavelmente não é do tipo exalativa. Desta forma, sua origem é proposta a partir de fluidos magmáticos-hidrotermais ácidos, liberados de granitos contemporâneos que migraram ao longo de zonas de falhas, por acomodação das rochas hospedeiras durante os estágios finais das intrusões.

3.5.2 – Província Kimberlítica de Juína

A Província Kimberlítica de Juína localiza-se na porção noroeste do Estado de Mato Grosso. Enquadra-se no *trend* AZ 125, megalineamento que se estende desde a região sudeste até o Estado de Rondônia (Tompkins, 1991). O posicionamento das estruturas kimberlíticas é controlado por uma forte estruturação tectônica nordeste (Teixeira *et al.*, 1998a). Bizzi (1993 *in* Araújo 2002) reportou idade de 198 Ma (Rb/Sr em mica e rocha total) para kimberlitos da província e zircões de brechas kimberlíticas indicaram idades U-Pb entre 92 e 95 Ma (Heaman *et al.*, 1998).

Diversas intrusões e chaminés kimberlíticas ocorrem nos sedimentos da Bacia do Parecis, nas cabeceiras do Rio Juína Mirim, uma das principais áreas produtoras de diamante (Araújo, 2002). Corpos isolados também ocorrem entre as bacias dos Rios Vinte e Um de Abril e Cinta Larga, intrudidos no embasamento cristalino (Araújo, 2002). Os corpos kimberlíticos estão intemperizados, o que facilita o seu reconhecimento pelo solo argiloso avermelhado, distinto do solo arenoso derivado das rochas encaixantes da Formação Fazenda Casa Branca (Haralyi, 1991).

Os kimberlitos intrudidos tanto no embasamento cristalino quanto nas rochas sedimentares da Bacia do Parecis não apresentam feições de superfície marcantes porém, as estruturas kimberlíticas são grandes (com até 55 hectares), circulares e rasas (de 20 a 80 metros) (Araújo, 2002).

As estruturas kimberlíticas de Juína provavelmente se originaram de uma explosão subaérea estromboliana, às quais as brechas kimberlíticas estão relacionadas (Araújo, 2002). Uma série de explosões menos intensas parecem ter ocorrido após o principal processo explosivo, produzindo múltiplos acamamentos de *lapilli* kimberlítica suportado por clastos (Araújo, 2002).

4 - BASE DE DADOS

A base de dados utilizada nesta dissertação é composta por: (I) dados geológicos e (II) dados de geofísica aérea.

Os dados de geologia foram obtidos a partir do SIG do Mato Grosso - Programa Geologia do Brasil (MME, 2004).

Os dados aerogeofísicos compõem o Projeto Rio do Sangue localizado no noroeste do Estado do Mato Grosso. Foram realizados levantamentos de magnetometria e gamaespectrometria. Estes dados foram cedidos ao Laboratório de Geofísica Aplicada (LGA/UnB) pela CPRM.

4.1 – CARACTERÍSTICAS DO PROJETO RIO DO SANGUE

O levantamento aerogeofísico tem o código de catálogo número 1037 na Base Aero da CPRM e foi realizado entre 10 de maio de 1978 e 10 de agosto de 1978, com espaçamento entre as linhas de vôo de 2 km. Abrangem a amostragem ao longo de 30.360 km lineares recobrimdo uma área com aproximadamente 54.000 km² (www.cprm.gov.br/aero/aero1000.htm; Figura 4.1). Os dados estão projetados segundo o sistema UTM, SAD69, Zona 21 Sul.

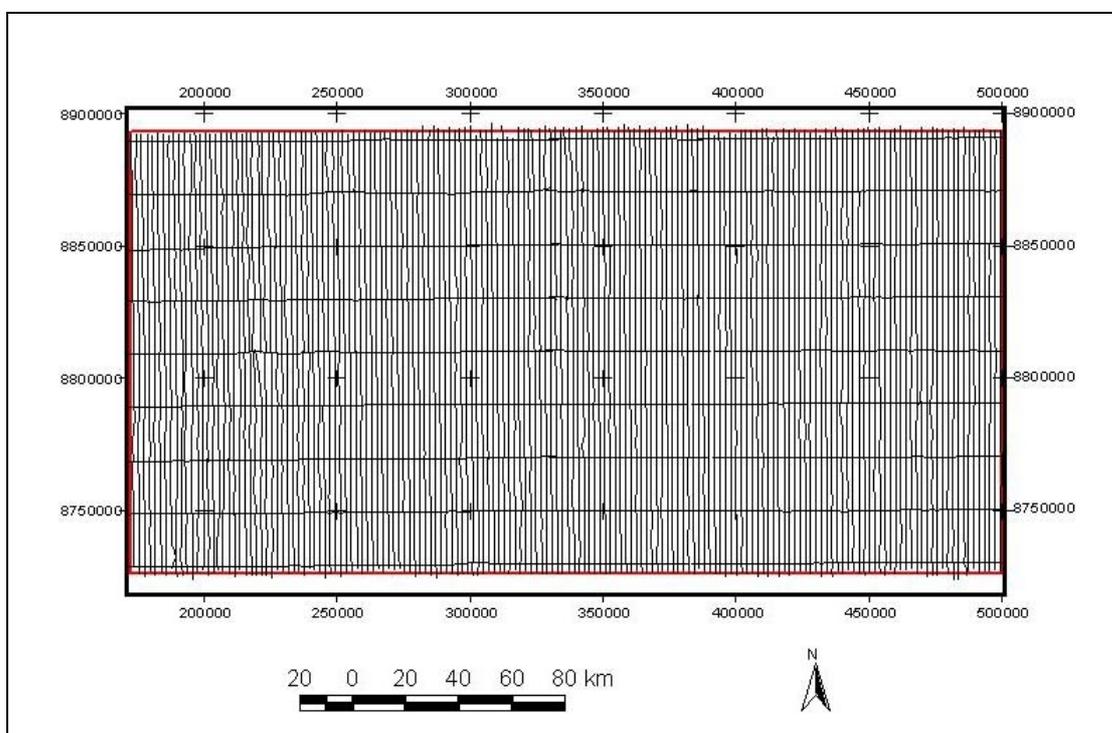


Figura 4.1 - Mapa com a orientação das linhas de vôo (N-S) e de controle (E-W) do levantamento aerogeofísico do Projeto Rio do Sangue.

Tabela 4.1 – A tabela abaixo apresenta os parâmetros utilizados no aerolevantamento do Projeto Rio do Sangue.

Direção das linhas de vôo	Norte/Sul
Espaçamento entre as linhas de vôo	2 km
Direção da linhas de controle	Leste/Oeste
Espaçamento entre as linhas de controle	20 km
Altura média do vôo sobre o terreno	150 km
Intervalo de amostragem	1 s (aproximadamente 67 m)
Volume dos cristais detectores para o gamaespectrômetro	1017 polegadas cúbicas

Durante a aquisição dos dados magnéticos, foi utilizado magnetômetro de precessão protônica livre GEOMETRICS, modelo G-803, para medição da intensidade total do campo magnético terrestre, com sensibilidade de 0,1 nT. Os dados radiométricos foram adquiridos por espectrômetro EXPLORANIUM, modelo DIGRS-3001, com detector de 1017 polegadas de NaI(Tl).

4.2 – BANCO DE DADOS AEROGEOFÍSICOS

Alguns canais do banco de dados do Projeto Rio do Sangue estão apresentados na tabela abaixo:

Tabela 4.2 – Canais do banco de dados do Projeto Rio do Sangue

CANAL DO BANCO DE DADOS - ORIGINAL (CPRM)	CORRESPONDE A:
UTM Este	Coordenada UTM leste (metros)
UTM Norte	Coordenada UTM norte (metros)
MAG IGRF	Valor magnético reduzido do IGRF (nT)
CT	Canal da Contagem Total (cps)
Th	Canal do Tório (cps)
K	Canal do potássio (cps)
U	Canal do Urânio (cps)

5 – PROCESSAMENTO DOS DADOS AEROGEFÍSICOS DO PROJETO RIO DO SANGUE E GERAÇÃO DE TEMAS RELEVANTES PARA MAPEAMENTO GEOLÓGICO E EXPLORAÇÃO MINERAL

O processamento dos dados do projeto Rio do Sangue foi efetuado em diversas etapas seguidas da geração das imagens do campo magnético residual (CMR) e dos canais gamaespectrométricos (K, Th, U e CT).

Os dados geofísicos foram processados utilizando-se o *software* OASIS/MONTAJ, versão 5.1.8 (GeosoftTM, 2004). Os produtos com as interpretações e integrações efetuadas foram gerados no *software* ArcView, versão 9.1 (ESRITM, 2006). Os dois *softwares* utilizados para o processamento e geração de produtos citados anteriormente pertencem ao LGA/UnB.

5.1 – PROCESSAMENTO DOS DADOS GAMAESPECTROMÉTRICOS

Os dados gamaespectrométricos representam respostas do material correspondente aos primeiros 0,5 metros a partir da superfície.

Para a apresentação dos dados aerogeofísicos existe uma série de técnicas que pode ser aplicada com o objetivo de melhorar sua apresentação e de facilitar a interpretação dos mesmos.

Para os dados gamaespectrométricos do Projeto Rio do Sangue foram realizados os procedimentos descritos a seguir.

5.1.1 – Análise dos Dados

O processamento dos dados gamaespectrométricos iniciou-se com a avaliação da qualidade dos dados. Em geral, o padrão das linhas de vôo não apresentou grandes problemas. As linhas de vôo que apresentaram problemas de nivelamento foram corrigidas, evitando maiores problemas no momento da interpolação.

5.1.2 – Testes de Consistência (Controle dos Dados)

Esta etapa refere-se a um controle adicional na qualidade dos dados e para isso foi realizado o rastreamento de valores anormais utilizando-se a diferença quarta. Usa-se a quarta derivada

horizontal ao longo do perfil para verificar valores acima de determinado patamar (limiar) arbitrado e então é verificado se sua ocorrência significa problema no dado (espúrio ou não).

Nos dados gamaespectrométricos foi realizada a avaliação pela diferença quarta. Algumas linhas mostraram picos inconsistentes e foram corrigidas.

5.1.3 – Interpolação dos Dados em Malha Regular

Em geral, a aquisição de dados aerogeofísicos é realizada segundo um grau de uniformidade pré-definido, ao longo de linhas paralelas espaçadas de uma certa distância com uma quantidade fixa de amostragem por área. A geração das imagens desses dados requer a colocação dos pontos em uma malha regular.

Para a interpolação em malha regular é necessária a avaliação do tipo de distribuição espacial, da uniformidade e da natureza dos dados. As distribuições mais regulares e mais uniformes permitem a geração de uma grade com um número maior de pontos em relação à densidade dos dados originais. Dessa forma, é preciso quantificar o grau de uniformidade da distribuição espacial original para se chegar à menor área à qual pode ser atribuída a célula (Carvalho, 2006). Quando um valor é atribuído para cada nó da malha, esta pode ser diretamente apresentada como imagem.

5.1.4 – Tamanho da Célula e Métodos de Interpolação

Para a definição da célula de interpolação foram utilizados valores entre aproximadamente $1/3$ e $1/4$ do espaçamento médio entre as linhas de vôo, com o objetivo de evitar perdas de informação.

A escolha do algoritmo que será usado na seleção dos dados em volta do ponto que está sendo estimado é de extrema importância para o resultado da interpolação. O algoritmo adequado deve respeitar os valores de pontos originais ao mesmo tempo em que produz uma superfície contínua e suave. Devido à densidade de amostragem ao longo das linhas de vôo ser muito maior do que as das linhas de controle, filtros anti-falseamento (*anti-aliasing*) são geralmente aplicados ao longo das linhas de vôo para obter um conteúdo comparável de frequência espacial em ambas as direções (Luyendyk, 1997).

Os algoritmos mais utilizados são o bi-direcional, curvatura mínima e krigagem. O bi-direcional é um algoritmo que explora a correlação linha a linha dos dados geofísicos, aplicando

interpolação com *splines* cúbicos tanto ao longo como através da direção das linhas de vôo. Os dados são interpolados ao longo das linhas de vôo em um intervalo igual ao espaçamento da célula definido para os dados e um filtro passa-baixa é aplicado para remover picos e prevenir o falseamento. Esses valores são interpolados transversalmente à direção de vôo, com um espaçamento igual ao tamanho da célula. Esse método é indicado para interpolar dados que estejam em linhas aproximadamente paralelas e é rápido para dados distribuídos dessa forma e tende a intensificar tendências perpendiculares às direções das linhas de vôo. Este algoritmo tem como vantagem a possibilidade de processar um número ilimitado de dados porém não pode ser utilizado para dados com distribuição aleatória (Geosoft, 2004).

O algoritmo de curvatura mínima usa *splines* bi-dimensionais para ajustar dados amostrados numa linha de vôo para uma malha regular. Ele gera uma superfície suavizada com os valores o mais próximo possível dos dados originais (Geosoft, 2004). Tem como base a adaptação de uma superfície de curvatura mínima aos dados pontuais, como se fosse uma placa flexível que determinasse o melhor encaixe aos valores (Geosoft, 2004). É um algoritmo rápido e eficiente para conjuntos de dados grandes, com mais de 1000 amostras.

O algoritmo de krigagem baseia-se em geoestatística e é bastante flexível, podendo ser utilizado para quase todos os tipos de dados. Esse método tenta expressar as tendências direcionais sugeridas pelos dados, evitando a formação de olhos de bois (*bull's-eyes*). A krigagem pode ser indicada para dados distribuídos em linha e dados com distribuição aleatória, porém é um método muito lento se usado em conjuntos de dados muito grandes.

A escolha da técnica mais apropriada é feita em função do tipo de dado que está sendo processado. Dados magnéticos representam um somatório de respostas de fontes situadas em diferentes profundidades, que vão desde a profundidade Curie até a superfície (Parro, 1998).

Foram realizados testes para toda a área de estudo utilizando-se o software OASIS MONTAJ, versão 5.1.8 (GeosoftTM, 2004) e dentre os métodos analisados o da curvatura mínima foi o mais eficiente para o processamento dos dados proporcionando melhores resultados. A Figura 5.1 mostra a comparação entre o perfil do canal da Contagem Total original e o perfil do canal da Contagem Total final (interpolado através do método da mínima curvatura).

O espaçamento entre as linhas de vôo do Projeto Rio do Sangue e a avaliação dos dados permitiu a escolha pela célula de 500 metros de lado.

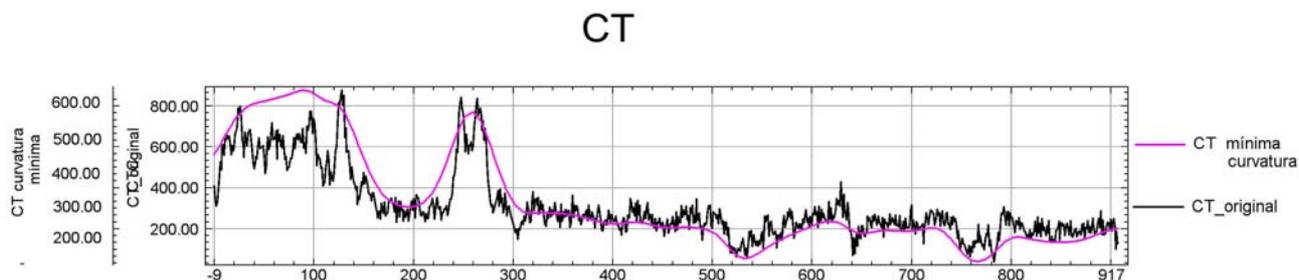


Figura 5.1 - Perfis dos canais de contagem total original e final (método da mínima curvatura).

5.1.5 – Micronivelamento

Os dados do Projeto Rio do Sangue apresentaram problemas em relação ao processamento, o que se denota do nivelamento das linhas de vôo para as informações geofísicas. Foi aplicada a técnica de micronivelamento proposta por Minty (1991) com o objetivo de melhorar a qualidade do nivelamento.

O micronivelamento baseia-se na suposição de que erros residuais nos dados, após os procedimentos usuais de nivelamento, aparecem nos mapas como anomalias elipsoidais alongadas, segundo a direção das linhas de vôo. De modo característico, essas anomalias estão confinadas a uma linha e apresentam comprimentos de onda longitudinais maiores do que o espaçamento entre as linhas de controle e comprimentos de onda transversais de cerca de duas vezes o espaçamento entre as linhas de amostragem, além de possuírem valores que variam pouco, em torno de zero. Essas anomalias alongadas podem ser retiradas das malhas de valores interpolados por meio de filtragens unidimensionais aplicadas segundo as direções paralela e ortogonal às linhas de vôo (Minty 1991).

A vantagem de usar o micronivelamento está no fato desta técnica não afetar significativamente o espectro de frequência dos dados. Porém, nem sempre o micronivelamento fornece resultados satisfatórios, devido à limitações matemáticas dos filtros e à natureza sutil dos erros residuais dentro de um conjunto de dados onde há grande variação de valores (Carvalho, 2006).

Para o micronivelamento foram utilizadas rotinas desenvolvidas por Blum (1999) as quais foram adaptadas de Minty (1991). O micronivelamento é realizado da seguinte maneira: é aplicado um filtro passa-baixa na direção das linhas de vôo (malha A) e o resultado é gravado em uma segunda malha (malha B). Em seguida, é utilizado um filtro passa-alta sobre a malha resultante (malha B) na direção perpendicular às linhas de vôo, e este resultado é guardado em uma terceira

malha (malha C). Dessa forma, a malha C contém os erros residuais que se deseja retirar. Finalmente, é realizada a subtração da malha C da malha A, obtendo-se a malha com os valores corrigidos (malha D).

Para o micronivelamento foram testados diversos valores de corte para os filtros passa-alta e passa-baixa, até a obtenção do melhor resultado. Os melhores resultados foram com comprimento de onda de 80.000 metros para a filtragem passa-alta e 16.000 metros para a passa-baixa. Com isso, boa parte dos ruídos foi eliminada, melhorando a resolução espacial e aumentando a qualidade das informações oferecidas pelos mapas. Na figura 5.2 é realizada a comparação entre as imagens do canal do urânio antes e depois do micronivelamento.

Mesmo após o micronivelamento foi possível observar tendências relativas a ruídos. A fim de reter apenas sinais representativos da amostragem, foram aplicados filtros do tipo passa-baixa.

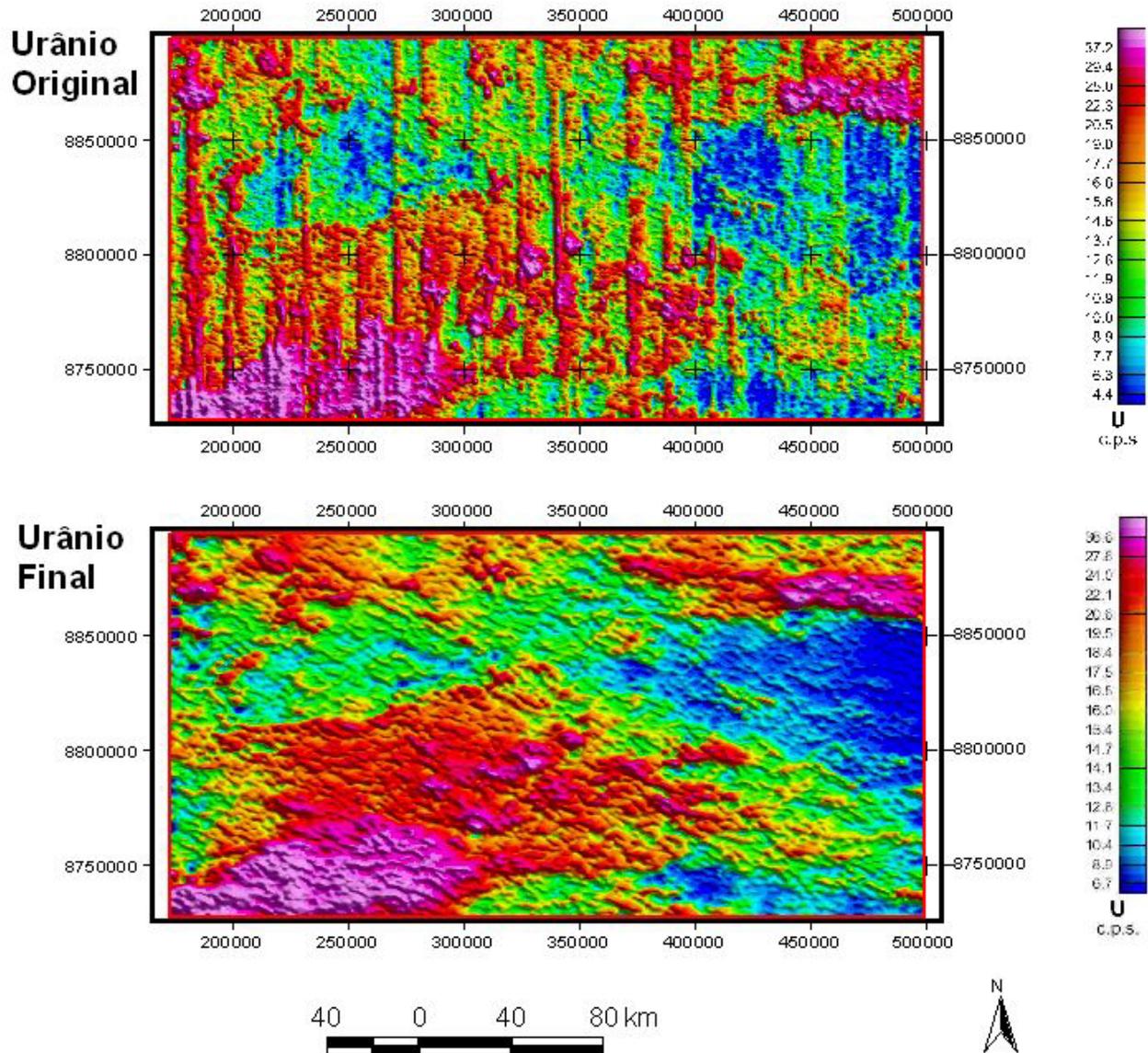


Figura 5.2 – Comparação entre a imagem do canal de urânio original e do canal de urânio final (após o micronivelamento).

5.2 – PROCESSAMENTO DOS DADOS MAGNÉTICOS

Os mesmos procedimentos aplicados aos dados gamaespectrométricos para a geração das imagens foram utilizados nos magnéticos, visando a melhoria da qualidade dos produtos.

Foram realizados similarmente para os dados magnéticos: análise dos dados, testes de consistência, transformação dos dados em malha regular e micronivelamento dos dados.

A metodologia utilizada para a geração das imagens seguiu as etapas descritas a seguir.

5.2.1 – Análise dos Dados

As linhas de vôo que apresentaram problemas de nivelamento foram corrigidas, evitando maiores problemas no momento da interpolação. Em geral, o padrão das linhas de vôo não apresentou grandes problemas.

5.2.2 – Testes de Consistência (Controle dos Dados)

Os mesmos testes aplicados aos dados gamaespectrométricos foram utilizados para os dados magnéticos. Algumas linhas de vôo apresentaram problemas que foram corrigidos através da diferença quarta.

5.2.3 – Tamanho da Célula e Métodos de Interpolação

Assim como nos dados gamaespectrométricos, foram utilizados para a interpolação dos dados magnéticos célula 500 metros de lado e o algoritmo da mínima curvatura. Na Figura 5.3 é apresentada a comparação entre o perfil do canal do CMR original e o perfil do canal do CMR final (interpolado através do método de mínima curvatura).

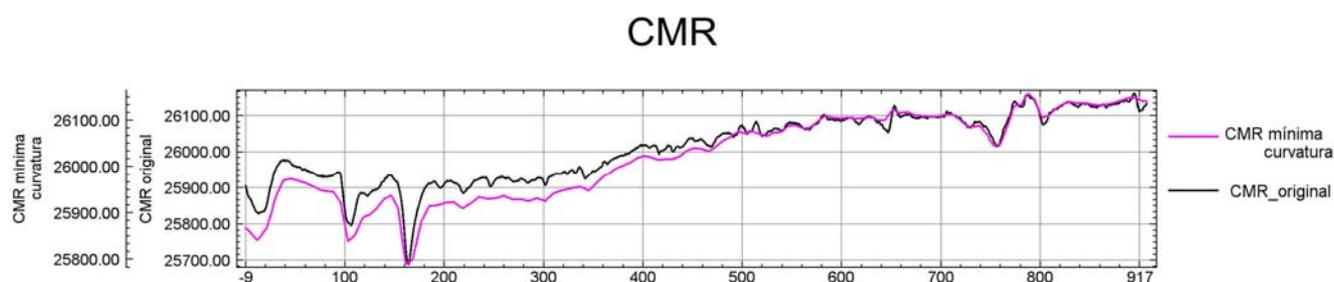


Figura 5.3 - Perfis dos canais do Campo Magnético Residual original e final (método da mínima curvatura).

5.2.4 – Micronivelamento

Os dados de magnetometria do Projeto Rio do Sangue também apresentaram problemas em relação ao processamento, e por isso também foi aplicada a técnica de micronivelamento proposta por Minty (1991).

O comprimento de onda para a filtragem passa-alta foi de 80.000 metros e para a filtragem passa-baixa de 16.000 metros. A seguir estão ilustradas as imagens comparativas do campo magnético residual antes e depois do micronivelamento (Figura 5.4).

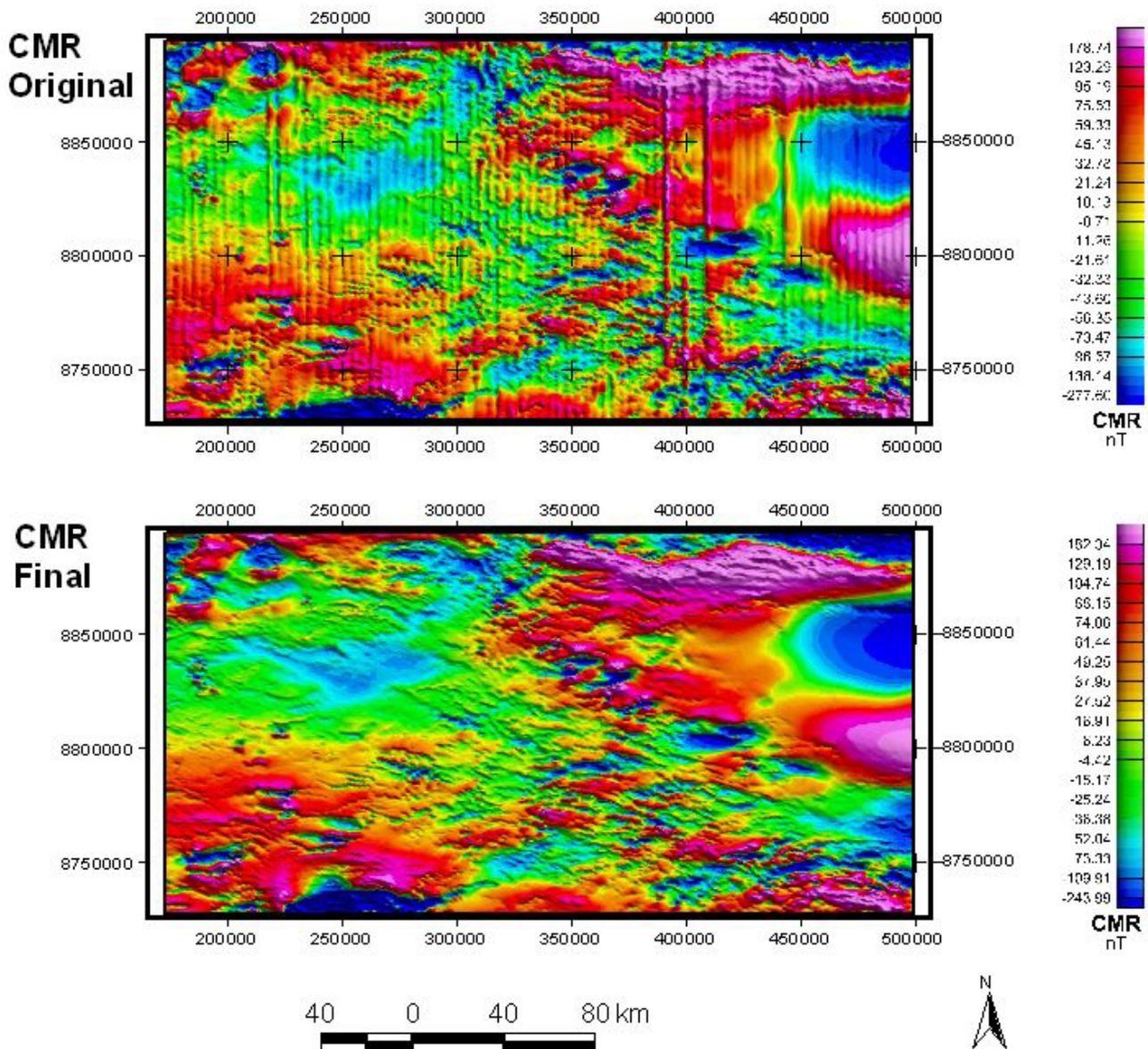


Figura 5.4 – Comparação entre a imagem do canal do campo magnético residual (CMR) original e final (após o micronivelamento).

Outros filtros do tipo passa-baixa foram aplicados aos dados magnéticos, pois mesmo após o micronivelamento foi possível observar ruídos.

5.3 - PROCESSAMENTO DAS IMAGENS GAMAESPECTROMÉTRICAS E MAGNÉTICAS

Após a correção e o micronivelamento dos dados, foram gerados temas para a interpretação gamaespectrométrica e magnética. As imagens produzidas estão relacionadas a seguir:

- Imagens dos canais de tório (Th), urânio (U), potássio (K) e contagem total (CT);
- Imagens das razões U/Th, U/K e Th/K;
- Imagens compostas em falsa cor RGB (K-Th-U) e CMY (K-Th-U);
- Imagem do Campo Magnético Residual (CMR);
- Imagem da Amplitude do Sinal Analítico do Campo Magnético Residual (ASA);
- Imagem da Inclinação do Sinal Analítico do Campo Magnético Residual (ISA);
- Imagem da Derivada Vertical do Campo Magnético Residual (DZ);
- Imagem do Campo Magnético Residual continuado a uma altura de 500 metros (CNUP);
- Imagem da Redução ao Pólo do Campo Magnético Residual (REDP);
- Imagem da Susceptibilidade Aparente do Campo Magnético Residual (SUSCAP);
- Imagem da Pseudo-gravidade do Campo Magnético Residual (PSEUDOGRAV);
- Imagens das Composições entre as imagens ASA e ISA.

As imagens foram geradas com sombreamento e iluminação com o objetivo de mostrar maior qualidade na apresentação dos dados. A iluminação mais adequada possibilita a observação dos aspectos estruturais e facilita a análise dos resultados de micronivelamento e outros filtros utilizados. As imagens foram iluminadas com inclinação de 45 graus em relação ao terreno e foram geradas na escala de 1:500.000.

6 – INTERPRETAÇÃO DOS DADOS GAMAESPECTROMÉTRICOS

6.1 – APRESENTAÇÃO

Os dados de gamaespectrometria têm sido de grande auxílio nos mapeamentos geológicos, permitindo obter informações sobre unidades litoestruturais aflorantes. Este é um fato de extrema importância quando se tenta entender a distribuição espacial das litologias que formam o quadro geológico de uma determinada área. Nela estão presentes solos e outras coberturas pedológicas, geológicas e vegetais que dificultam ou impedem a realização do mapeamento geológico. A gamaespectrometria permite, onde possível, uma interpretação de forma sistemática e contínua de assinaturas que possibilitam um melhor discernimento sobre a geologia de áreas com essas características, tendo-se o cuidado de entender suas respostas e assinaturas em função do relevo topográfico.

6.2 – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS GAMAESPECTROMÉTRICOS

Os temas gerados compreenderam as seguintes etapas:

- Estudo das imagens isoladas dos canais de Contagem Total, Potássio, Urânio, Tório (CT, K, U, Th, respectivamente);
- Estudo das imagens compostas destes canais em composições ternárias dos tipos RGB e CMY (K:Th:U) para definir domínios com assinaturas gamaespectrométricas semelhantes;
- Estudo das imagens das razões U/Th, U/K e Th/K correlacionando-as com os domínios gamaespectrométricos;
- Demarcação das áreas com características equivalentes na emissividade em radiação gama, com a delimitação dos diferentes domínios gamaespectrométricos;
- Estudo das feições lineares e não-lineares que pudessem significar elementos estruturais importantes no contexto da área (fraturamentos / falhamentos e contatos);

- Definição dos domínios e do arcabouço das estruturas gamaespectrométricas presentes na área.

A interpretação qualitativa conjunta de todas as imagens gamaespectrométricas geradas para o projeto foi efetuada em ambiente Sistema de Informações Geográficas (SIG) e teve por fim separar as diversas unidades radiométricas presentes na área de estudo. A seguir é dada uma descrição de cada imagem utilizada no presente estudo.

A seguir é dada a apresentação dos temas utilizados para a interpretação qualitativa dos dados gamaespectrométricos.

As feições discernidas estão de acordo à escala de trabalho adotada que foi 1:500.000.

6.2.1 – Canal da Contagem (Radiométrica) Total – CT

A interpretação da imagem de contagem total (Figura 6.1) possibilitou a definição de um arcabouço com os domínios e estruturas gamaespectrométricas.

Os lineamentos, em geral, representam contatos entre as grandes unidades físicas. A assinatura anômala que ocorre na porção sudoeste tem direção geral NE-SW, tendendo ligeiramente para E-W. A assinatura que é observada na porção nordeste tem direção NW-SE.

Em linhas gerais, a parte oeste da área é caracterizada por alta radiatividade enquanto que a porção leste é dominada por níveis radioativos baixos.

O que efetivamente contribui na formação do relevo gamaespectrométrico retratado neste canal pode ser encontrado no estudo das imagens correspondentes aos canais discriminados correspondentes às contribuições relativas do tório (Figura 6.3), potássio (Figura 6.5) e do urânio (Figura 6.7).

Dessa forma, nas porções central, sudoeste e nordeste as repostas relativas à alta radiatividade vêm da contribuição simultânea dos três canais. Nas porções noroeste e leste, as repostas relativas à baixa radiatividade estão relacionadas principalmente ao tório e ao potássio.

Comparando-se a imagem do canal da contagem total com a imagem SRTM (Figura 6.2), o que se observa é que as regiões de topografia mais elevada estão relacionadas a baixos níveis de radioatividade. Esta característica está bem representada nas porções centro-leste, centro-norte e centro-oeste da área.

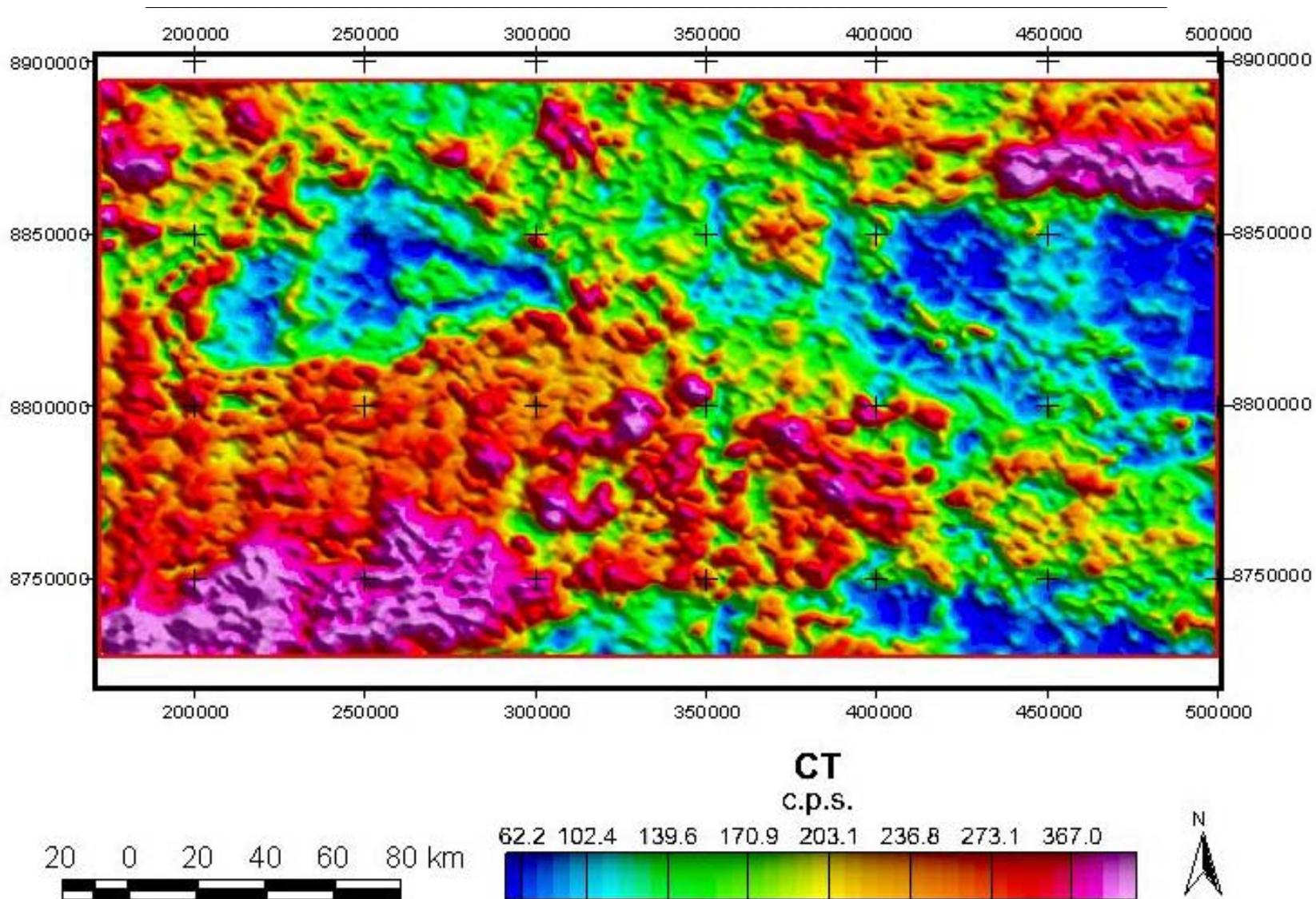


Figura 6.1 – Imagem do canal da contagem total (CT).

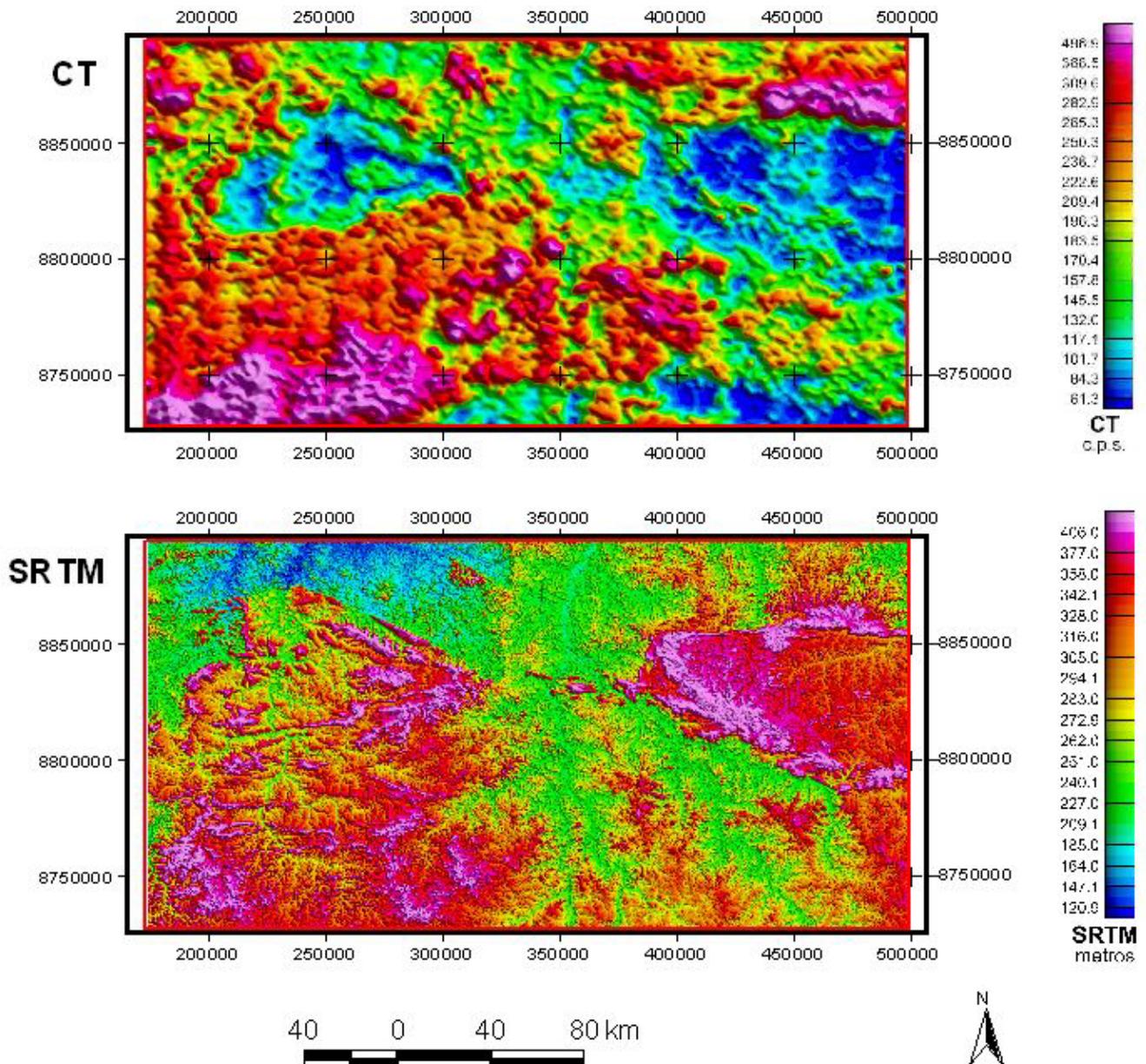


Figura 6.2 – Comparação entre a imagem do canal da contagem total (CT) e a imagem SRTM.

6.2.2 - Tório

A análise dos valores para este elemento (Figura 6.3) mostra, no geral, maiores concentrações nas áreas com topografia mais elevada devido à menor mobilidade deste elemento e sua fixação no processo de laterização. Esta característica é bem observada na Figura 6.4.

Grande parte da área é caracterizada pela contribuição elevada deste elemento, excetuando-se apenas as porções noroeste e nordeste, as quais se caracterizam por valores muito baixos para o tório.

Uma forte feição estrutural que corta a área longitudinalmente com direção NW-SE é ressaltada devido à assinatura anômala do tório.

Outra feição estrutural bem demarcada que corta a área ao meio no sentido N-S se caracteriza por valores baixos de concentração de tório.

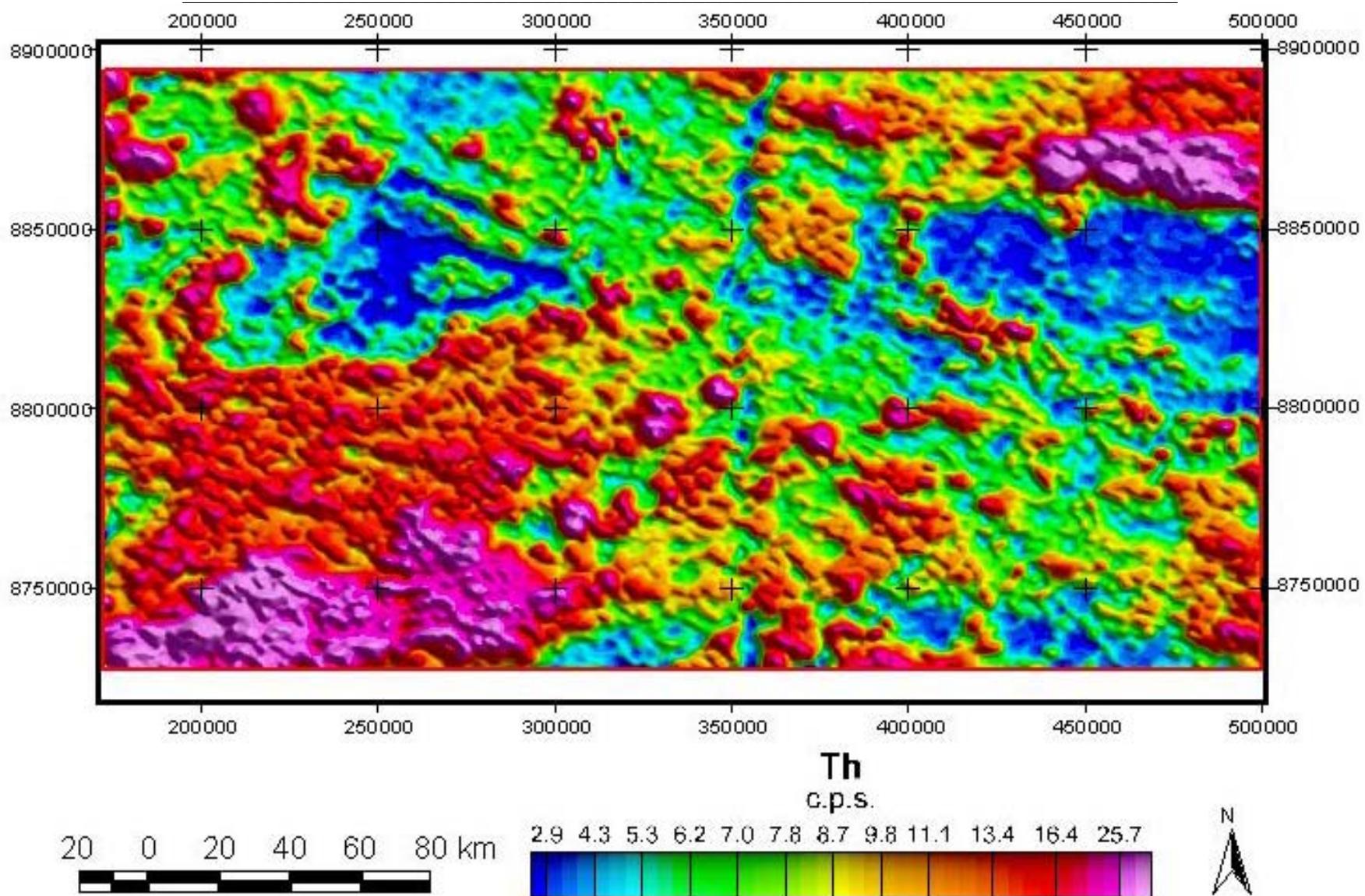


Figura 6.3 - Imagem do canal do tório (Th).

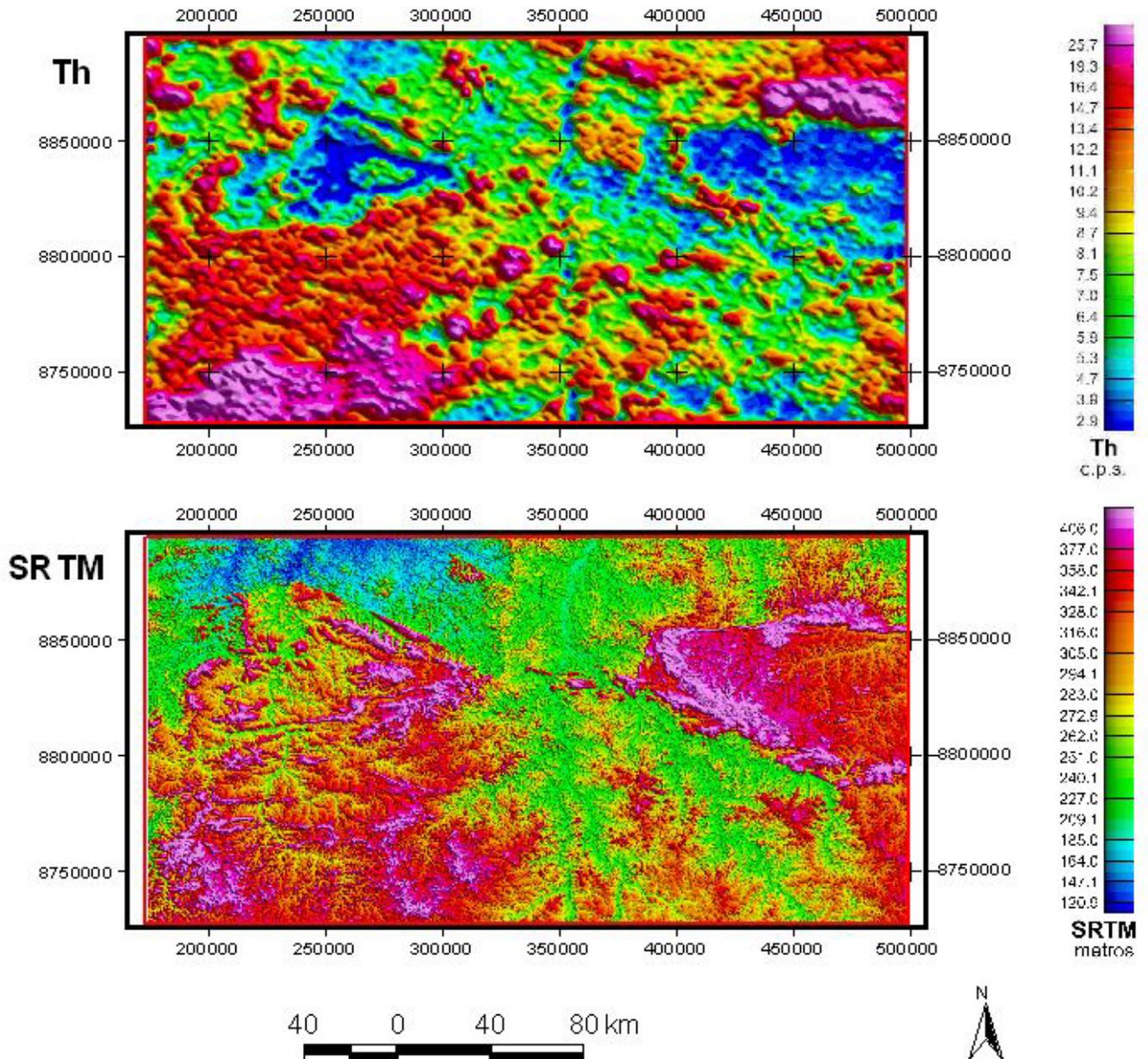


Figura 6.4 – Comparação entre a imagem do canal do tório (Th) e a imagem SRTM.

6.2.3 – Potássio

A imagem do canal de potássio mostra áreas com concentração elevada de potássio, principalmente, nas porções sul e nordeste (Figura 6.5).

Suas assinaturas com valores elevados em porções significativas das regiões mapeadas, estão ligadas à presença de fontes com presença significativa em superfície de suas fontes e refletem bem a estruturação que estas devem ter (rochas do embasamento cristalino).

Feições estruturais com direção NW-SE são bem destacadas na imagem do canal do potássio.

A Figura 6.6 mostra que, em geral, as regiões de topografia mais elevada estão associadas a níveis radioativos mais baixos, e vice-versa.

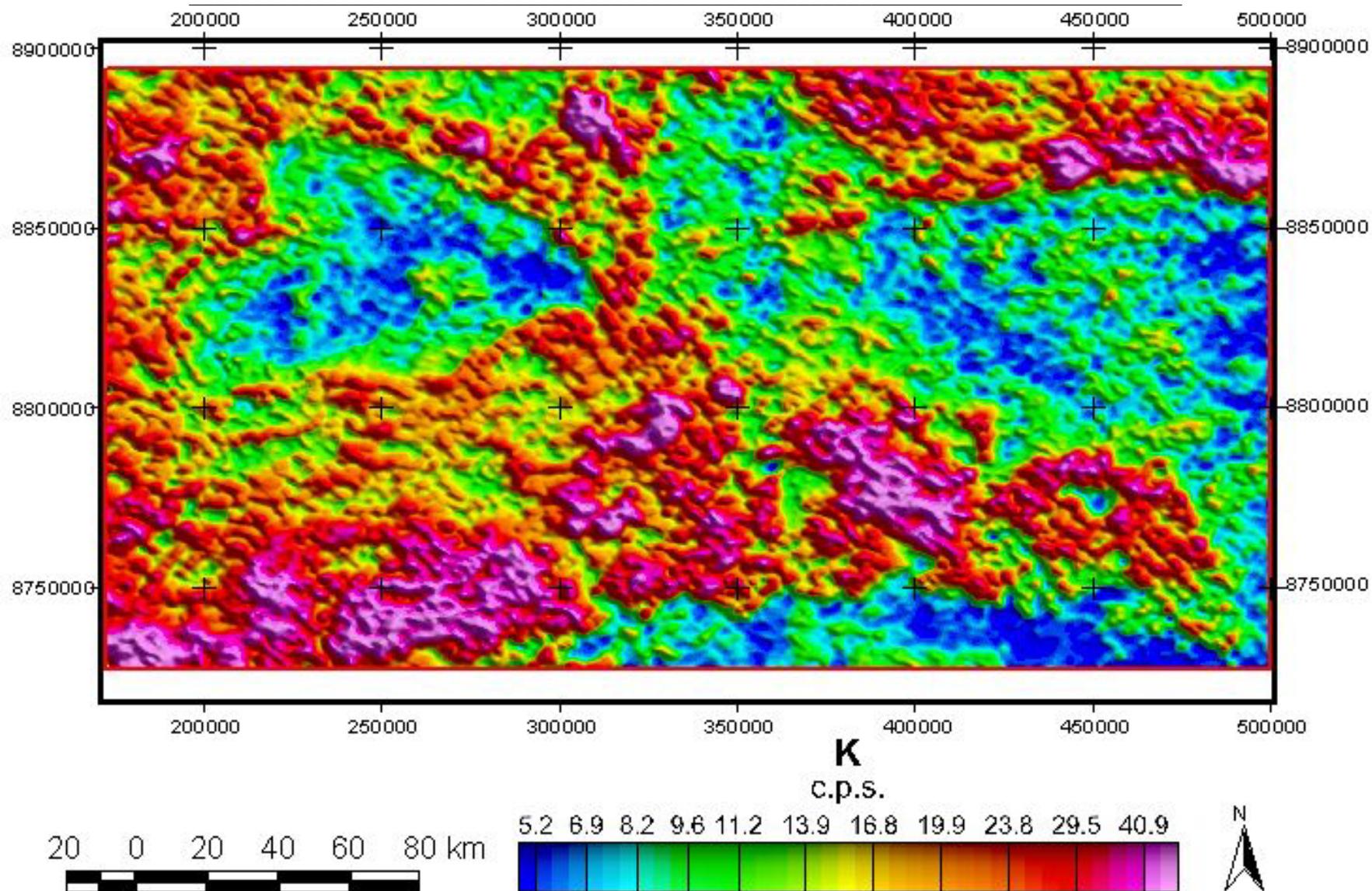


Figura 6.5 – Imagem do canal do potássio (K).

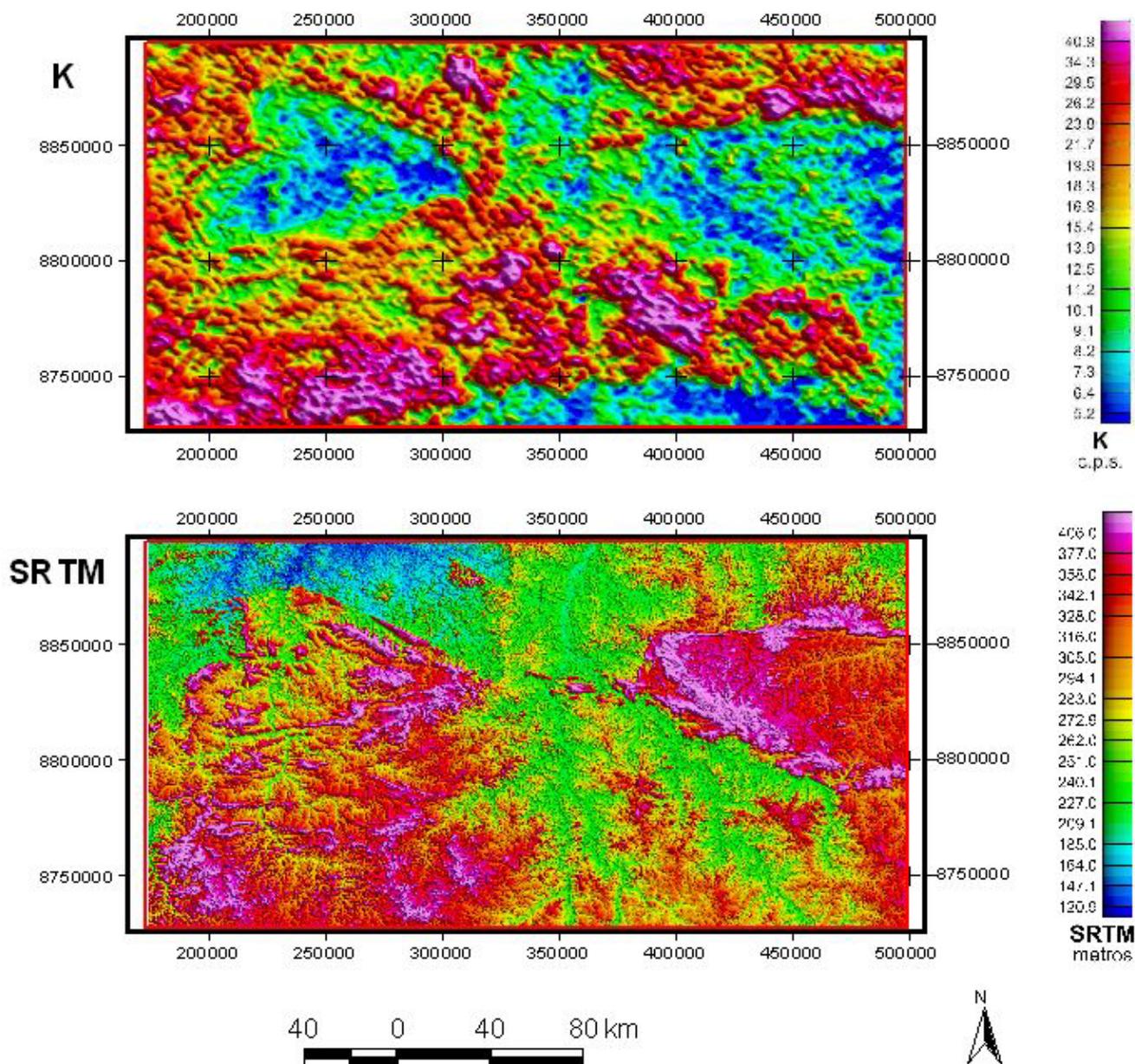


Figura 6.6 – Comparação entre a imagem do canal do potássio (K) e a imagem SRTM.

6.2.4 – Urânio

O urânio é um elemento de alta mobilidade e suas concentrações mais elevadas geralmente localizam-se em regiões arrasadas, como vales das drenagens e meias encostas, o que pode ser verificado na figura 6.8.

Nas porções sudoeste e nordeste o urânio apresenta concentração relativa elevada. A porção leste é caracterizada pela baixa concentração neste radioelemento. Suas assinaturas refletem bem as composições de suas fontes (Figura 6.7).

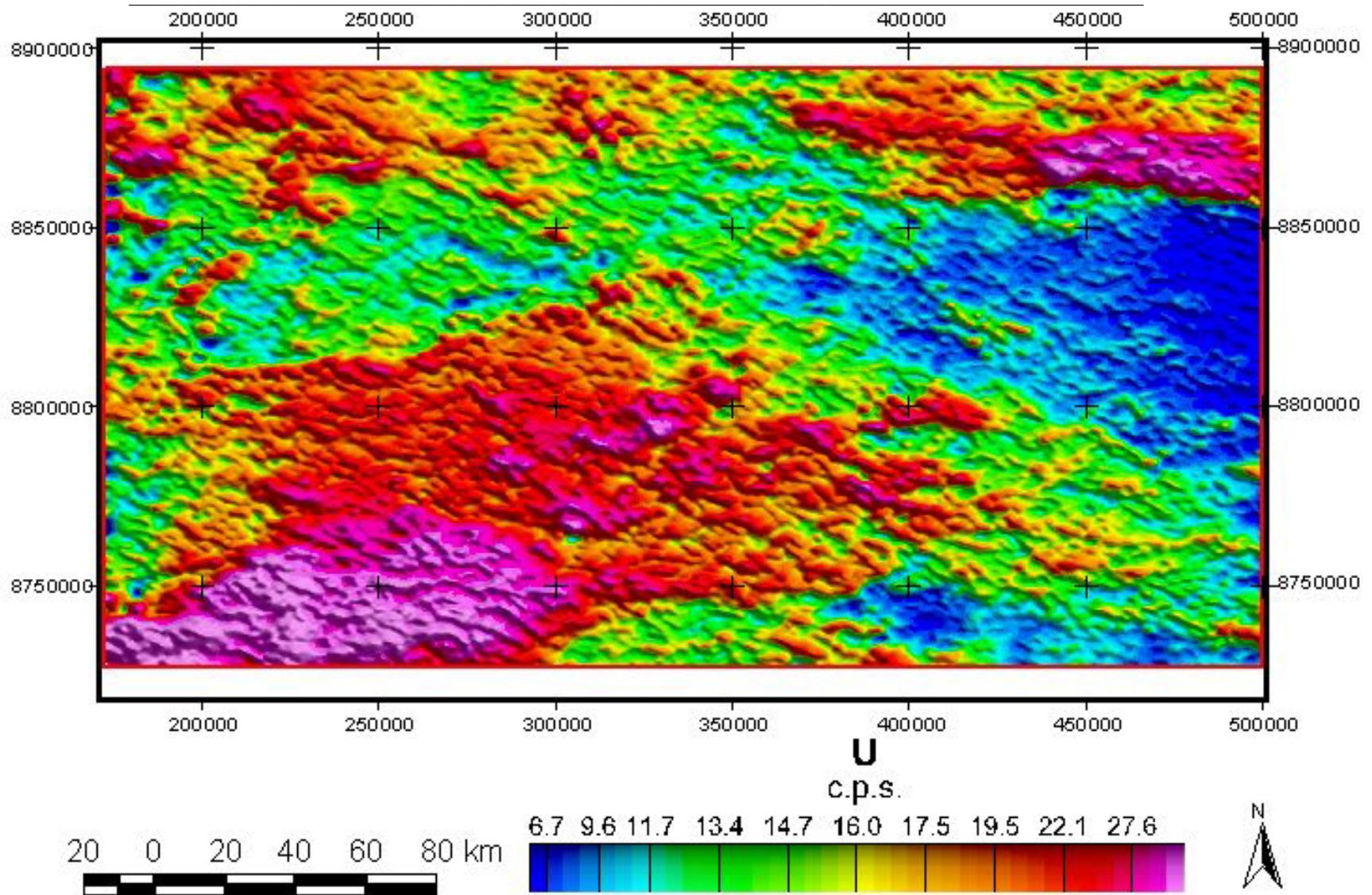


Figura 6.7 – Imagem do canal do urânio (U).

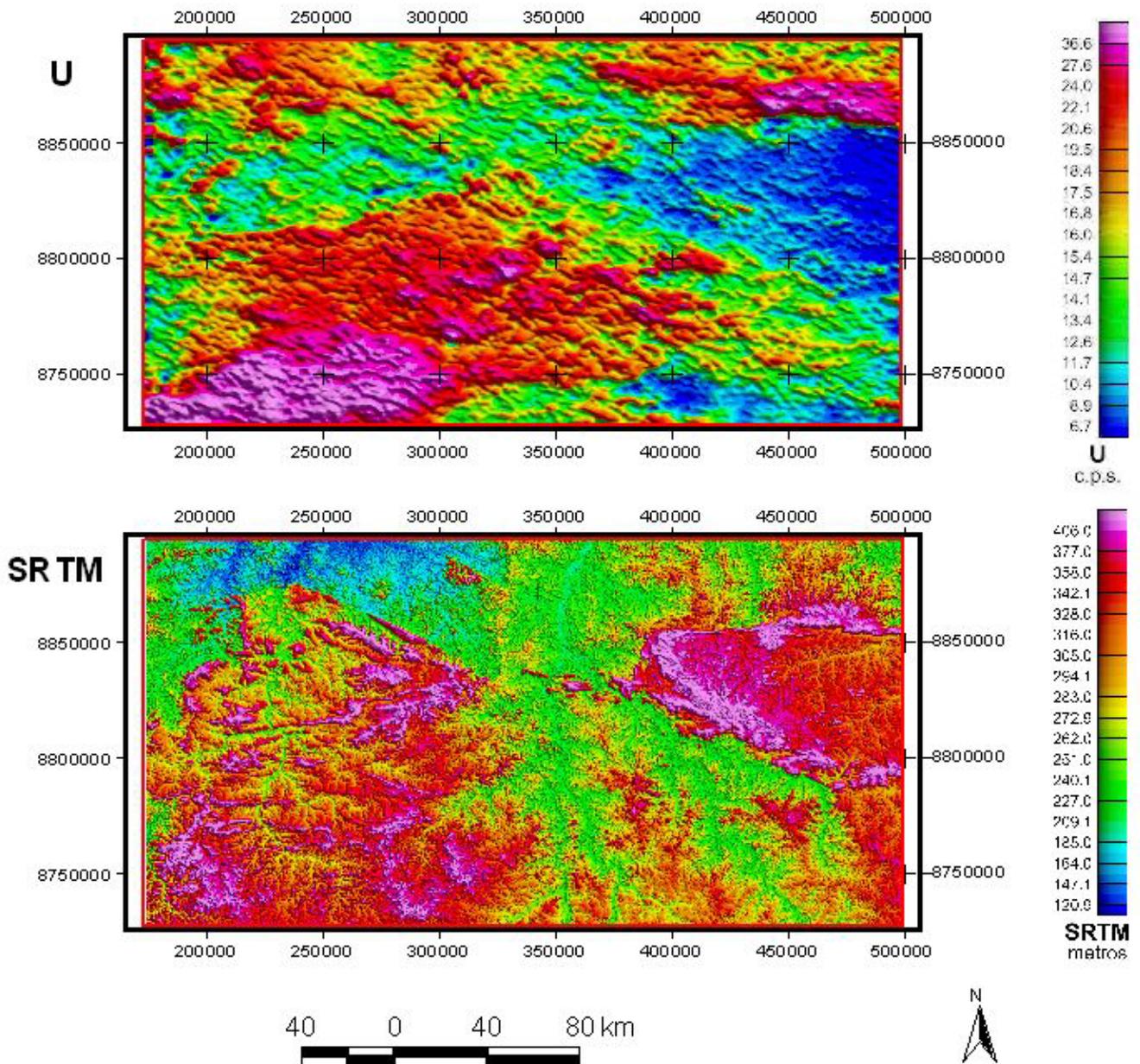


Figura 6.8 – Comparação entre a imagem do canal do urânio (U) e a imagem SRTM.

6.2.5 – Imagens Ternárias (RGB e CMY)

Foram gerados dois tipos de imagens ternárias: RGB (Figura 6.9) e CMY (Figura 6.10). Nos dois casos, foi atribuído um canal de cor primária a cada um dos três canais gamaespectrométricos, K, Th e U. Na imagem formada, cada pixel reproduz uma tonalidade de cor que reflete os valores relativos de intensidade da radiação gama formada pelas respostas, neste pixel, pertinentes aos três canais componentes.

Nas composições RGB, os valores relativos às cores primárias, vermelho, verde e azul, são somados de tal modo que as cores mais saturadas (esbranquiçadas) da imagem ternária refletem intensidades mais altas nos três elementos formadores. O contrário ocorre com as porções menos saturadas (escuras). Para a composição CMY, os valores relativos às cores primárias ciano, magenta e amarelo, são subtraídos de modo que as regiões mais saturadas destacam-se pela baixa expressividade gamaespectrométrica em todos os canais (cores mais saturadas), enquanto que menor saturação marca porções mais expressivas na radiação gama para os três canais.

Para a composição RGB foram atribuídas: a cor vermelha ao canal de potássio, a verde ao canal de tório e o azul ao de urânio (R:G:B → K:Th:U). Já no CMY, o potássio corresponde à cor ciano, o tório, a magenta e o urânio, à amarela (C:M:Y → K:Th:U). A combinação dos três elementos em apenas uma imagem permite verificar distinções nas variações internas das grandes unidades observadas nos mapas de contagem total, em função das variações nas concentrações relativas dos radioelementos naturais potássio, urânio e tório.

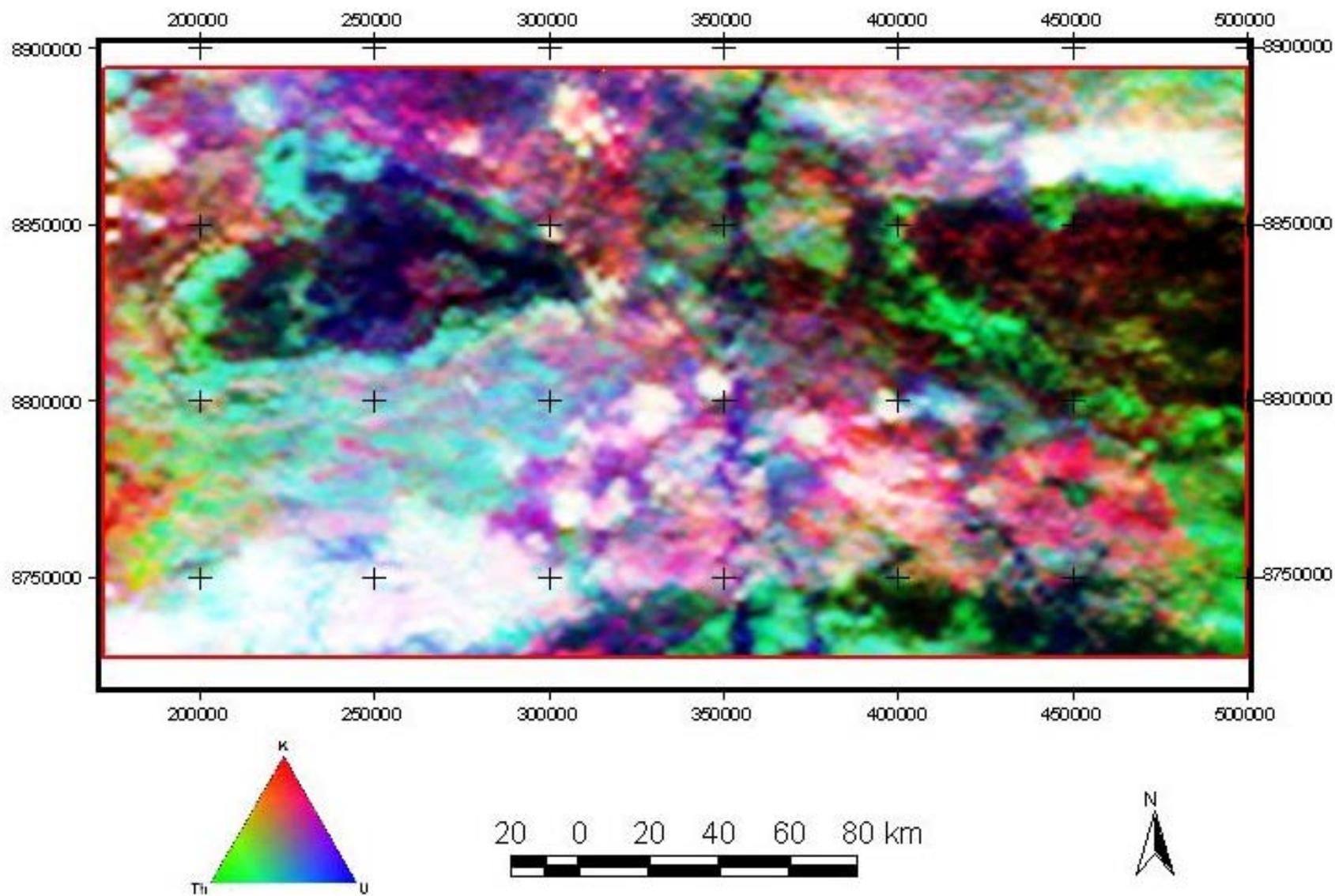


Figura 6.9 - Imagem da composição em falsa cor RGB (K-Th-U).

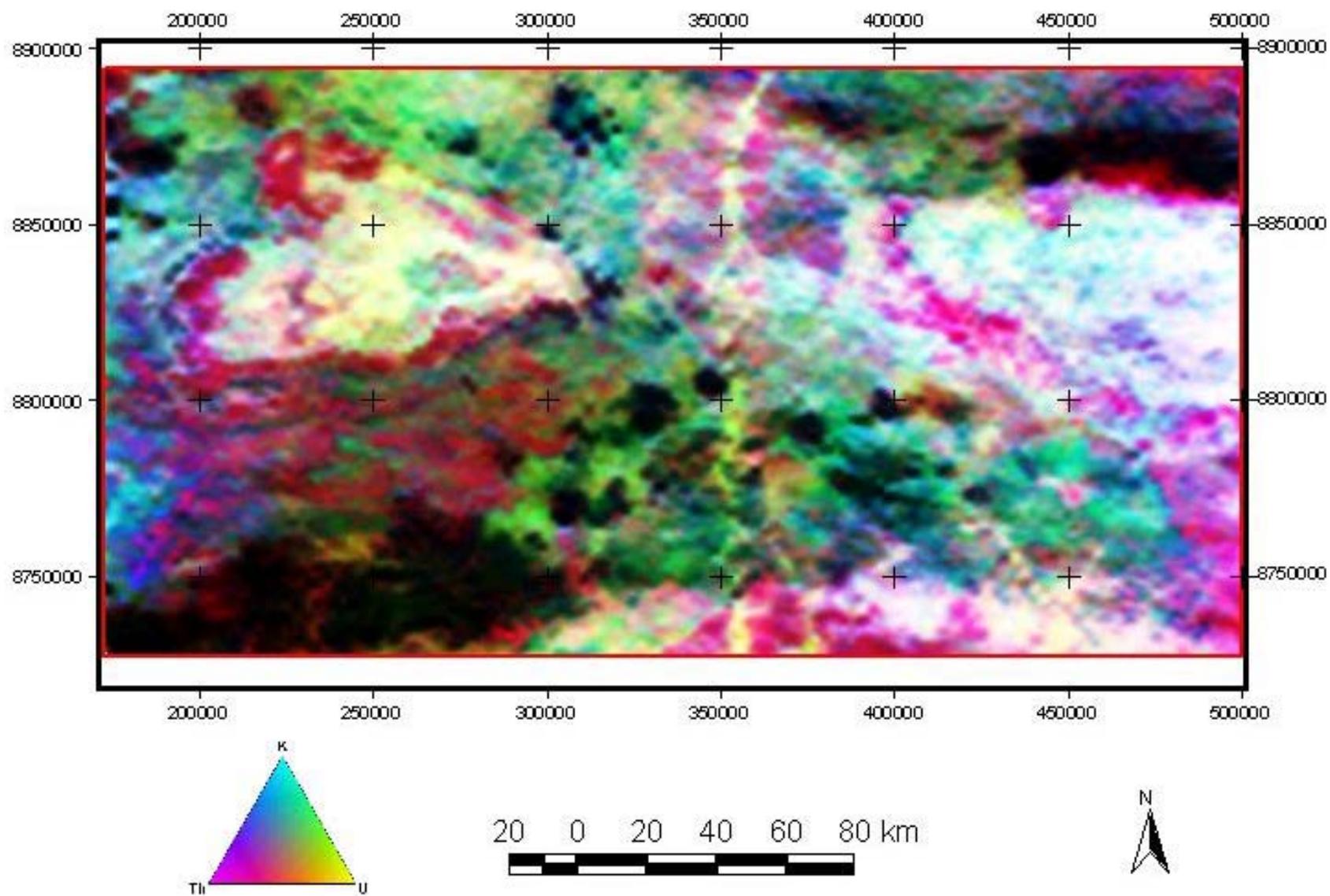


Figura 6.10 - Imagem da composição em falsa cor CMY (K-Th-U).

6.2.6 - Imagens das Razões (Th/K, U/K e U/Th)

Os mapas de razões entre elementos melhoraram a discriminação de feições geológicas não facilmente reconhecíveis ou separáveis corretamente pelo exame das imagens dos canais gamaespectrométricos quer individualmente, quer em imagens ternárias.

Em geral, servem para destacar variações dentro de uma mesma unidade gamaespectrométrica.

Em termos de prospecção mineral, são de grande valia em destacar zonas onde, possivelmente, houve algum tipo de enriquecimento ou depleção relativas e que podem corresponder à zonas mineralizadas ou à zonas que guardam alguma relação espacial com o tipo de mineralização procurada.

São especialmente úteis para identificar áreas com enriquecimento relativo em potássio, em geral correlacionáveis a eventos hidrotermais com potassificação. Já para mapeamento geológico, elas podem ser úteis na delimitação das diferentes fácies de corpos intrusivos (Carvalho, 1999).

6.2.6.1 – Imagem da Razão Th/K

A razão entre as concentrações de tório e potássio (Figura 6.11) pode ser usada para mostrar zonas onde ocorreu concentração ou depleção de potássio, sem, contudo haver ocorrido enriquecimento em tório. A imagem da razão Th/K da área pesquisada possibilitou interpretar a distribuição do potássio relacionado a possíveis zonas de alteração hidrotermal ou a lixiviação.

Considerando que o Th é um elemento pouco móvel e que no ambiente tropical, dentre os três radioelementos, tende a revelar mais adequadamente a geologia superficial, a imagem da razão Th/K da área do projeto permite associar variações abruptas com processos de enriquecimento diferencial e, eventualmente, interpretar zonas com possíveis indícios de alteração hidrotermal e/ou lixiviação.

Na área em apreço, as assinaturas mais altas da razão Th/K (cor magenta) estão localizadas na porção oeste e sudeste da área. Esta região caracteriza-se por envolver áreas de topografia mais elevada. Nas áreas menos elevadas, como drenagens e vales, as assinaturas da razão Th/K são mais baixas.

Três conjuntos de estruturas de grande porte podem ser observados na região. O primeiro refere-se a uma estruturação com orientação N-S localizada na porção central da área, o segundo conjunto de lineamentos tem direção NE-SW e o terceiro NW-SE.

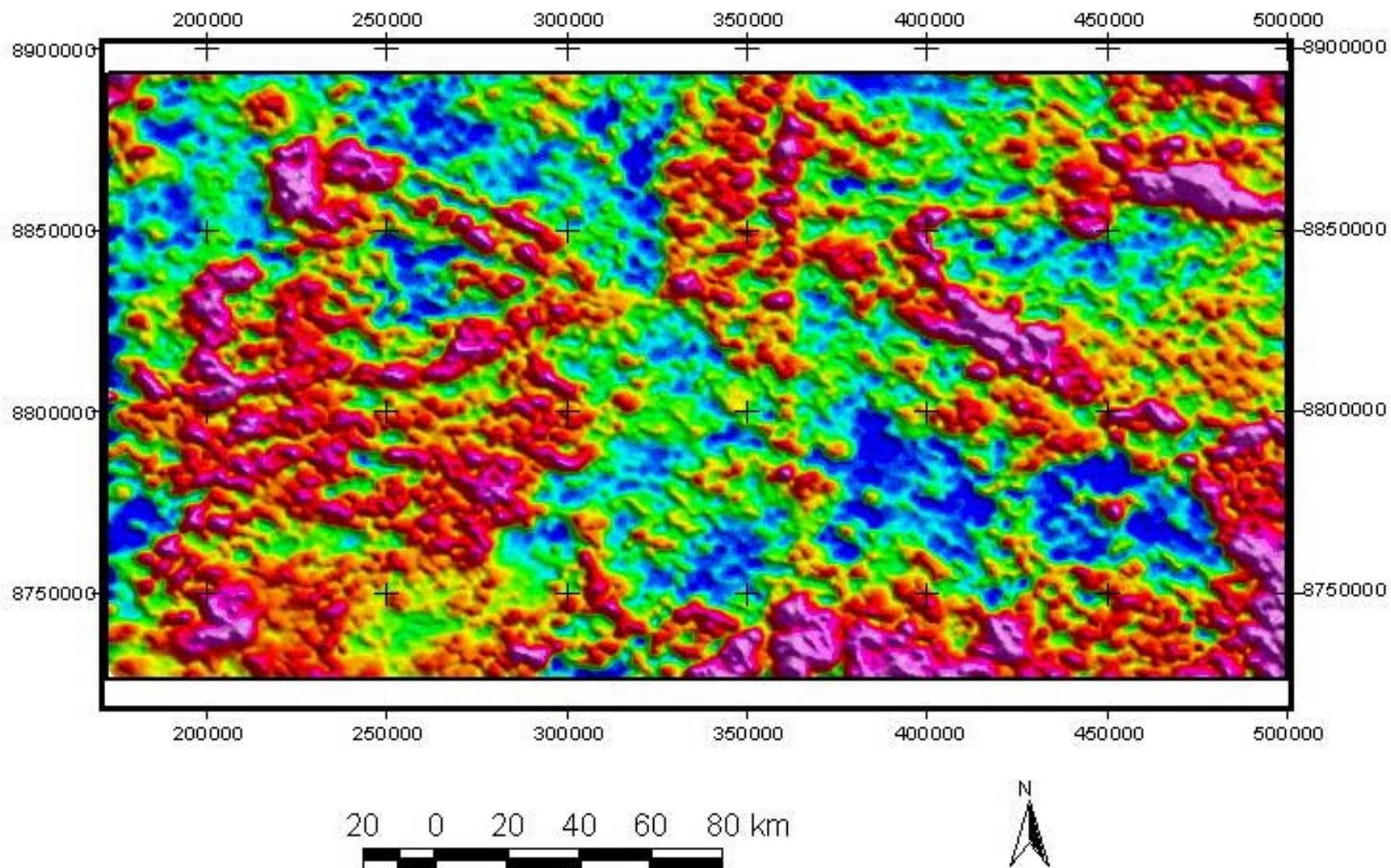


Figura 6.11 – Imagem da razão Th/K.

6.2.6.2 - Imagem da Razão U/K

A razão entre as concentrações de urânio e potássio pode ser usada para identificar zonas onde ocorreu concentração ou depleção de potássio, sem, contudo haver ocorrido enriquecimento em urânio.

Na porção noroeste e sul da área é onde se observam os valores mais altos para esta relação (Figura 6.12). Os locais onde destacam-se valores mais altos da razão U/K são também aqueles caracterizados por topografia mais elevada.

As feições estruturais mais evidentes nesta imagem têm direções N-S e NE-SW.

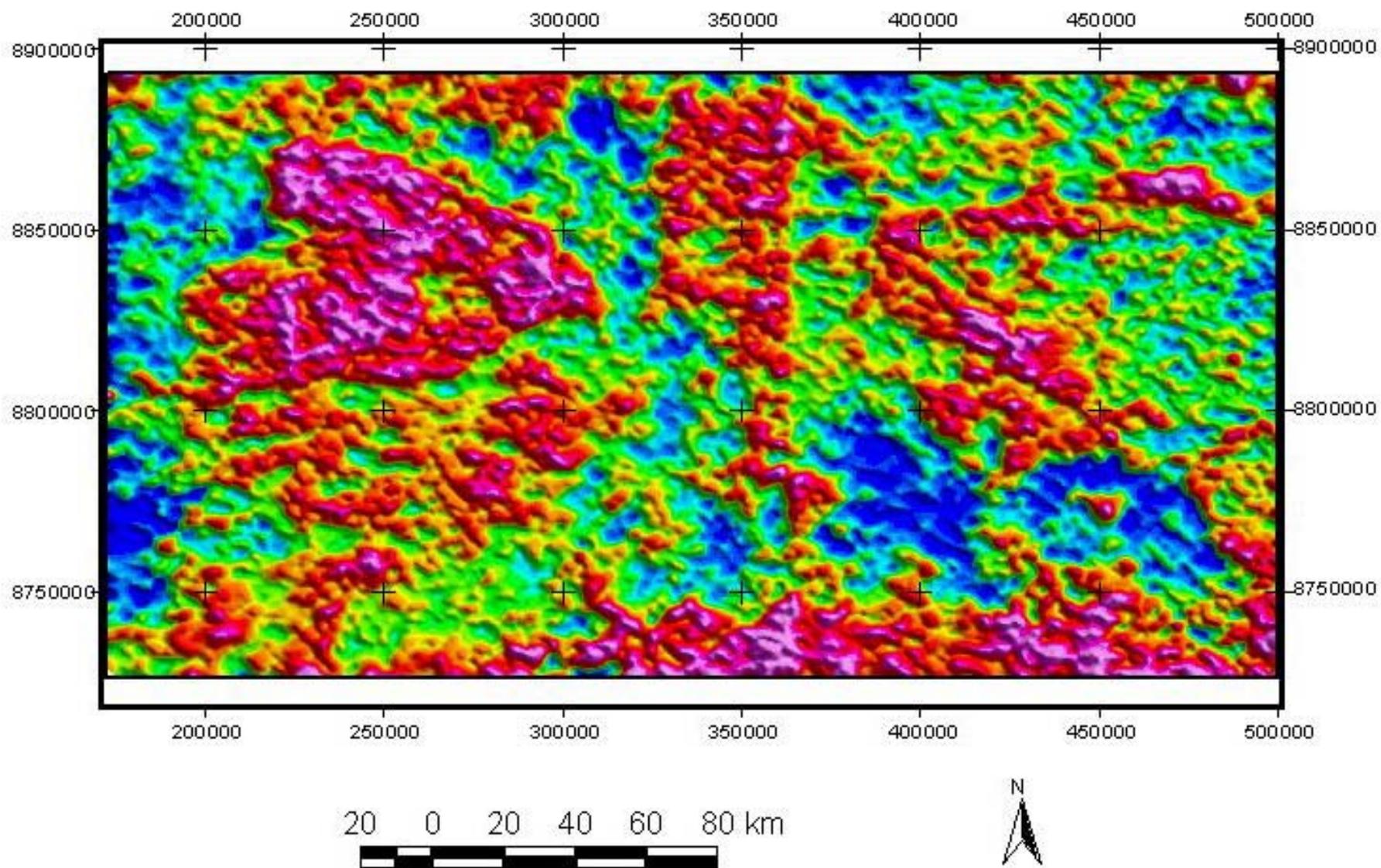


Figura 6.12 – Imagem da razão U/K.

6.2.6.3 – Razão U/Th

A razão U/Th é normalmente utilizada para se estudar a lixiviação de urânio no sistema. Isto se deve à maior mobilidade do urânio em ambientes superficiais.

Na porção noroeste da área são observados os valores mais altos da razão U/Th (Figura 6.13). Essas regiões são caracterizadas por topografia menos elevada, como vales e drenagens. As áreas com relevo mais elevado destacam-se por valores baixos da razão U/Th.

Na imagem, destaca-se a drenagem que corta a área ao meio, onde são observados valores altos para a razão U/Th.

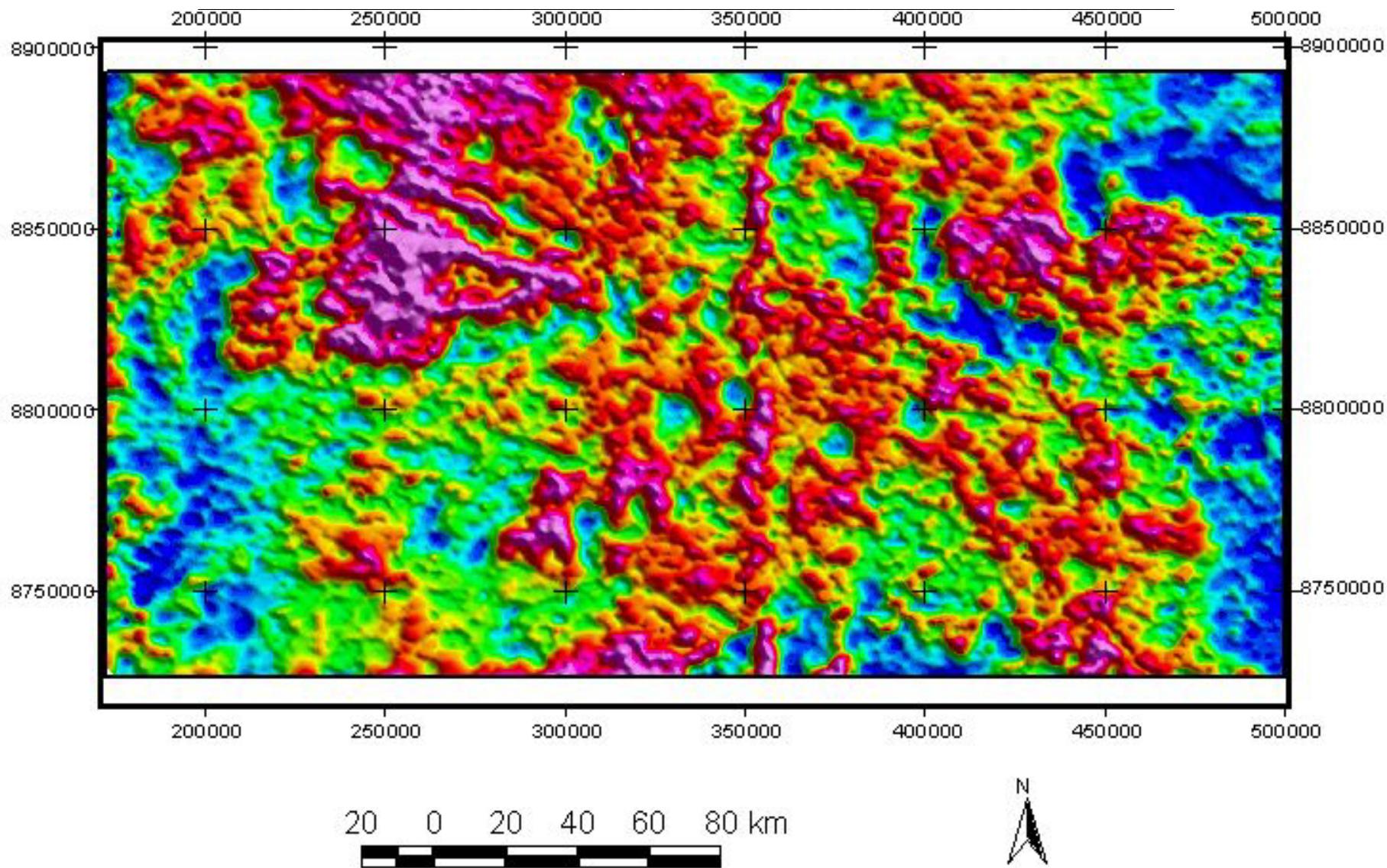


Figura 6.13 – Imagem da razão U/Th.

6.2.7 - Domínios Gamaespectrométricos

Através dos dados gamaespectrométricos é possível obter informações bem próximas do que se pode observar na superfície, e com isso, é possível gerar um mapa com a interpretação desses dados. A interpretação cuidadosa desse mapa pode fornecer informações que poderão ser confirmadas futuramente através do mapeamento geológico.

Os domínios gamaespectrométricos foram interpretados principalmente a partir das imagens RGB (Figura 6.9) e CMY (Figura 6.10), com contribuições adicionais dos canais individuais de Th (Figura 6.3), K (Figura 6.5) e U (Figura 6.7) e das razões Th/K (Figura 6.11), U/K (Figura 6.12) e U/Th (Figura 6.13). A delimitação destes domínios foi realizada visualmente.

Ao todo, foram delimitados 46 domínios gamaespectrométricos distintos para a área. Com base nas respostas radiométricas, de acordo com as misturas de cores, vermelho, verde e azul, foi possível agrupá-los em cinco classes de concentrações:

- 1) baixa: 0-19%;
- 2) média-baixa: 20-39%;
- 3) média: 40-59%;
- 4) média-alta: 60-79%;
- 5) alta: 80-100%.

As características de cada domínio, em função de seu conteúdo de K, Th e U estão definidas na tabela 6.1 e mostrados na Figura 6.14.

Tabela 6.1: Tabela com a classificação dos domínios gamaespectrométricos por seus teores de K, Th e U interpretados para o Projeto Rio do Sangue.

Domínio	K	Th	U
1	Baixo	Baixo	Baixo
2	Baixo	Baixo	Médio - Baixo
3	Baixo	Baixo	Médio
4	Baixo	Médio- Baixo	Baixo
5	Baixo	Médio - Baixo	Médio - Baixo
6	Baixo	Médio	Médio - Baixo
7	Baixo	Médio	Baixo
8	Baixo	Alto	Médio - Baixo
9	Baixo	Alto	Médio
10	Baixo	Alto	Alto
11	Médio - Baixo	Baixo	Baixo
12	Médio - Baixo	Baixo	Médio
13	Médio - Baixo	Médio - Baixo	Médio - Baixo
14	Médio - Baixo	Médio - Baixo	Baixo
15	Médio - Baixo	Médio - Baixo	Médio
16	Médio - Baixo	Médio - Baixo	Alto
17	Médio - Baixo	Médio	Médio - Baixo
18	Médio - Baixo	Médio	Médio
19	Médio - Baixo	Médio	Médio - Alto
20	Médio - Baixo	Médio	Alto
21	Médio - Baixo	Médio - Alto	Médio - Baixo
22	Médio - Baixo	Médio - Alto	Médio
23	Médio - Baixo	Alto	Médio
24	Médio - Baixo	Alto	Médio - Alto
25	Médio - Baixo	Alto	Alto
26	Médio	Médio - Baixo	Baixo
27	Médio	Médio	Médio
28	Médio	Médio	Médio - Alto
29	Médio	Médio - Alto	Médio

30	Médio - Alto	Baixo	Médio
31	Médio - Alto	Médio - Baixo	Baixo
32	Médio - Alto	Médio - Baixo	Médio - Baixo
33	Médio	Alto	Alto
34	Médio - Alto	Médio	Médio - Alto
35	Médio - Alto	Médio - Alto	Médio
36	Médio - Alto	Alto	Médio
37	Médio - Alto	Alto	Alto
38	Alto	Médio - Baixo	Médio
39	Alto	Médio - Baixo	Médio - Alto
40	Alto	Médio	Médio
41	Alto	Médio	Médio - Alto
42	Alto	Médio - Alto	Médio
43	Alto	Médio - Alto	Médio - Alto
44	Alto	Médio - Alto	Alto
45	Alto	Alto	Médio - Baixo
46	Alto	Alto	Alto

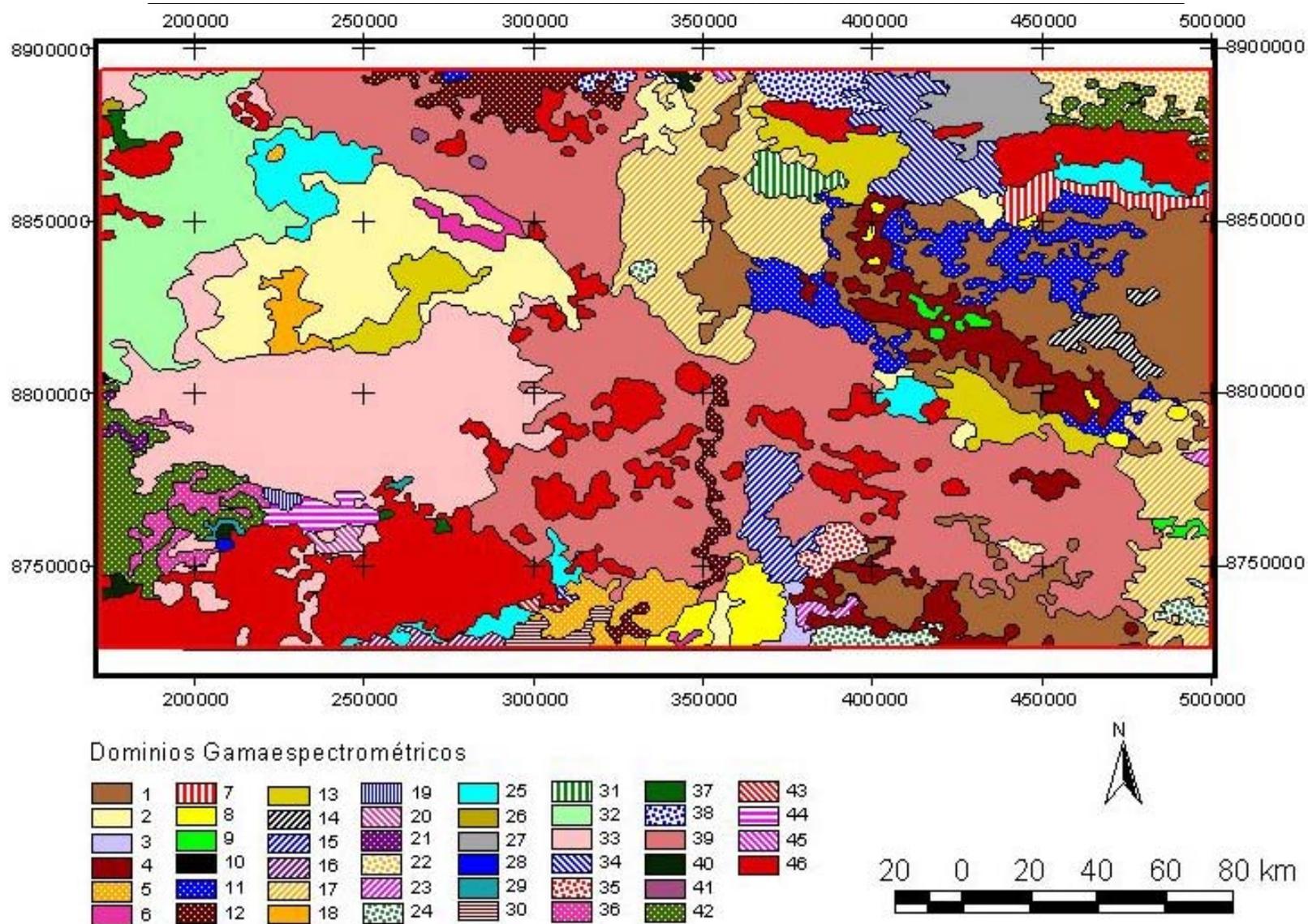


Figura 6.14 - Mapa dos domínios gamaespectrométricos interpretados.

6.2.8 - Estruturas Gamaespectrométricas

Para o estudo das feições lineares que representam a fábrica e, com isso, a estruturação das fontes do sinal gamaespectrométrico, foram usadas todas as imagens geradas, com destaque para: CT (Figura 6.1), RGB (Figura 6.9) e CMY (Figura 6.10).

A análise da orientação dessas estruturas mostra que predomina a direção NW-SE. Estas podem ser observadas principalmente na porção central, cortando praticamente toda a área. Outras feições significantes com direção NE-SW são observadas também na parte central, mas principalmente na porção leste da área. No geral, o que se observa é que as feições NE-SW são muitas vezes intersectadas por aquelas de direção NW-SE. Estruturas com direção E-W também são importantes, e estão presentes na porção nordeste da área (Figura 6.15).

O diagrama de rosetas sintetiza as orientações preferenciais observadas na fábrica gamaespectrométrica. Nele é possível confirmar que a direção principal das feições estruturais é NW-SE. No diagrama também se destacam feições com direção NE-SW e E-W (Figura 6.16).

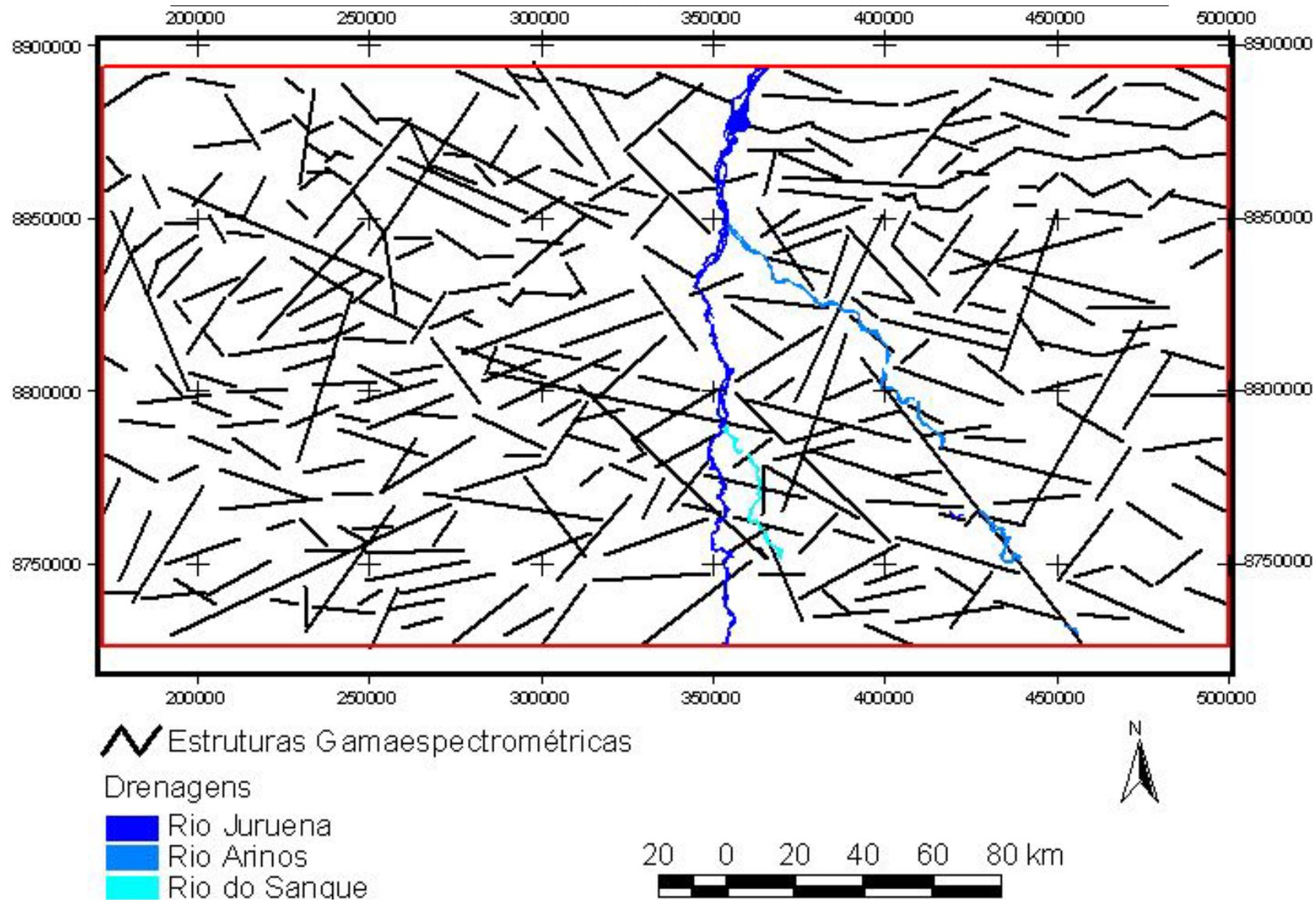


Figura 6.15 - Mapa das estruturas gamaespectrométricas interpretadas.

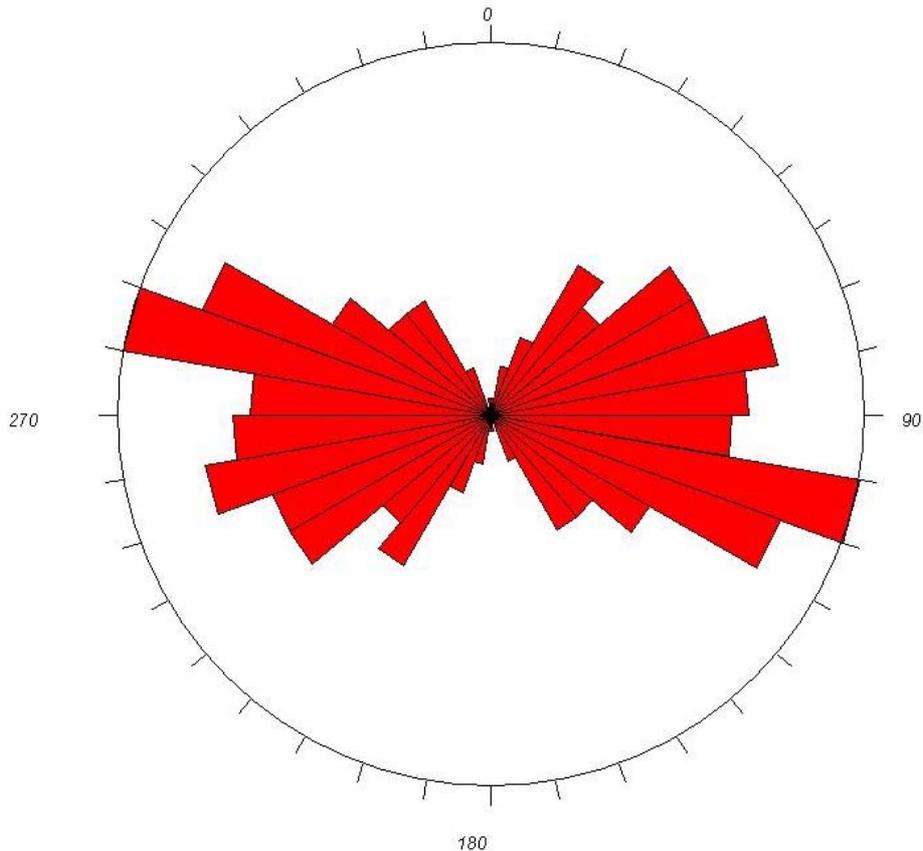


Figura 6.16 - Diagrama de roseta mostrando o comportamento das estruturas lineares das imagens gamaespectrométricas. As principais estruturas situam nos quadrantes NW e NE. Estruturas E-W também são observadas.

6.2.9 - Mapa dos Domínios e Estruturas Gamaespectrométricas Interpretadas

A superposição dos dois temas gerados acima para a interpretação gamaespectrométrica dos dados mostra um quadro geral que define o modelo físico gamaespectrométrico, para uma escala de trabalho de 1:500.000 (Figura 6.17).

A área possui um sistema de feições estruturais bastante complexo, no qual predominam as direções NW-SE, SW-NE e E-W. Tal característica também é válida para o comportamento dos domínios gamaespectrométricos que varia de acordo com cada região.

No geral, os limites entre os domínios seguem as feições estruturais existentes na área, ficando clara a subordinação existente entre ambos. Essa característica é muito bem observada entre os domínios 1 e 4, 1 e 13, 7 e 25 e 42 e 46, na porção leste da área e entre os domínios 2 e 33, 2 e 39, 25 e 46 na porção oeste. Os domínios 44 (na porção sudoeste), 15 (porção central), 7, 31, 34 e

46 (porção nordeste) caracterizam-se por serem bordejados por estruturas que limitam seus contatos com outros domínios.

Os domínios 2 (porção oeste), 1, 11 (porção leste), 1 e 4 (porção sudeste), além de terem o mesmo padrão estrutural, no qual os domínios são quase todos envolvidos pelas feições estruturais, apresentam características semelhantes quanto à concentração de potássio, tório e urânio que varia de média-baixa a baixa. O domínio 46, localizado nas partes sudoeste e nordeste da área, reflete padrões similares para o potássio, tório e urânio, com concentração alta destes elementos. Os domínios 33 e 46, na parte oeste, refletem tendência estrutural de eixo NE-SW e mostram valores altos para as concentrações de tório e urânio. Na porção central da área, onde predomina o domínio 39, e nas porções leste e nordeste onde ocorrem os domínios 1 e 27, respectivamente, destacam-se valores que variam de médio a baixo para a concentração de tório, e são observadas feições estruturais com tendência geral NW-SE.

O modelo físico interpretado para os dados gamaespectrométricos mostra que há a imposição de forte tendenciamento: NE-SW para a porção oeste; NW-SE na porção leste; e E-W nas porções nordeste e sudeste da área. A riqueza dos detalhes das imagens mostra que as fontes gamaespectrométricas têm composições muito variadas nas janelas correspondentes ao K, ao U e ao Th, indicando uma variedade enorme em suas possíveis fontes geológicas. Domínios isolados representam uma fração possível de representar com fidelidade na escala usada (1:500.000).

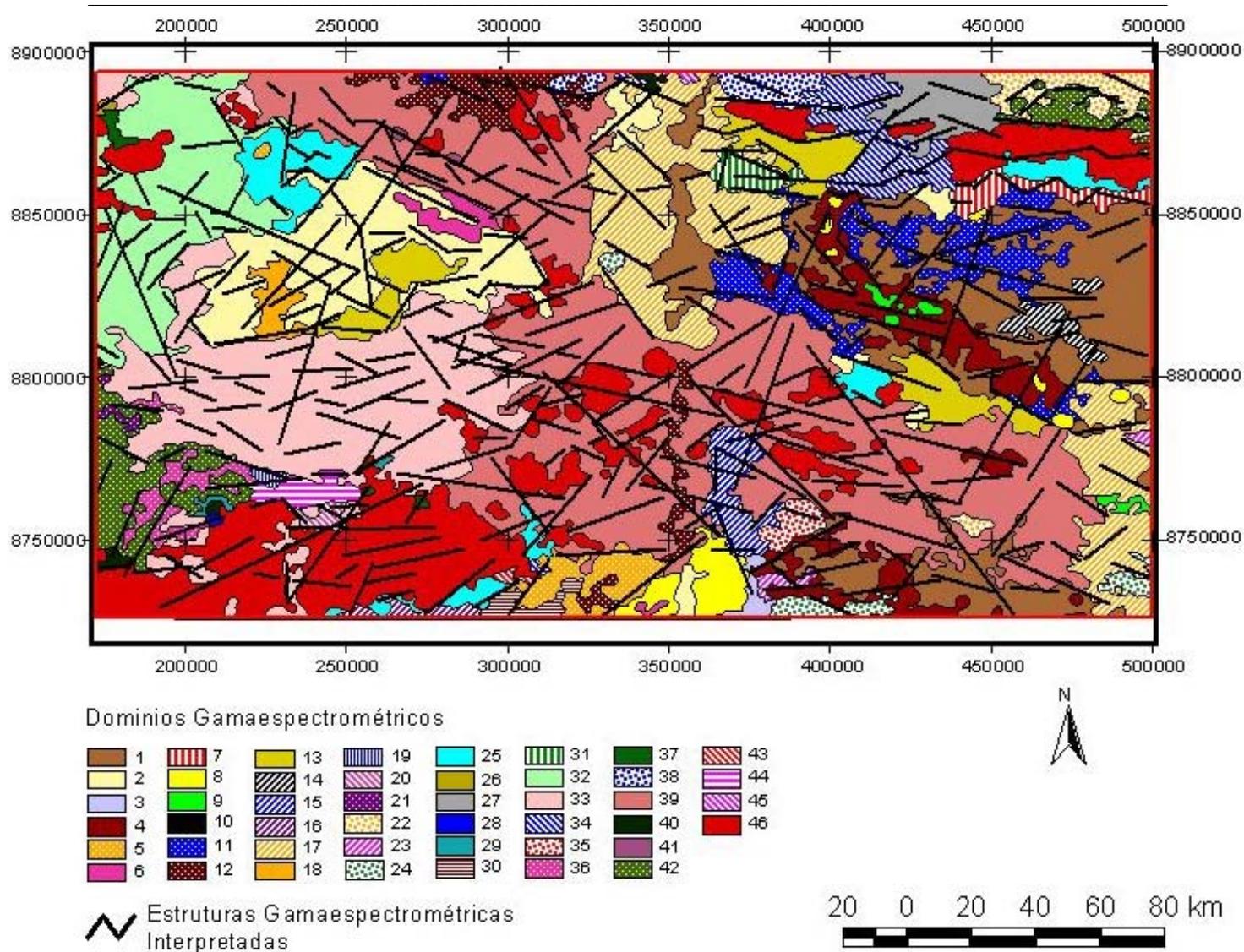


Figura 6.17 - Mapa da integração dos domínios e estruturas gamaespectrométricas interpretadas.

7 - INTERPRETAÇÃO DOS DADOS MAGNETOMÉTRICOS

7.1 - INTRODUÇÃO

Com o objetivo de realçar possíveis feições estruturais e discriminar assinaturas magnéticas, uma série de técnicas foi aplicada aos dados magnéticos.

A seguir, estão as análises e interpretações realizadas para os dados de magnetometria da área. O método utilizado para a interpretação foi, na maioria dos casos, aquele que inclui a análise visual dos dados. Isso possibilitou a definição de feições estruturais, domínios magnéticos e assinaturas magnéticas relevantes. Dessa forma, foram gerados diversos mapas de produtos e mapas interpretativos à partir dos dados originais de magnetometria.

7.2 - ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS MAGNÉTICOS

A análise do relevo referente ao campo magnético residual esteve baseada em:

- Estudo do espectro de potência radialmente ponderado do campo magnético;
- Estudo do campo magnético residual (CMR);
- Delimitação dos domínios magnéticos usando-se, principalmente, as imagens do CMR, do CMR reduzido ao pólo, da amplitude do sinal analítico (ASA) e da inclinação do sinal analítico (ISA). Empregaram-se, também, as imagens AcISA (combinação entre ASA_colorida e ISA_cinza) e AISAc (combinação entre ASA_colorida e ISA_colorida);
- Estudo da imagem da intensidade do campo magnético residual continuado a uma altura de 500 metros (CNUP);
- Estudo da imagem do campo pseudo-gravimétrico (PSEUDOGRAV);
- Estudo da imagem da susceptibilidade magnética aparente (SUSCAP);
- Traçado das feições lineares que pudessem significar quebras importantes no relevo magnético e, com isso, elementos estruturais fundamentais na definição do arcabouço estrutural / tectônico da área (fraturamentos/falhamentos e contatos). Foram usados, entre outras, as imagens do CMR, ASA, ISA, de sua derivada vertical de primeira ordem (DZ) e da composição AICSA (ASA_cinza e ISA_colorida);

- Intersecção dos domínios e das estruturas magnéticas presentes na área e elaboração do mapa de domínios e estruturas magnéticas.

A magnetização não é uma propriedade física intrínseca das rochas e depende dos contrastes nas concentrações volumétricas de minerais magnéticos – representados quase que exclusivamente pela magnetita – nelas presentes com seu ambiente. E esta concentração pode ser alterada pela criação e pela destruição deste mineral e por sua concentração anômala em feições estruturais dúcteis e rúpteis nos eventos metamorfizantes ocorridos ao longo da história geológica da rocha.

A maior afinidade da magnetita é sempre com as rochas cristalinas, em especial as básicas e ultrabásicas. No pólo oposto, a menor está com as rochas sedimentares e, por extensão, com as metassedimentares, que são praticamente transparentes ao método. Assim, quando rochas ígneas ou vulcânicas e seus termos metamorfizados estão aflorantes, suas assinaturas magnéticas formam o relevo mapeado e suas correlações são evidentes. Quando dominam as coberturas sedimentares e seus representantes metamorfizados as assinaturas que formam o relevo magnético provêm, quase sempre, de seu substrato cristalino. Onde há uma mistura destes tipos os resultados devem ser analisados dentro desta ótica, como é o caso presente.

As assinaturas magnéticas identificadas nos diversos domínios magnéticos podem ter correlação por vezes difícil com as rochas aflorantes.

Quanto às feições estruturais mapeadas a mesma observação é válida: estão ligadas às concentrações localizadas de minerais magnéticos (magnetita) nas superfícies de descontinuidade ou de quebra, ou em forma de filmes (corpos magnéticos delgados) ou de preenchimentos por material mais magnético (diques básicos / ultrabásicos). As primeiras, de uma maneira geral, estão relacionadas a estruturas tipo rúptil e as segundas, as dúcteis.

É bom lembrar que pode haver caso de estruturas lineares – falhamentos / fraturamentos – e não lineares – fábricas – não detectáveis magnetometricamente em feições estruturais e rochas onde os teores de minerais magnéticos são desprezíveis.

Todas as interpretações e integrações que se seguiram foram feitas em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), o que facilitou as fases de análise e de apresentação dos resultados finais.

7.2.1 – Espectro de Potência Ponderado Radialmente

Analisando-se o espectro de energia do campo magnético residual (Figura 7.1) observa-se que os sinais significativos prolongam-se até aproximadamente o número de onda crítico $0,13 \text{ km}^{-1}$, sendo dominado por ruídos para os números de onda maiores que este. Este valor representa a maior frequência espacial válida para a amostragem. O número de onda de Nyquist da amostragem é de $0,26 \text{ km}^{-1}$, que corresponde a um comprimento de onda da ordem de 3,9 km. Isso significa que só têm expressão as anomalias com assinaturas com dimensões maiores que este valor, prefixando as dimensões da menor assinatura que deve ser procurada e considerada válida.

Através do espectro se conclui que há, pelo menos, três famílias de fontes magnéticas principais, quanto às profundidades em que devem se encontrar. O grupo representativo das fontes mais profundas tem profundidades em torno de 12 km. O grupo intermediário está situado numa faixa de profundidades médias de 6 km. O grupo das fontes mais rasas está na ordem de 2 km.

Com isso, observa-se que o micronivelamento realizado permitiu que grande parte do ruído fosse eliminada, melhorando então a qualidade dos dados.

As fontes magnéticas de alta frequência podem estar ligadas ao grupo de fontes mais superficiais, enquanto que os outros grupos aos de fonte intermediário e profundo.

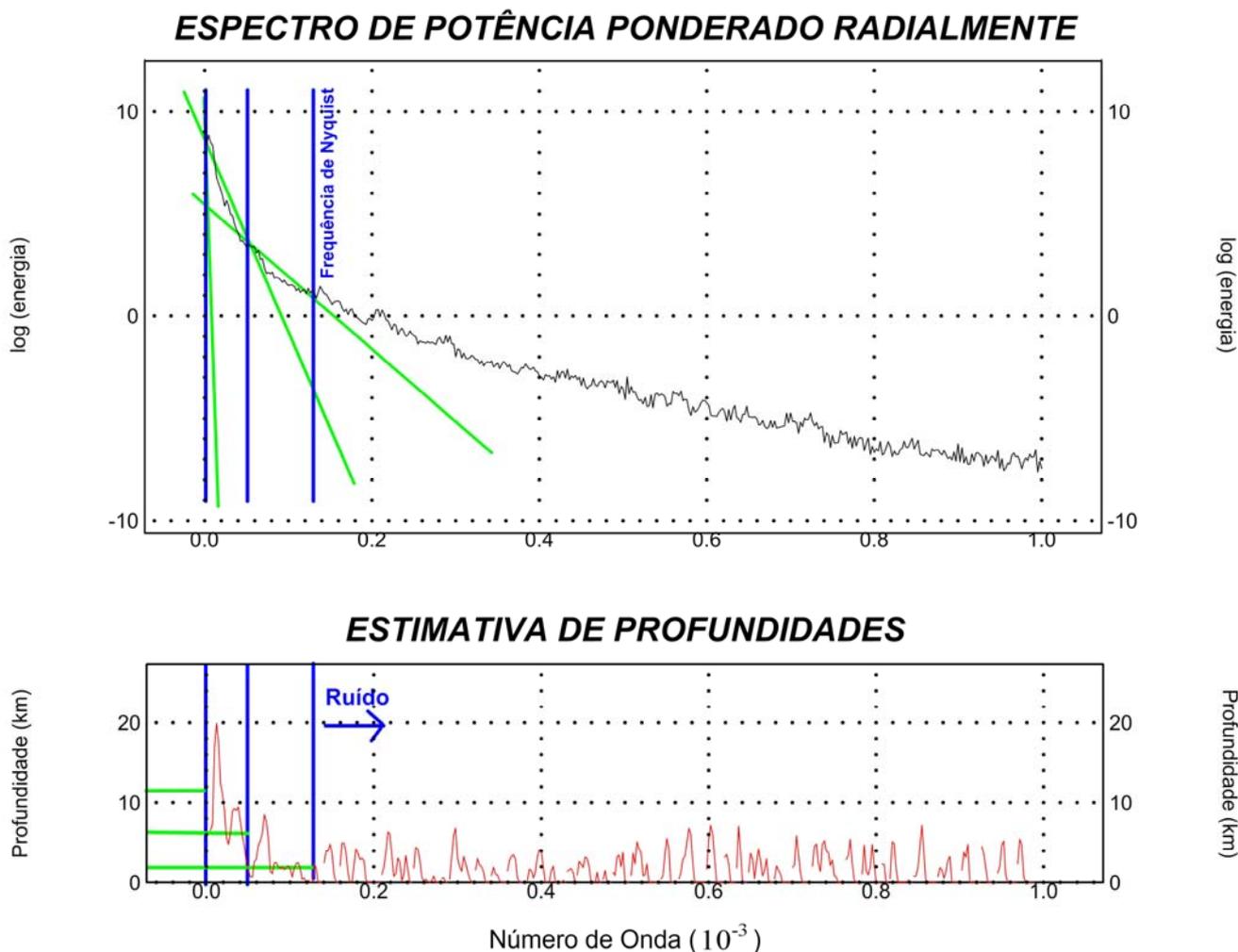


Figura 7.1 - Espectro de potência ponderado radialmente para o campo magnético residual (CMR).

7.2.2 – Campo Magnético Residual (CMR) e suas Transformadas

O padrão magnético para assinaturas dos corpos geológicos ricos em magnetita é um pouco mais complexo. Em geral, representam a superposição dos efeitos de fontes diversas, as diferentes concentração de material magnético em seu interior e circunvizinhanças e é assim, em realidade, formado por uma série de assinaturas superpostas que refletem o arranjo espacial composto por estas diferentes fontes formadoras do sinal magnético.

Para a interpretação dos dados magnéticos foi realizada a análise dos sinais que compunham o relevo do campo magnético residual (Figura 7.2), a fim de diferenciar padrões de assinaturas magnéticas que demarcassem domínios com comportamentos distintos e que definissem feições estruturais relevantes.

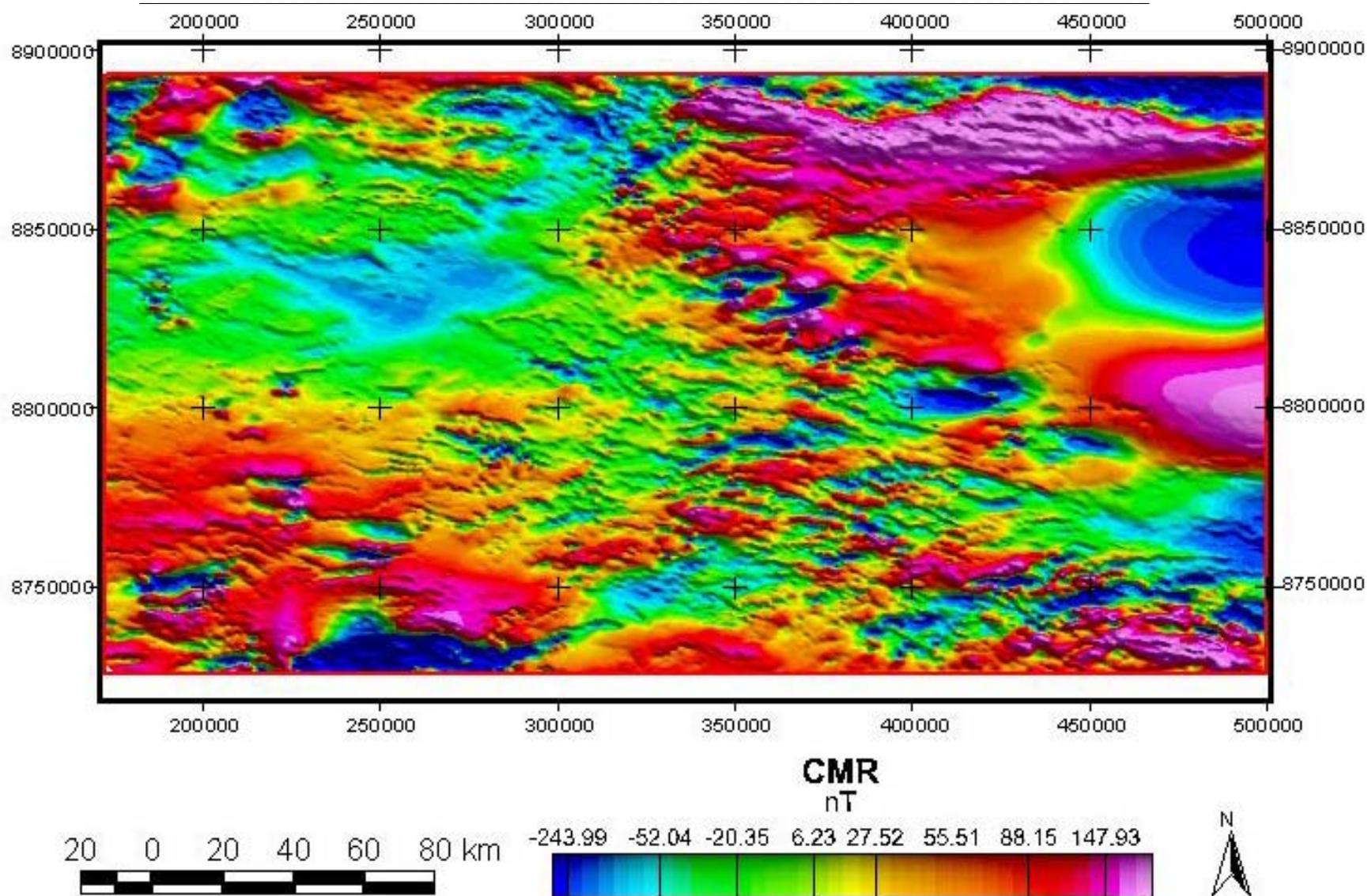


Figura 7.2 - Imagem do Campo Magnético Residual (CMR).

A complexidade dos sinais magnéticos resultantes pode ser bem observada no exame da imagem do CMR. Notam-se alternâncias de bandas com valores magnéticos baixos (em azul) e altos (em vermelho) com arranjo espacial refletindo a combinação complexa dos sinais provenientes de fontes magnéticas de dimensões e profundidades diferentes, como visto no espectro de energia. Revela também que há assinaturas magnéticas que seguem o padrão de assinatura induzida nesta latitude (como a centrada nas coordenadas: 200.000 m W / 8.750.000 m N).

A imagem do CMR retrata bem a combinação dos sinais provenientes de fontes magnéticas de dimensões e profundidades diferentes, conforme mencionado (como na região entre as coordenadas 475.000 m W / 8.825.000 m N e 275.000 m W / 8.725.000 m N), como também mostra o espectro de energias da região.

A porção noroeste, onde predominam valores mais baixos (azuis), apresenta comportamento diferenciado do resto da área. Nessa região os valores variam de -65nT a 7nT . As porções sudoeste e nordeste caracterizam-se por apresentarem valores mais altos, que variam de 40nT até aproximadamente 200nT . Nessas regiões predominam assinaturas magnéticas bipolares, com predomínio de anomalias positivas a norte. Nas porções central e sudoeste, essas assinaturas são similares quanto ao tamanho, porém, em cada região são influenciadas por direções estruturais distintas. Na porção central, estão dispostas segundo a direção NW-SE enquanto que na porção sudoeste seguem a tendência NE-SW. Uma assinatura bipolar com anomalia positiva a sul destaca-se na parte leste da área. Outras feições com assinaturas semelhantes a esta podem ser observadas na porção noroeste. Uma anomalia positiva na porção nordeste, com assinatura de dimensão maior do que as outras, está disposta segundo a orientação E-W.

A porção noroeste da área, onde o relevo magnético é mais suave, é cortada por feições com assinaturas mais baixas. Estas feições têm duas direções distintas (NW-SE e NE-SW) que se cruzam nesta região e prolongam-se para o resto da área. Outras feições estruturais paralelas às descritas anteriormente são observadas em toda a área, porém, na porção central destaca-se outro truncamento marcante entre esses lineamentos. Essa região também é caracterizada por um relevo magnético mais movimentado e com assinaturas mais bem definidas.

A anomalia bipolar de grande destaque na parte leste é limitada a sul e a norte por dois segmentos estruturais. A sul, a feição tem orientação NW-SE e a norte está orientada segundo a direção E-W. Esta última feição também influencia a anomalia de alto valor magnético na porção nordeste.

Na porção central da área algumas assinaturas magnéticas estão dispostas segundo uma estruturação regional de feição arqueada. Esta feição tem concavidade para oeste e destaca-se por estar limitada nas bordas por assinaturas mais baixas.

Esta combinação de sinais, em função da profundidade da sua fonte geradora, pode ser melhor compreendida examinando-se a imagem do CMR em duas situações distintas: (i) com ênfase nos sinais referentes às fontes mais profundas, utilizando-se a imagem da continuação a uma altura de 500 metros do sinal medido e a imagem do campo pseudo-gravimétrico (Figuras 7.3 e 7.4) e (ii) com ênfase nas fontes mais rasas, através da análise da primeira derivada vertical do campo magnético (Figura 7.5). A análise pode ser complementada pela imagem da redução ao pólo (Figura 7.6).

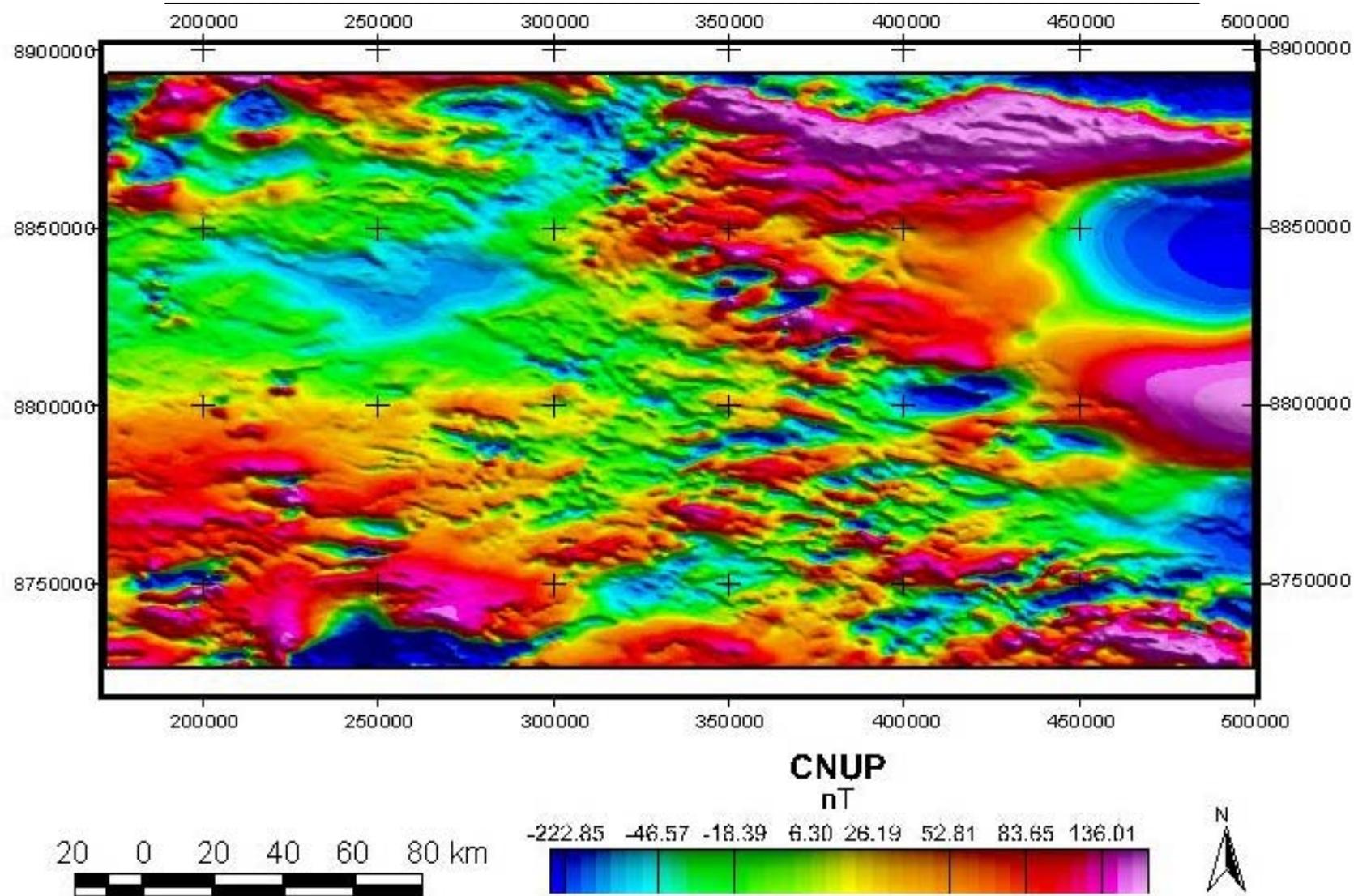


Figura 7.3 - Imagem da intensidade do campo magnético residual continuado a uma altura de 500 metros (CNUP).

A imagem da intensidade do campo magnético residual continuado a uma altura de 500 metros (Figura 7.3) reflete basicamente o que já havia sido observado na imagem do campo magnético residual. São realçadas as feições associadas a fontes magnéticas mais profundas.

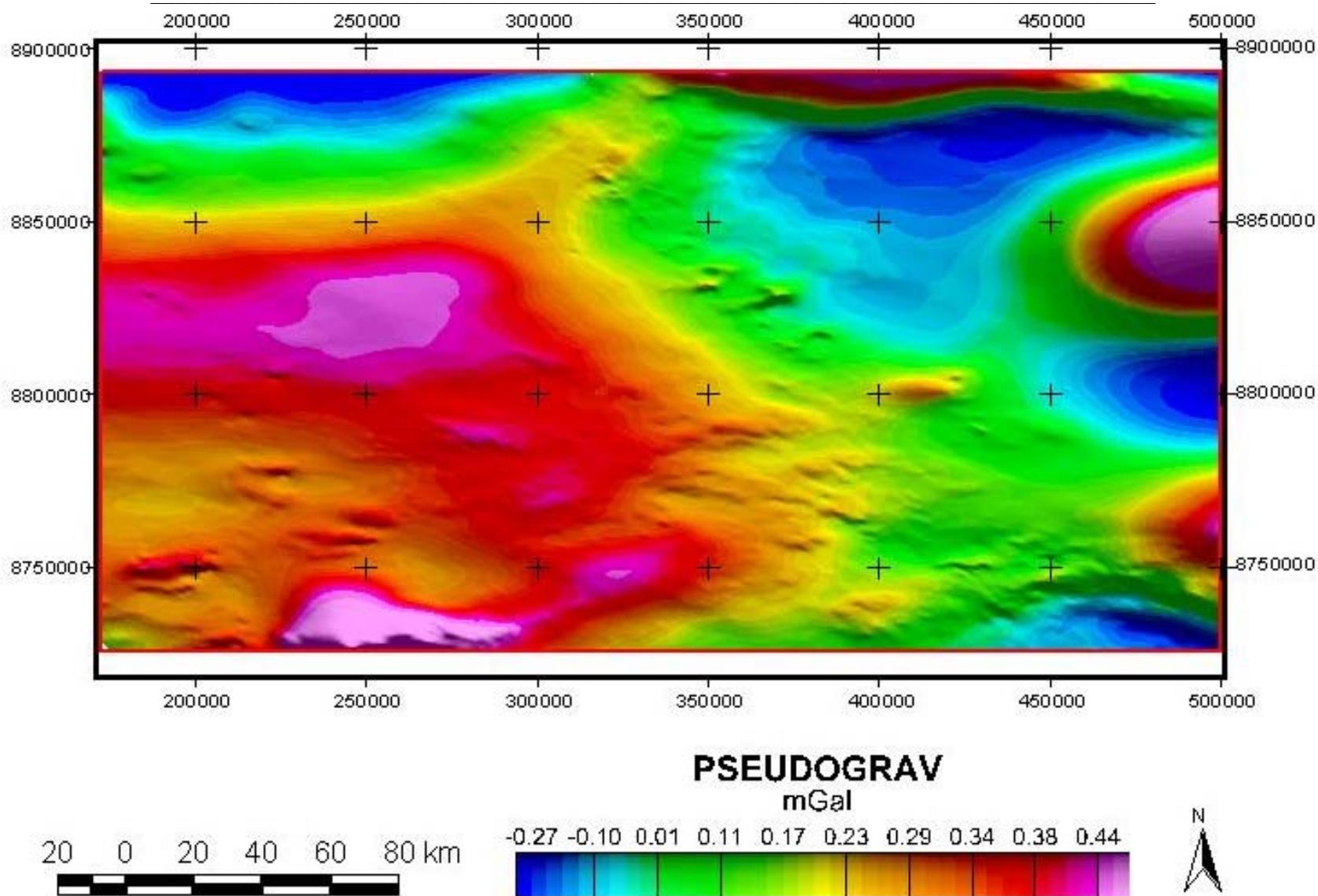


Figura 7.4 – Imagem do campo pseudo-gravimétrico (PSEUDOGRAV) do CMR.

A imagem da pseudo-gravidade (Figura 7.4), gerada a partir das medidas do campo magnético, pode auxiliar na interpretação da forma e do tamanho das fontes magnéticas. Na área destaca-se um forte contraste entre a porção oeste e leste. A parte oeste caracteriza-se por valores muito altos (até 0.44 mGal) e a leste por valores mais baixos (até -0.27 mGal). Comparando-se a imagem do CMR com a da pseudo-gravidade do CMR nota-se que as anomalias positivas do CMR correspondem a áreas de baixos valores na imagem da pseudo-gravidade. Esta resposta está bem caracterizada na grande anomalia bipolar observada na porção oriental da área.

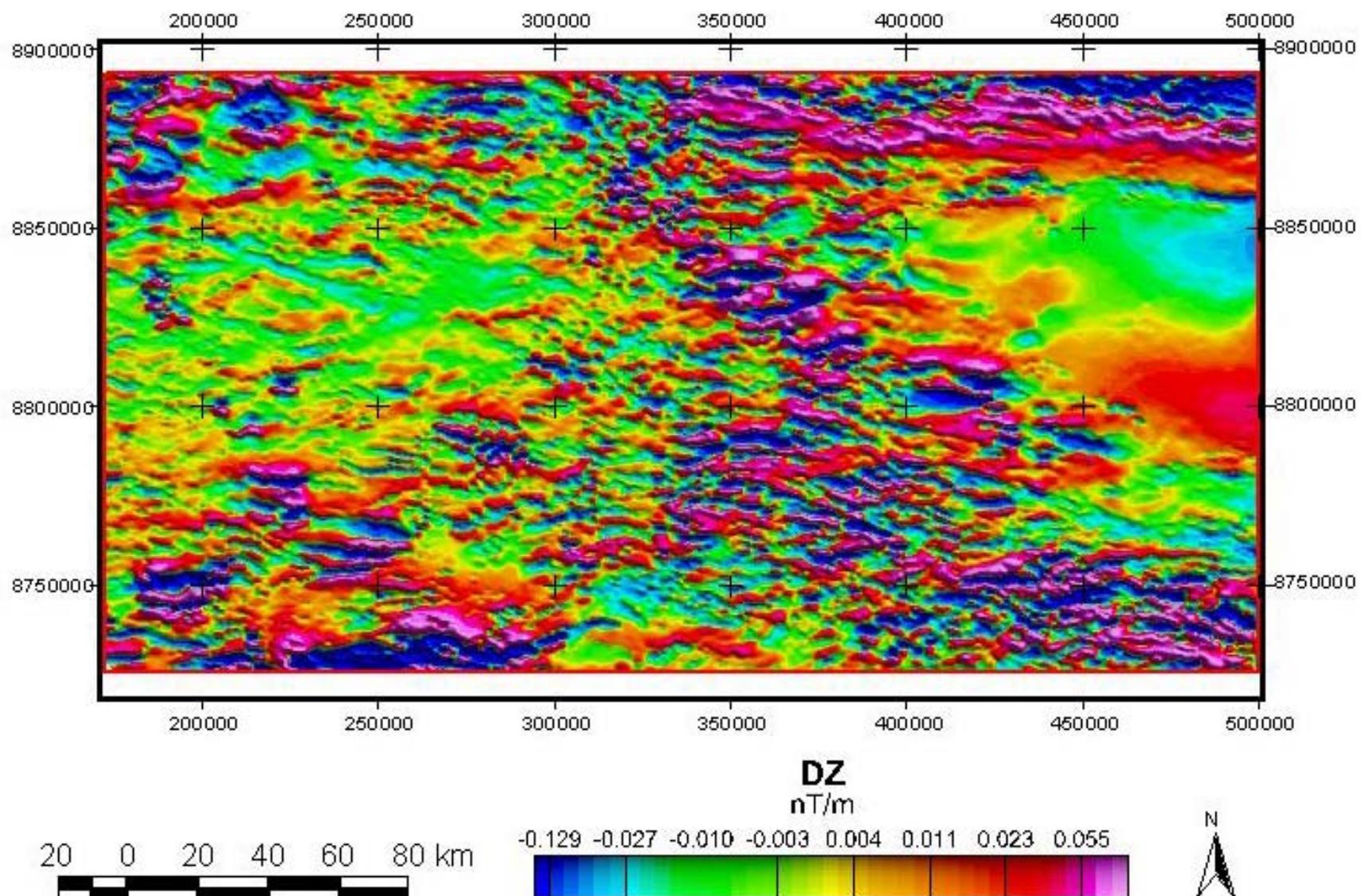


Figura 7.5 – Imagem da primeira derivada vertical do campo magnético (DZ).

A imagem da derivada vertical (Figura 7.5) realça os contatos verticais ou sub-verticais entre blocos com contraste de magnetização. Nesta imagem destacam-se as feições estruturais que foram descritas anteriormente. Os lineamentos com orientação NW-SE estão mais bem definidos do que os de direção NE-SW, principalmente na porção oeste da área.

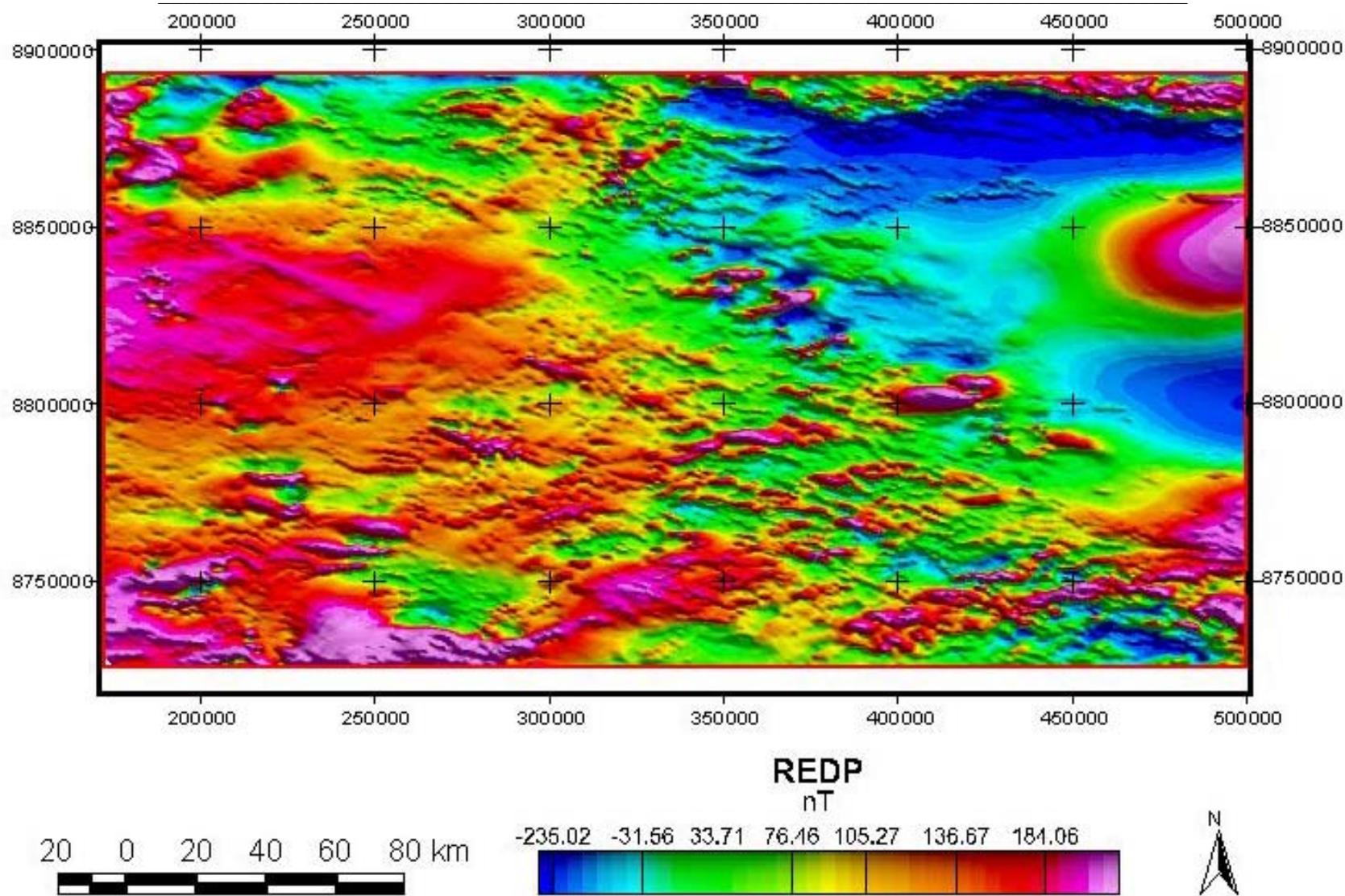


Figura 7.6 – Imagem do campo magnético residual reduzido ao pólo (REDP).

A imagem da redução ao pólo magnético (Figura 7.6) consiste na transformação da fase do sinal mostrado no CMR, e dá uma idéia do que seriam estas assinaturas se todas as fontes estivessem localizadas no pólo magnético. Nesta imagem nota-se que a porção central da área tem níveis medianos de magnetização e delimita a forte transição entre níveis altos de magnetização na parte sudoeste e níveis baixos na parte nordeste. Esta transição caracteriza-se pela orientação NE-SW.

A análise de todo este conjunto de imagens, principalmente daquela com os resultados da redução ao pólo mostra que as assinaturas magnéticas têm forte orientação NW-SE e NE-SW que podem ser observadas por toda a área. Na parte central é onde ocorrem os principais truncamentos das feições estruturais com outro grupo de assinaturas orientadas praticamente N-S.

Além dessas estruturações mais proeminentes é possível, no entanto, verificar em várias partes do bloco centro-oriental a presença de estruturações nas assinaturas com direções no quadrante E-W.

De acordo com os resultados obtidos nesse estudo tem-se que a área em análise mostra-se formada por materiais com diferentes graus de magnetização e a diferença entre a disposição das fontes causadoras das diversas assinaturas fica bem evidenciada. Os blocos nordeste e sudoeste são os mais magnéticos de toda a área, enquanto que o restante da área fica com frequências mais baixas, em torno de 10nT.

7.2.3 - Domínios Magnéticos

Os Domínios Magnéticos foram interpretados com base em todos os temas gerados. Além dos que já foram citados anteriormente, também foram utilizadas a amplitude do sinal analítico (Figura 7.7), sua composição binária colorida com a inclinação do sinal analítico (AISAc; Figura 7.8), composição da amplitude do sinal analítico colorida com a inclinação do sinal analítico cinza (AcISA; Figura 7.9) e a susceptibilidade magnética aparente (Figura 7.10)..

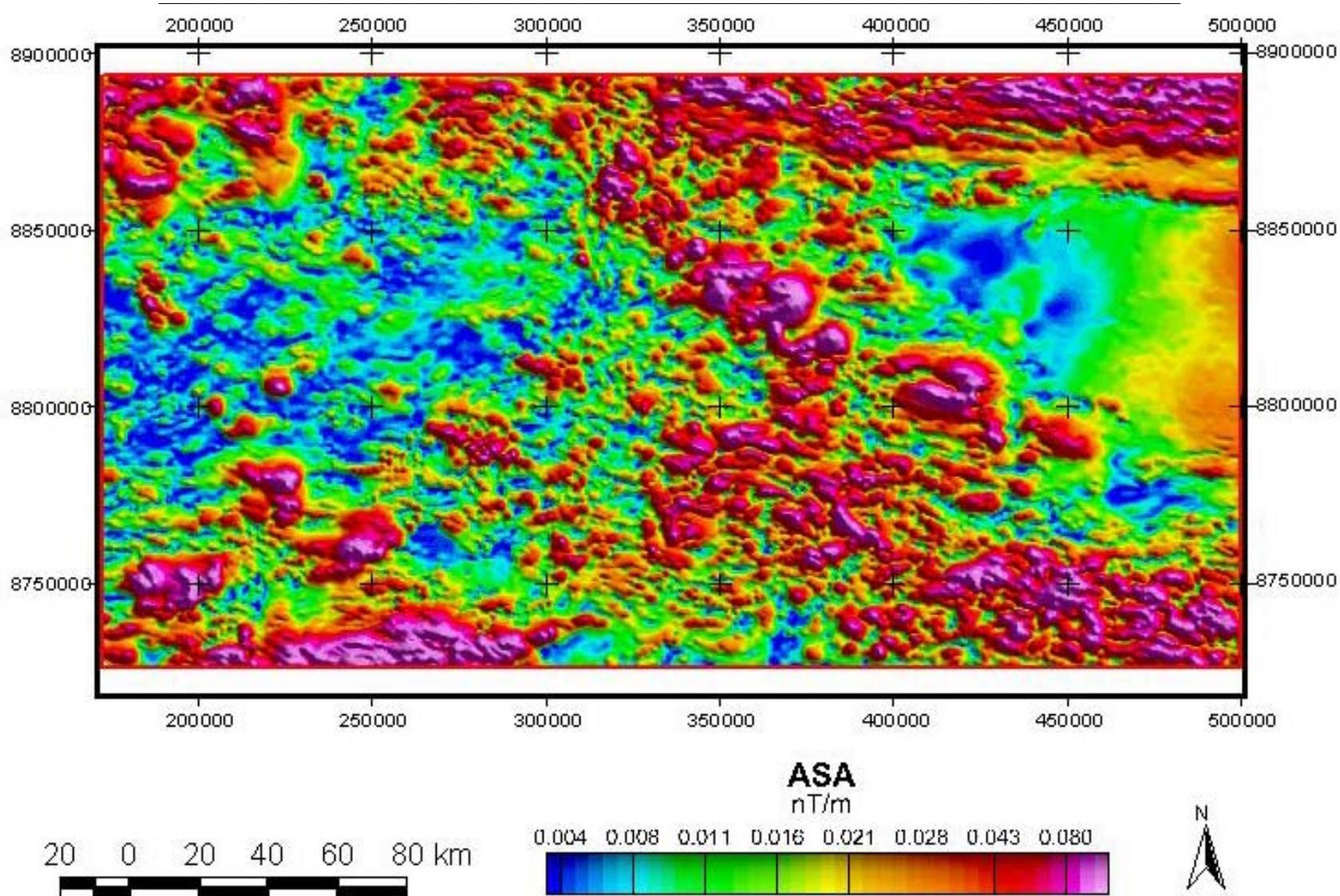


Figura 7.7 – Imagem da amplitude do sinal analítico (ASA).

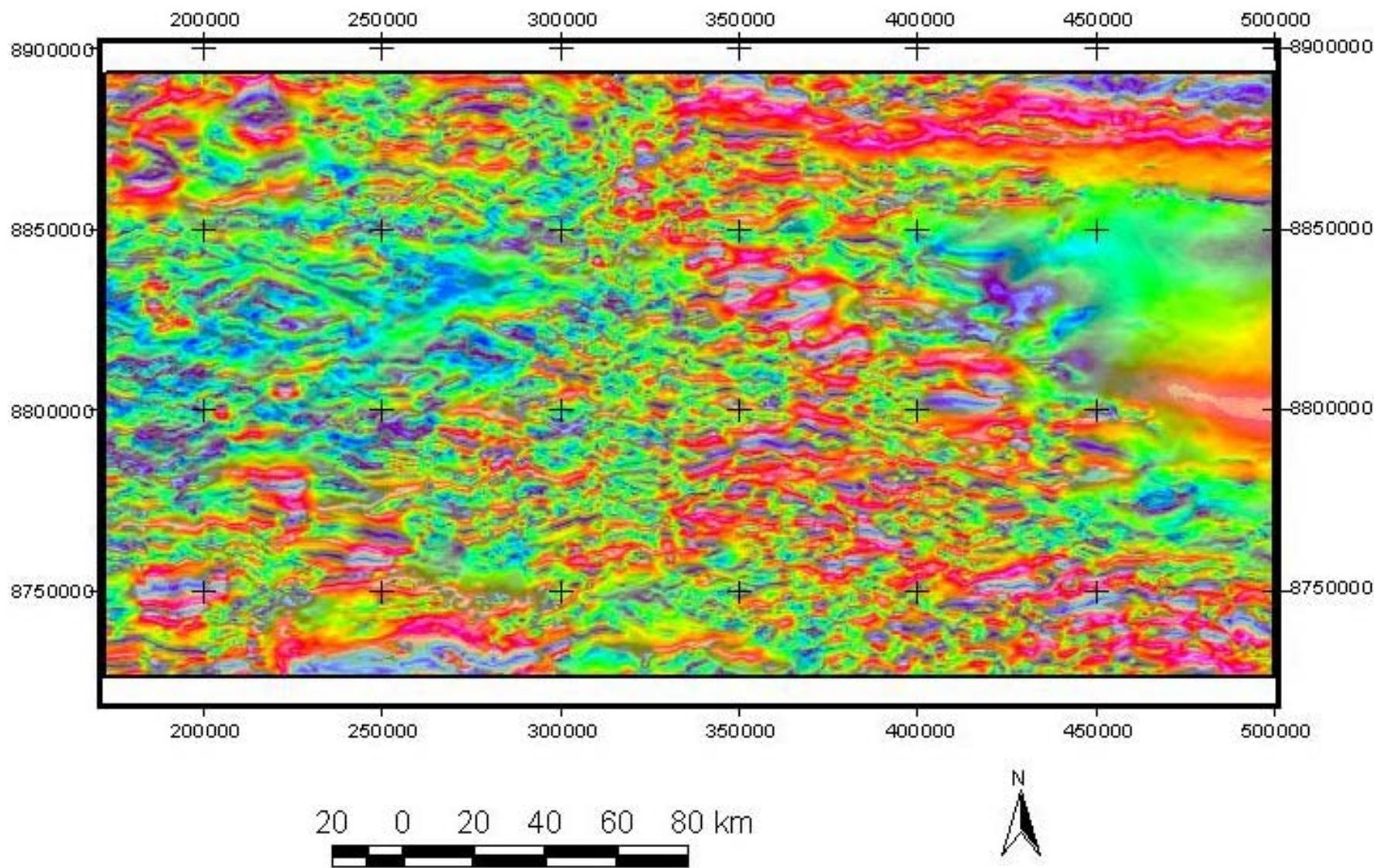


Figura 7.8 – Imagem da composição colorida da amplitude (ASA) e da inclinação (ISA) do sinal analítico (AISAc).

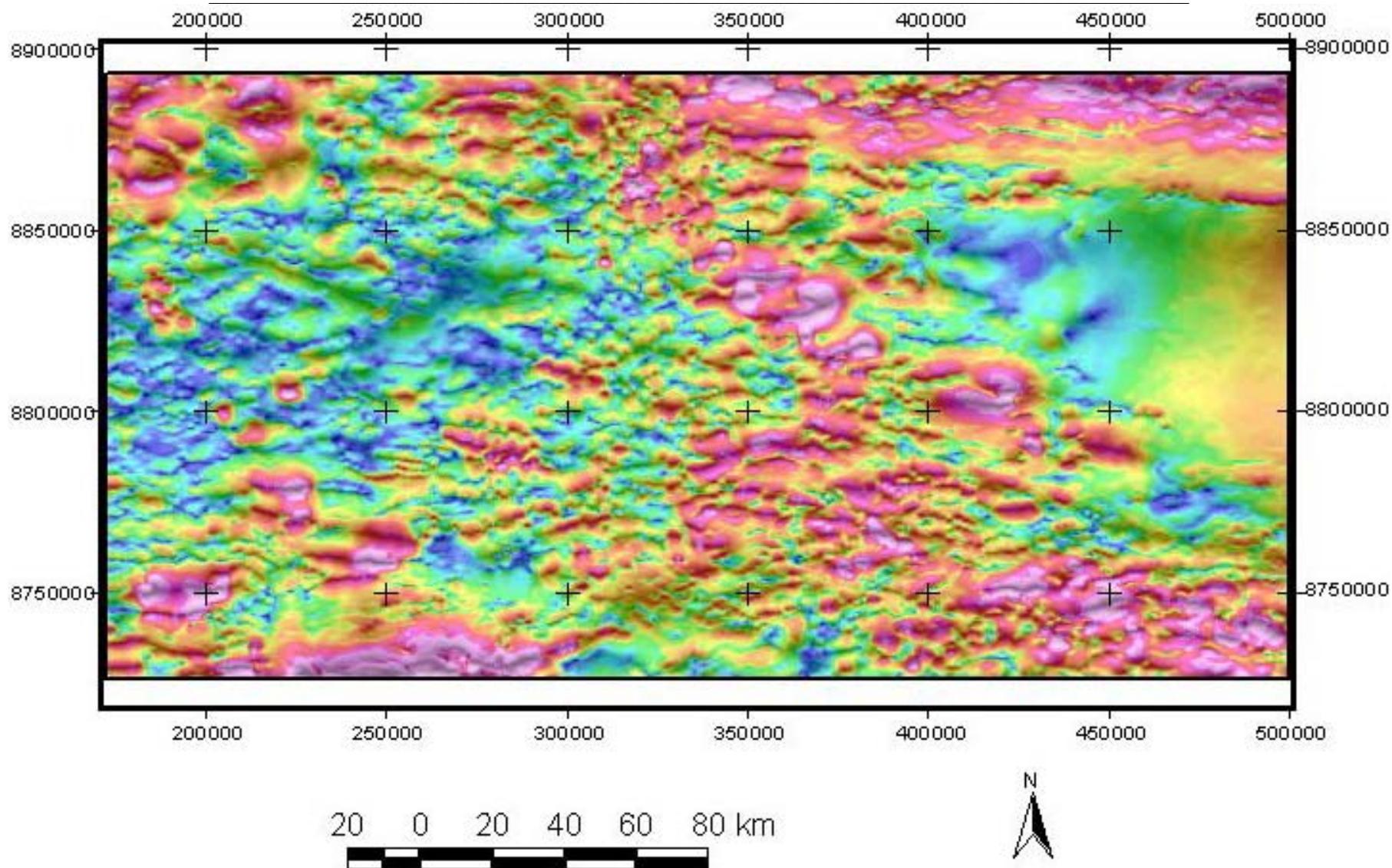


Figura 7.9 – Imagem da composição colorida da amplitude (ASA) e cinza da inclinação (ISA) do sinal analítico (AcISA).

O estudo do comportamento do campo magnético ligado às fontes profundas tem melhores resultados com as análises das imagens da continuação ascendente do campo magnético residual e susceptibilidade magnética aparente (Figura 7.10).

Nessas imagens são verificadas diminuições graduais das energias em relação ao CMR (Figura 7.2) e o relevo magnético é destacado pelos comprimentos de onda maiores. Essas diminuições graduais ocorrem devido à perda das frequências espaciais mais elevadas.

A imagem da susceptibilidade magnética (Figura 7.10) assemelha-se àquela da redução ao pólo (Figura 7.6). Nesta imagem são ressaltadas as assinaturas de mais alta frequência, o que possibilita uma melhor discriminação dos domínios magnéticos.

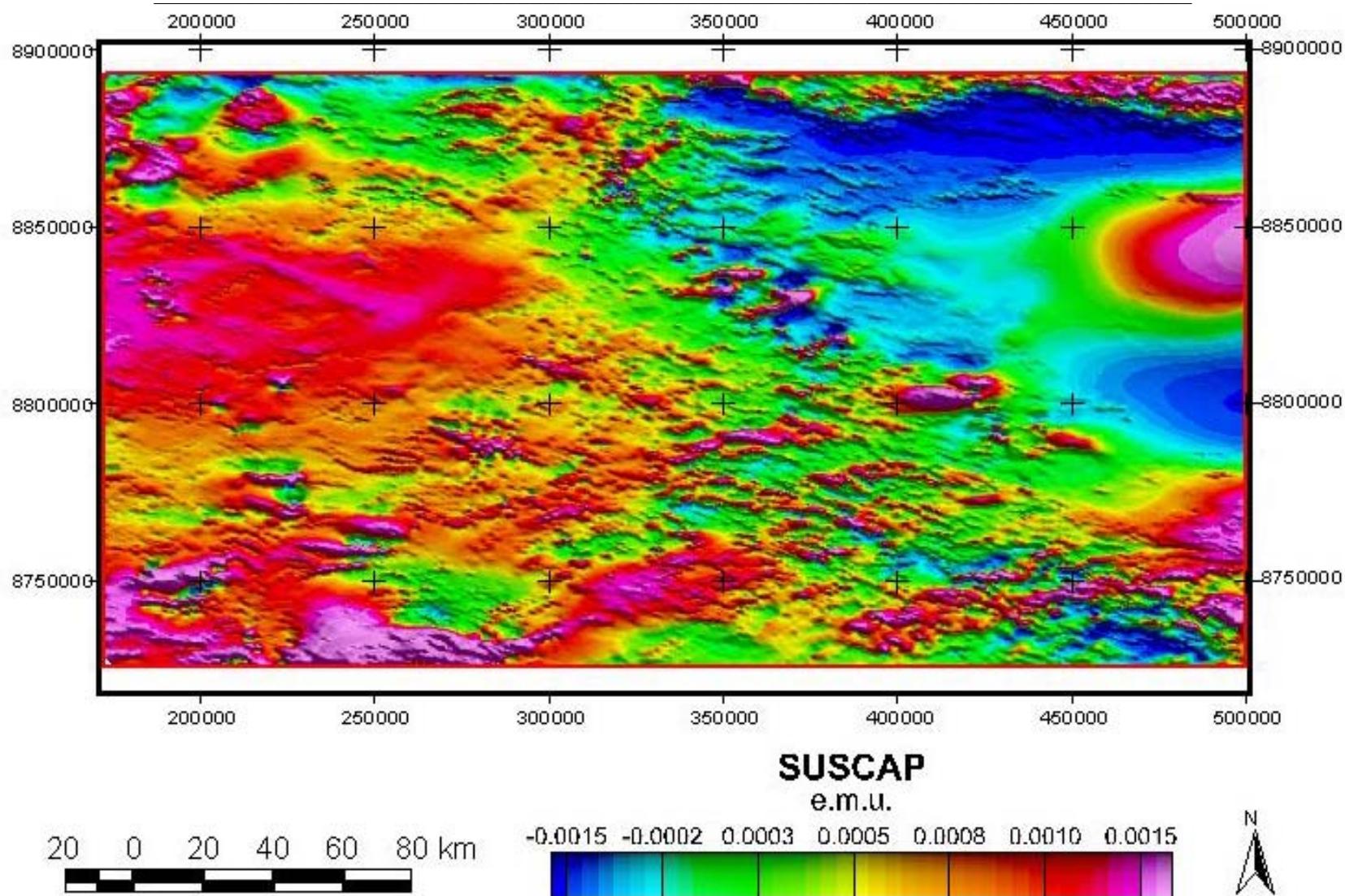


Figura 7.10 - Imagem da susceptibilidade magnética aparente do campo magnético residual (SUSCAP).

A parte oeste da área caracteriza-se pela susceptibilidade magnética mais elevada que o restante de toda área, com frequências em torno de 0.0010 e.m.u. A parte leste, principalmente a porção nordeste, apresenta valores baixos de susceptibilidade magnética (cerca de -0.0010 e.m.u.). Anomalias com susceptibilidade magnética alta que cortam a área com orientação NE-SW têm importância na estruturação da área. Estas são cortadas por um conjunto de estruturas com direção NW-SE. Estes truncamentos são bem observados na porção central da área.

Os domínios magnéticos representam as delimitações dos diversos compartimentos com assinaturas de características próprias no relevo magnético.

Na caracterização específica do relevo teve importância o estudo das nuances em textura e estrutura (fábrica) do relevo magnético representado principalmente nas imagens da redução ao pólo e da amplitude do sinal analítico. O estudo da fábrica deste relevo permitiu o traçado de descontinuidades que devem ser representativas dos contatos físicos entre os diversos tipos de suas fontes formadoras. Portanto foram importantes, além dos temas mencionados, todos os demais deles derivados.

A intensidade da anomalia magnética mostra que o relevo magnético é formado por uma série de assinaturas que refletem o arranjo espacial bastante complexo do que devem ser as diferentes fontes do sinal magnético.

O resultado deste estudo integrado permitiu verificar uma série de domínios os quais representam diferentes fontes de assinaturas anômalas que formam o relevo magnético observado (Tabela 7.1 e Figura 7.11). Foram caracterizados cinco domínios com características específicas.

Tabela 7.1 - Tabela com a classificação dos domínios magnéticos.

Domínio	Amplitude Relativa das Assinaturas Magnéticas
1	Baixa
2	Média-Baixa
3	Média
4	Média-Alta
5	Alta

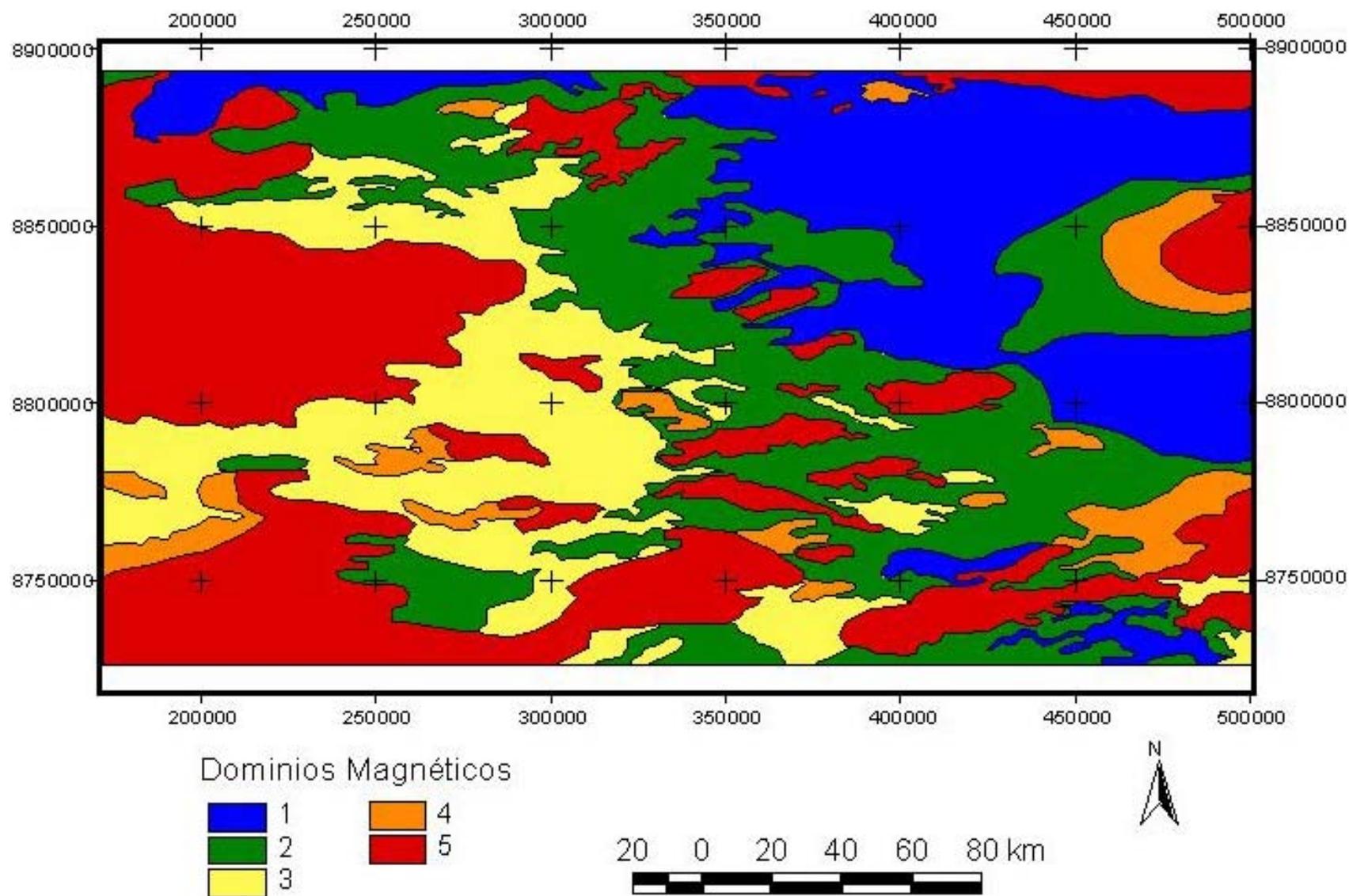


Figura 7.11 – Imagem dos domínios magnéticos interpretados.

7.2.4 - Estruturas Magnéticas

Para a análise da fábrica do relevo magnético procurou-se fixar nas feições mais representativas da delimitação das diversas unidades que constituem os domínios mapeados anteriormente. Há possibilidade marcante de que seus limites horizontais, representativos para suas fontes geradoras, estejam marcados por zonas de ruptura. A análise detalhada destes possíveis contatos horizontais permitiu chegar a um quadro representativo para uma escala menor que 1:500.000.

Foram usados os temas obtidos das derivadas do CMR, representados aqui principalmente pela primeira derivada vertical (DZ) e pela inclinação (ISA; Figura 7.12); e também através de suas composições binárias com a ASA em tons de cinza e ISA colorida (AICSA; Figura 7.13).

O mapa (Figura 7.14) com a interpretação final dos lineamentos e estruturas magnéticas interpretadas mostra a boa concordância com a imagem do campo magnético residual (Figura 7.2).

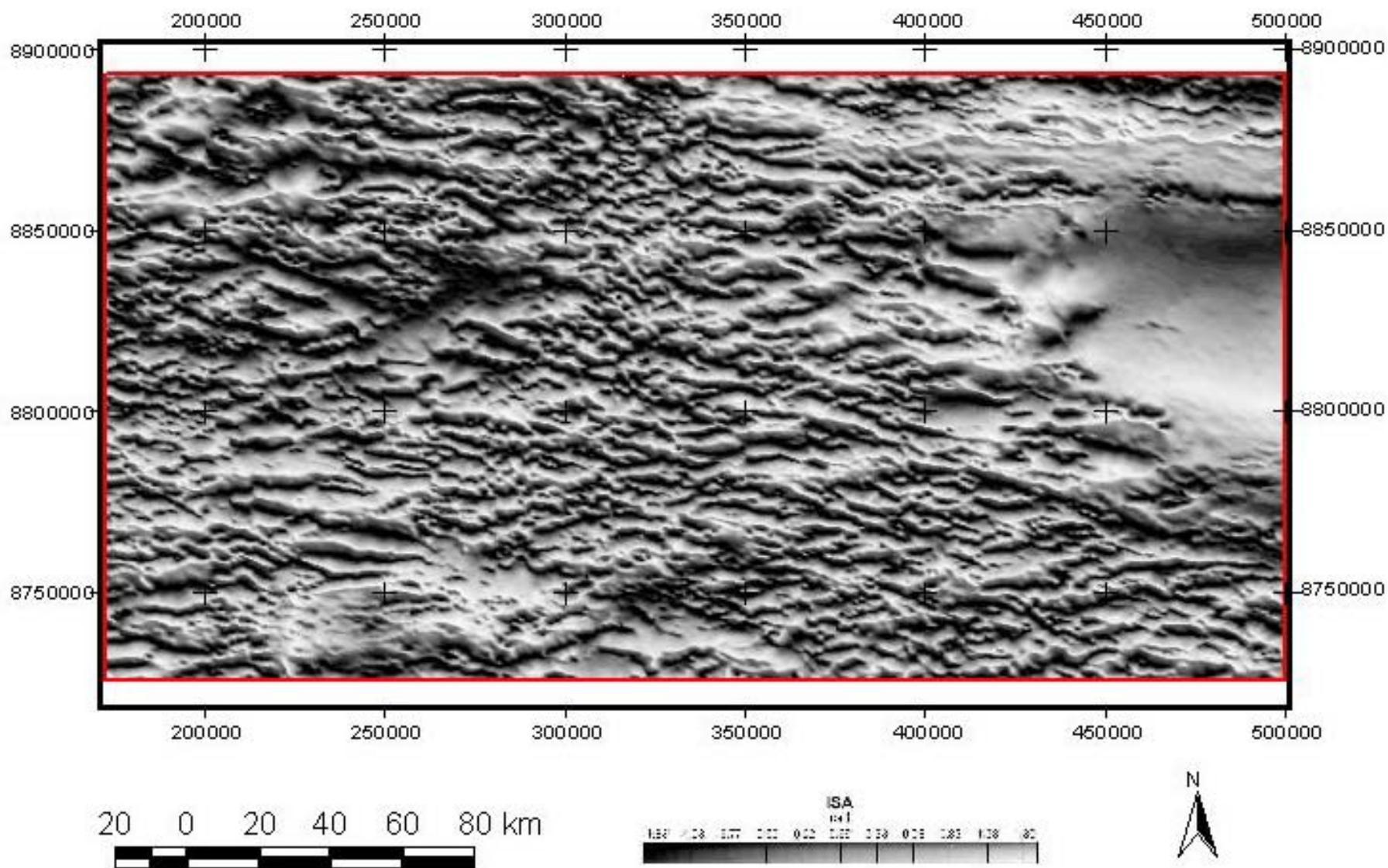


Figura 7.12 – Imagem da inclinação do sinal analítico (ISA).

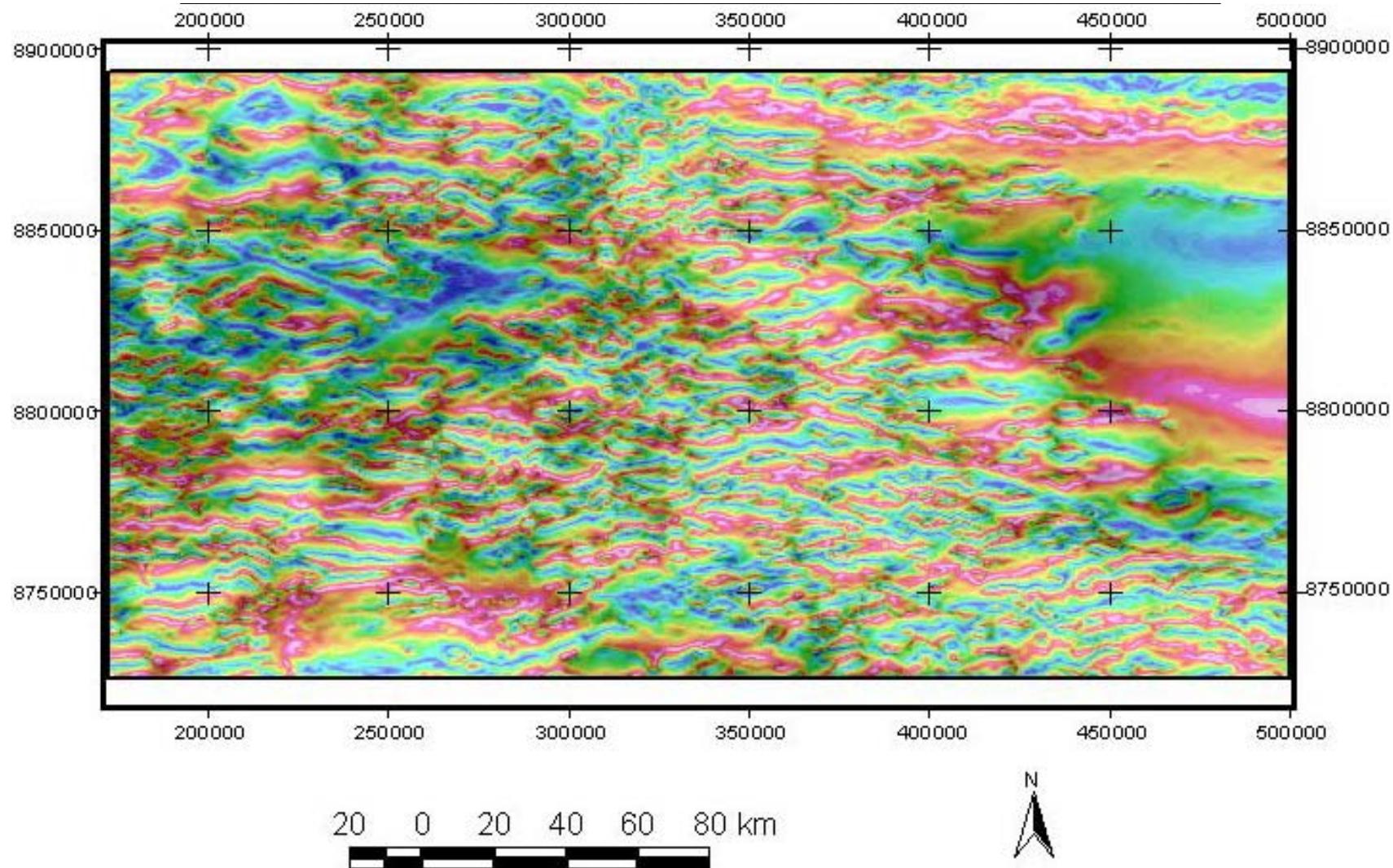


Figura 7.13 – Imagem da composição da ASA em tons de cinza e da ISA colorida (AIcSA).

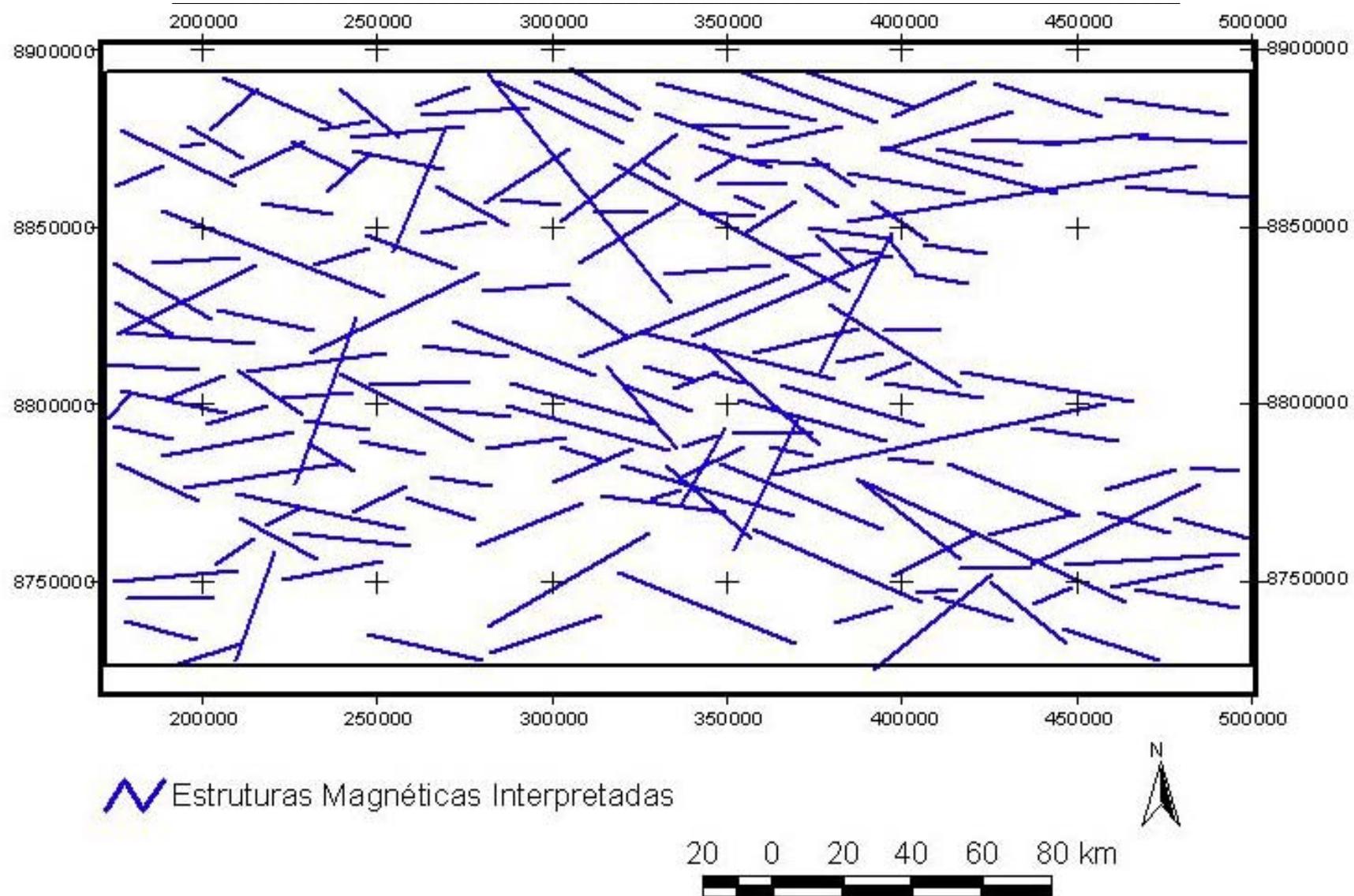


Figura 7.14 – Mapa das estruturas magnéticas interpretadas.

No mapa com as estruturas magnéticas interpretadas (Figura 7.14) é possível analisar direções estruturais principais do relevo magnético que diferem em diferentes regiões da área.

A orientação preferencial e mais importante é WNW-ESE e ocorre em toda a área, destacando-se a porção central onde estas estruturas são interceptadas por outras de eixo NE-SW. Na região central nota-se uma estruturação de feição côncava para oeste que é truncada por outras estruturas de direção NW-SE e NE-SW. Ainda nesta região, feições com direção N-S também são observadas. Estruturações com tendência E-W destacam-se principalmente nas porções sudoeste e nordeste. A feição estrutural de maior destaque corta a área de uma ponta a outra segundo a direção NW-SE. Outras feições de mesma direção ocorrem com menos destaque seguindo paralelamente a tendência desta grande estrutura. Estruturas com direção NE-SW, não menos importantes, também estão presentes e por vezes truncam ou são truncadas aquelas de direção NW-SE.

Os resultados observados no mapa de estruturas interpretadas podem ser complementados com a análise do diagrama de roseta (Figura 7.15) gerado a partir dos lineamentos interpretados através das imagens magnéticas.

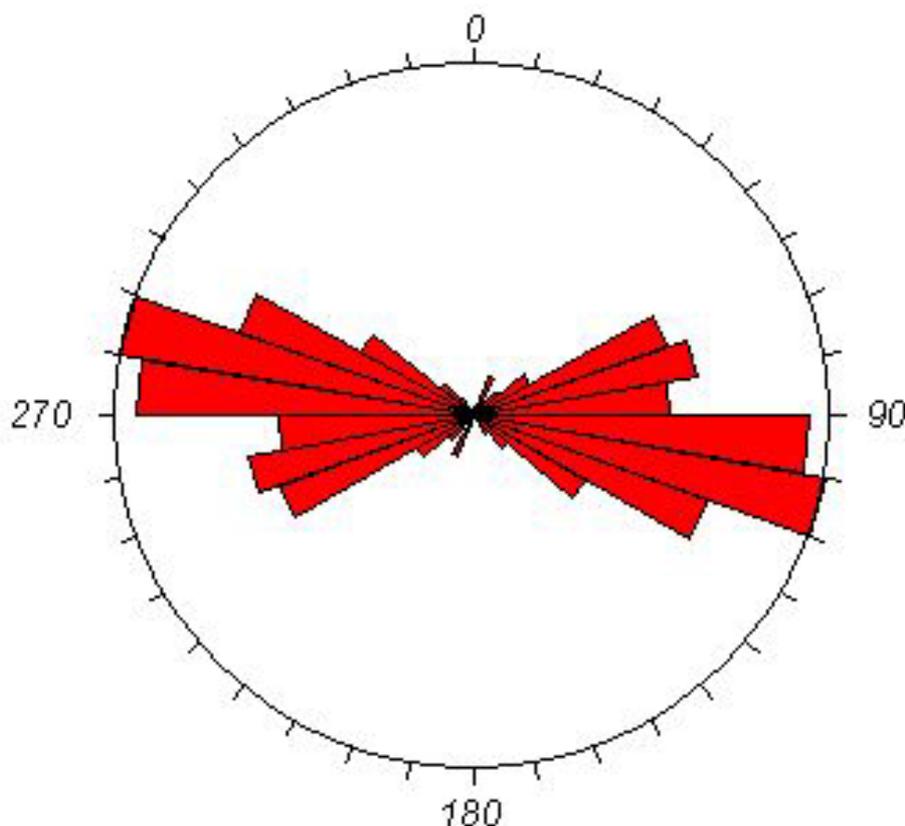


Figura 7.15 - Diagrama de roseta obtido da análise dos lineamentos magnéticos.

A direção principal tem direção WNW-ESE. Um segundo conjunto de estruturas tem direção E-W e um terceiro conjunto de lineamentos é observado com direção NE-SW.

7.2.5 – Mapa dos Domínios e Estruturas Magnéticas Interpretadas

A interseção dos domínios (Figura 7.11) e estruturas (Figura 7.14) permitiu gerar um mapa de interpretação das características principais tiradas do estudo do relevo da intensidade do campo magnético (Figura 7.16). Resume a interpretação realizada sobre todos os temas gerados e simboliza uma síntese dos achados considerados mais importantes, do ponto de vista de mapeamento geológico.

O mapa das unidades e estruturas magnéticas interpretadas oferece informações úteis ao entendimento do arcabouço estrutural da área, possibilitando a visualização de sua possível compartimentação geológica e das estruturas lineares. Através do mapa de domínios e estruturas magnéticas são obtidas informações sobre a subsuperfície, mas muitas delas podem não ser reveladas no mapeamento geológico.

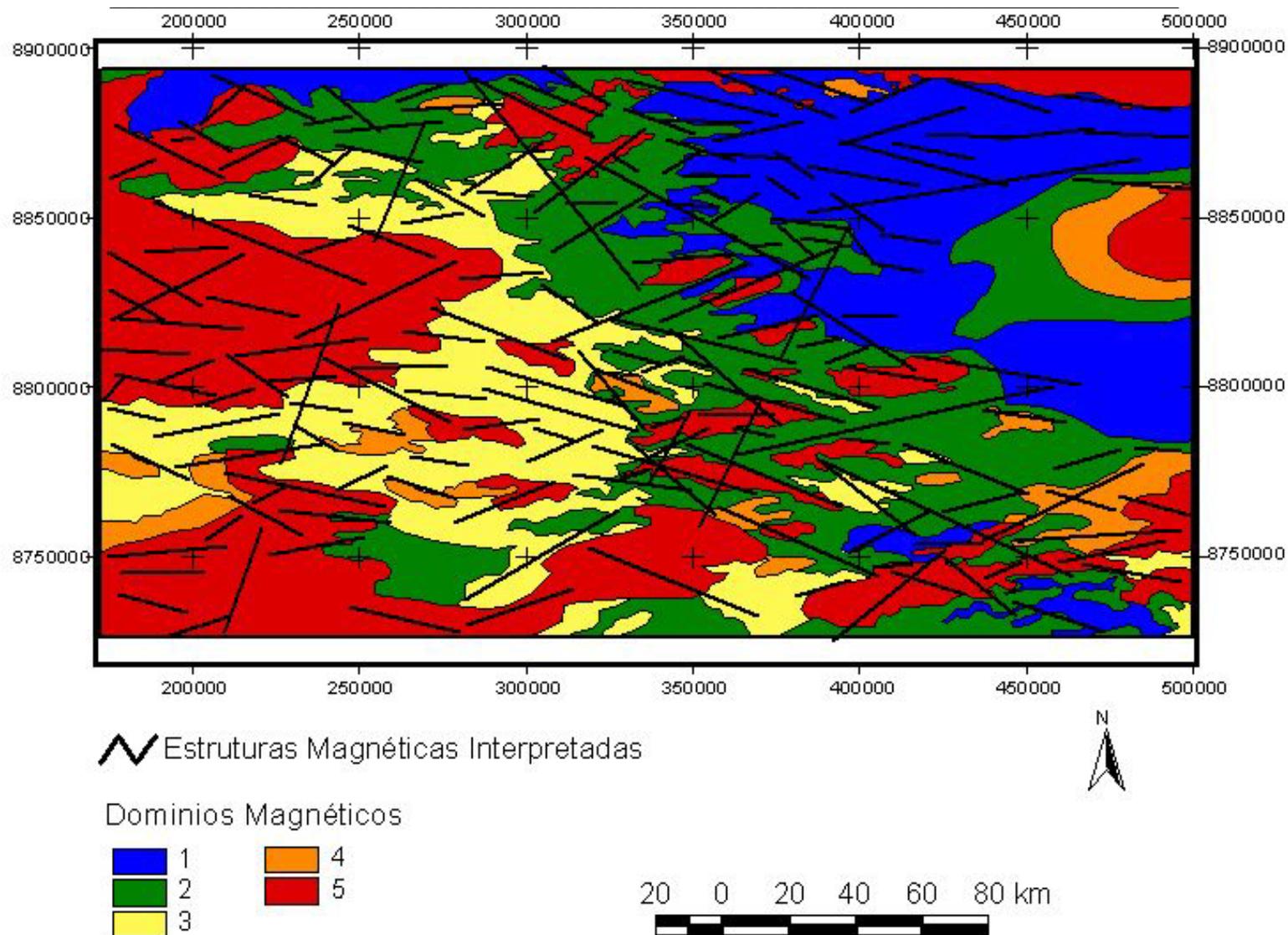


Figura 7.16 – Mapa dos domínios e das estruturas magnéticas interpretadas.

Na porção nordeste, predominando domínio com relevo magnético mais baixo, é onde são observadas as feições de direção E-W. As feições estruturais com direção NW-SE geralmente estão associadas aos domínios 2 e 5. Já as feições que seguem a tendência NE-SW quase sempre associam-se ao domínio 3, que apresenta relevo magnético com valores medianos.

As informações estruturais obtidas com estes dados mostram que o comportamento estrutural pode ter dois significados importantes: um ligado ao comportamento das fontes magnéticas profundas e o outro, ao das fontes mais superficiais.

8 – INTEGRAÇÃO DOS DADOS AEROGEFÍSICOS E GEOLÓGICOS DA REGIÃO NW DO MATO GROSSO: IMPLICAÇÕES PARA PROSPECÇÃO MINERAL

Neste capítulo foi realizada a integração entre os dados da interpretação gamespectrométrica e magnética, e em seguida, esta integração foi relacionada à geologia da área. Para a integração dos dados geofísicos foi realizada, primeiramente, a sobreposição dos mapas interpretados para os dois métodos geofísicos. Como as imagens de cada método foram geradas a partir de dados de dois campos físicos referentes a fontes distintas, a superposição dessas informações foi realizada de maneira criteriosa. A utilização das informações dos dados magnéticos foi baseada nas unidades de caráter mais superficial como, por exemplo, as imagens da derivada vertical e da amplitude do sinal analítico (Figuras 7.5 e 7.7, respectivamente). Dessa forma foi gerada a composição dos dois temas (gamaespectrometria e magnetometria). Após esta etapa, foi realizada a integração destes temas com a geologia regional da área.

Também foi feita a composição entre os resultados da integração geofísica-geológica com as mineralizações na área.

8.1 - INTEGRAÇÃO DOS DADOS AEROGEOFÍSICOS (GAMAESPECTROMETRIA E MAGNETOMETRIA)

As informações obtidas através dos dados de gamaespectrometria representam o que há de mais próximo ao que se pode observar em superfície, enquanto que as informações obtidas com a magnetometria complementam as de gamaespectrometria, proporcionando maior entendimento do que ocorre em subsuperfície. Portanto, os domínios mapeados devem ser compreendidos quanto ao aspecto de arcabouço geológico profundo (magnetometria) e em termos de unidades mais rasas (gamaespectrometria).

8.1.1 Integração dos Domínios Geofísicos

Primeiramente foi realizada a sobreposição dos mapas de domínios gamaespectrométricos com os de domínios magnéticos (Figura 8.1). O resultado obtido com essa sobreposição indicou boa correlação entre os dois métodos, excetuando-se alguns domínios que não apresentaram tal resultado. Nas áreas onde os domínios não apresentaram boa correlação espacial, permaneceram as

informações dos domínios gamaespectrométricos. Foram definidas no total 31 unidades integradas (Figura 8.2).

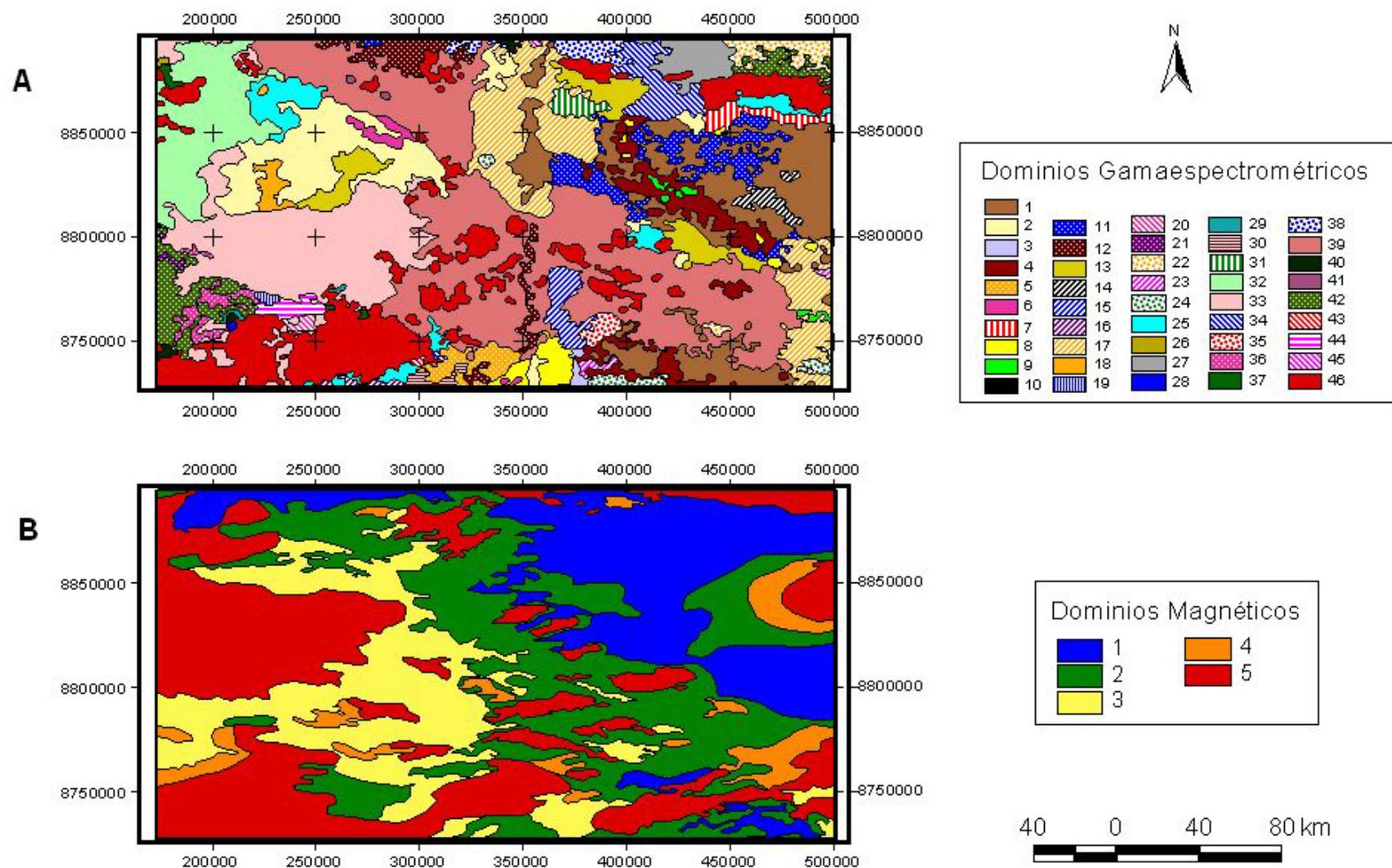


Figura 8.1 – Mapas de comparação entre os domínios gamaespectrométricos (A) e os domínios magnéticos (B).

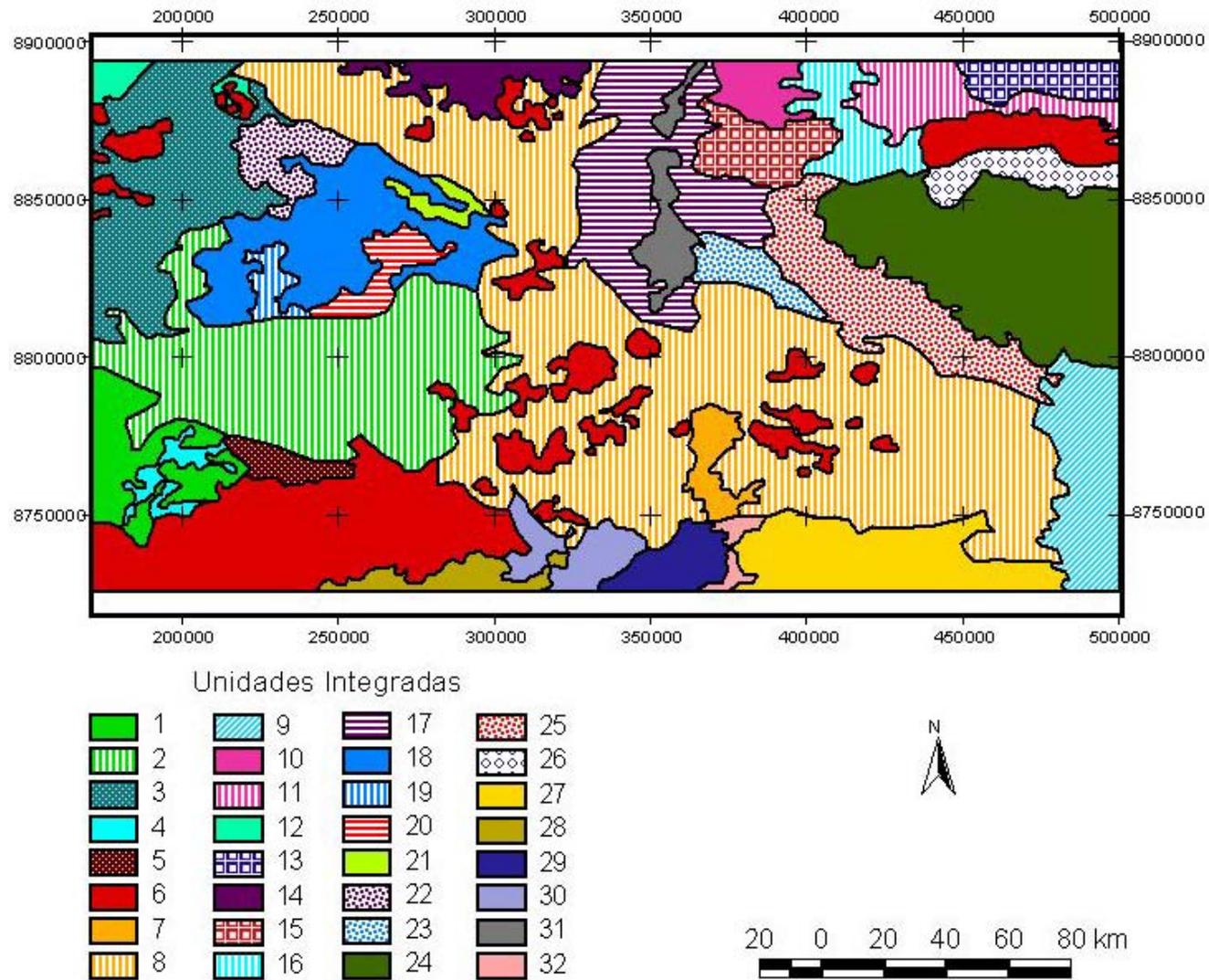


Figura 8.2 – Mapa das unidades integradas.

8.1.2 Integração das Estruturas Geofísicas

A análise das figuras anteriores permite concluir a existência de boa correlação entre os dados gamaespectrométricos e magnéticos. O mesmo ocorre para as feições estruturais observadas nos mapas interpretados de ambos os métodos. Os lineamentos gamaespectrométricos apresentam a direção principal NW-SE, seguindo a mesma tendência dos lineamentos magnéticos, que têm orientação preferencial WNW-ESE (Figura 8.3).

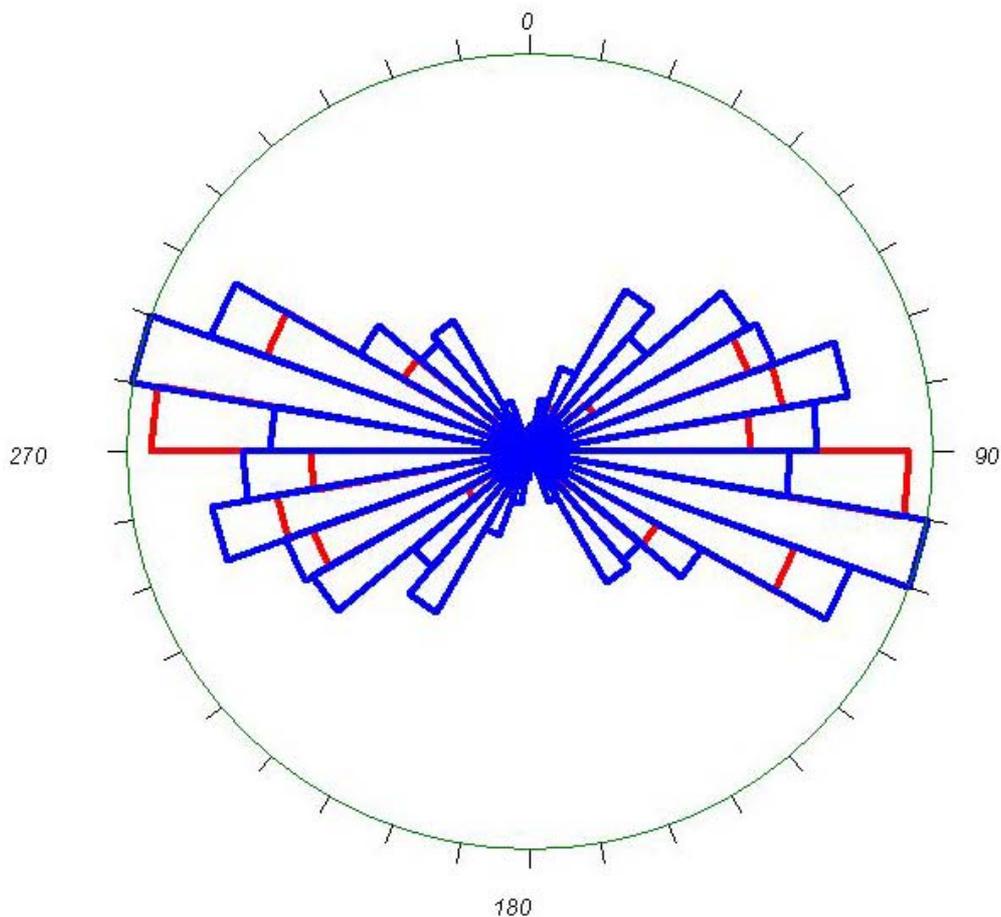


Figura 8.3 – Diagrama de roseta obtido através da integração dos lineamentos gamaespectrométricos (azul) e magnéticos (vermelho).

Observa-se que as principais feições lineares gamaespectrométricas e magnéticas apresentam excelente correlação espacial (Figura 8.4). Isso indica que as principais estruturas gamaespectrométricas podem estar associadas às magnéticas. Os lineamentos magnéticos são indicativos de concentrações de magnetita em contatos geológicos, diques, falhas e lineamentos

estruturais; os quais são definidos por anomalias estreitas e longas, em geral, definidas por altos gradientes.

Na região central da área é onde se observam as melhores correlações entre as estruturas gamaespectrométricas e magnéticas. Na porção sudeste, nota-se que lineamentos gamaespectrométricos com tendência NW-SE, são interceptados por lineamentos magnéticos com orientação NE-SW. As feições estruturais gamaespectrométricas provavelmente estão associadas às litologias que encontram-se expostas na superfície.

Por toda a área ocorrem estruturas com características rúpteis, que podem estar associadas a falhas de alívio. Essas feições estruturais são observadas principalmente nos dados de gamaespectrometria e têm direções preferenciais E-W e NW-SE.

A Figura 8.4 representa o mapa com a integração das estruturas gamaespectrométricas e magnetométricas. Para a geração deste mapa foram utilizados os lineamentos que apresentaram sobreposição e/ou melhor correlação entre si.

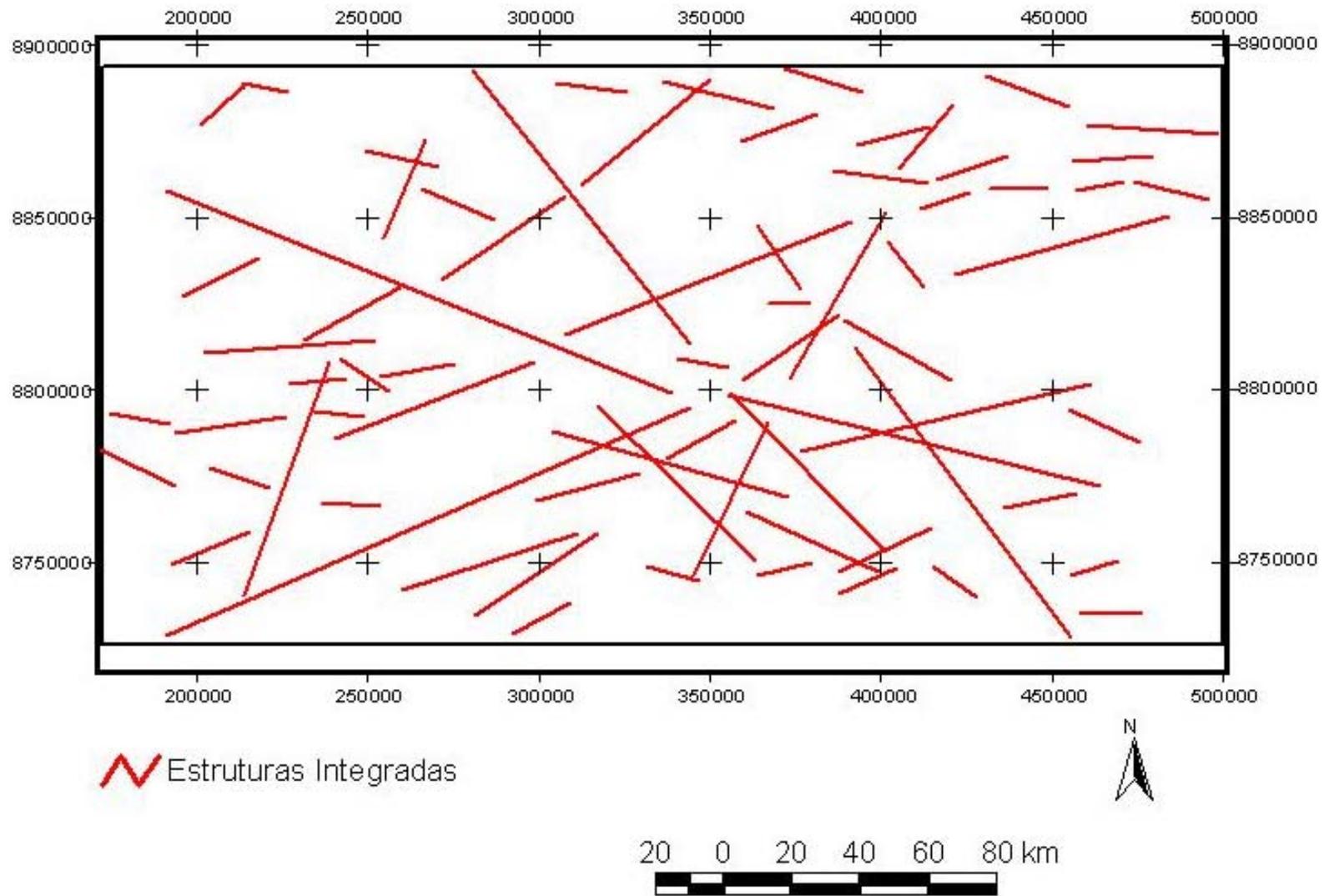


Figura 8.4 - Mapa das estruturas integradas.

8.1.3 Integração dos Domínios e Estruturas Geofísicas

Na Figura 8.5 observa-se o mapa com os domínios e estruturas integradas. Esta composição mostra a boa correlação entre os domínios e as estruturas, e indica uma provável associação entre ambos.

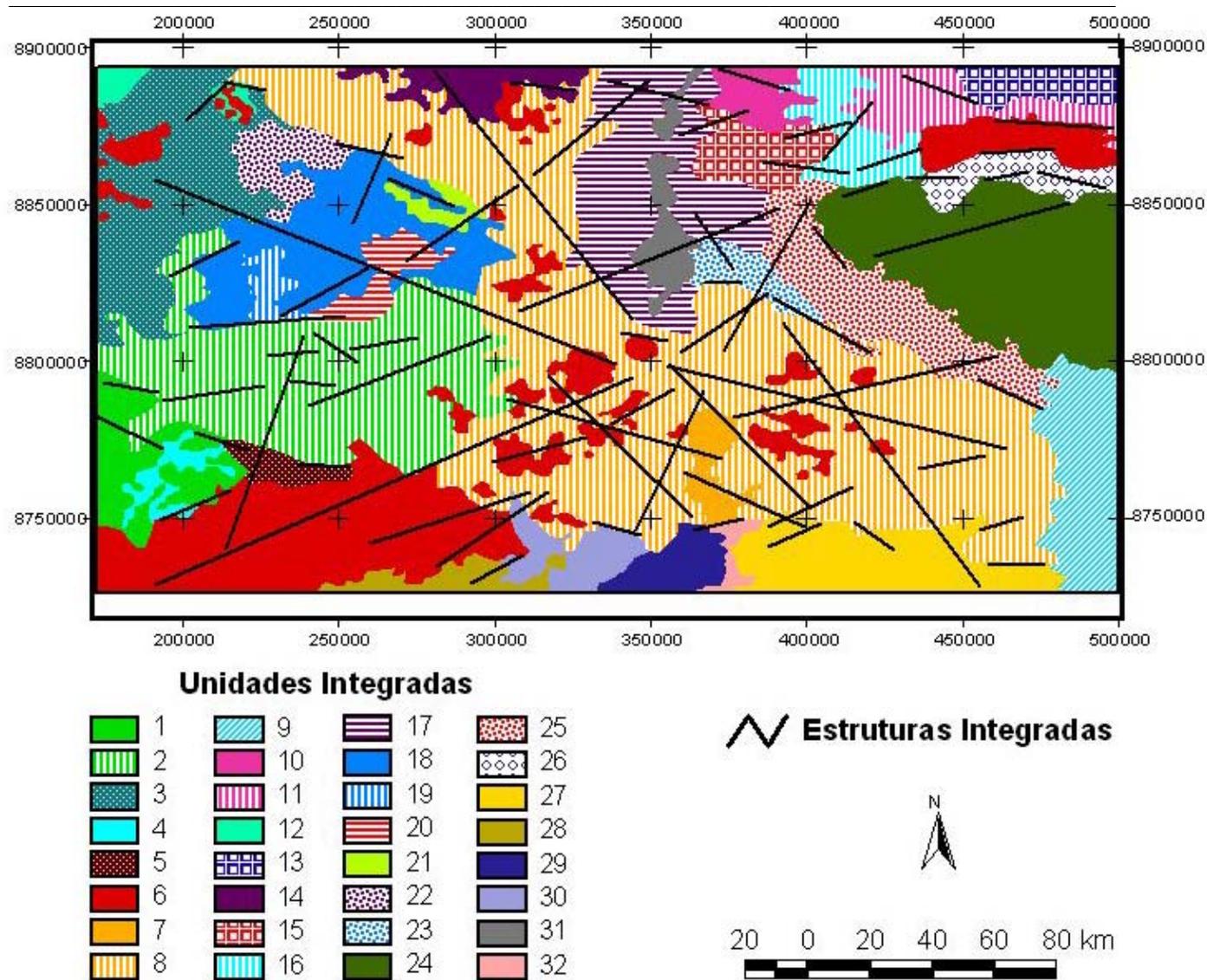


Figura 8.5 – Mapa com as unidades e estruturas integradas.

8.2 - INTEGRAÇÃO DOS DADOS AEROGEOFÍSICOS COM A GEOLOGIA

Nesta etapa foi utilizado o modelo geofísico gerado a partir da interpretação dos dados gamaespectrométricos e magnéticos (Figura 8.5), conforme descrição no item anterior. Foi realizada a superposição deste modelo geofísico com a geologia conhecida. O estudo desta composição mostrou que existe boa correlação entre o modelo geofísico e as unidades geológicas conhecidas. Sempre que possível, cada domínio do modelo geofísico foi correlacionado a uma unidade geológica conhecida. Devido à carência de informações geológicas mais detalhadas da área, alguns domínios foram individualizados conforme as respostas geofísicas presentes. As principais aplicações desta integração são: facilitar futuros mapeamentos geológicos nesta região de difícil acesso e auxiliar os estudos relacionados à prospecção mineral.

8.2.1 - Unidades Integradas

A superposição do modelo geofísico com o mapa geológico da área revela algumas unidades que ainda não foram mapeadas. Observa-se que a área pode caracterizar uma complexidade lito-estrutural maior do que a que é apresentada no mapa geológico conhecido.

Foi feita a associação das unidades integradas com os domínios gamaespectrométricos e magnéticos e sua respectiva correlação geológica (Tabela 8.1). A interpretação desta integração está detalhada a seguir segundo a relação com as principais unidades geológicas da área.

Tabela 8.1 – Correlação entre unidades integradas, domínios gamaespectrométricos, domínios magnéticos e geologia.

Unidades Integradas	Índice dos Domínios Gamaespectrométricos	Índice dos Domínios Magnéticos	Correlação Geológica
1	42	3 e 4	Grupo Roosevelt
2	33	3	Grupo Roosevelt
3	32	5	Grupo Roosevelt
4	36	3 e 4	Grupo Roosevelt
5	44	5	Grupo Roosevelt

6	46	1, 3 e 5	Unidade Fontanillas, Granito Aripuanã, Granito Rio Vermelho, Alcalinas Canamã, Suíte Intrusiva São Pedro e Suíte Nova Canaã – Unidade 2
7	15	2	Unidade Juara
8	39	2	Unidades Juara, Fontanillas e Suíte Intrusiva São Pedro
9	9 e 17	1 e 4	Unidades Juara e Fontanillas
10	38	1	Suíte Intrusiva São Pedro
11	27 e 42	1	Suíte Intrusiva São Pedro
12	33	5	Suíte Intrusiva São Pedro e Granito Aripuanã
13	22	5	Suíte Intrusiva São Pedro e Complexo Bacaeri-Mogno
14	12	1 e 2	Suíte Intrusiva São Romão
15	13 e 31	1	Suíte Intrusiva São Romão
16	34	1	Suítes intrusivas São Romão e São Pedro
17	17	1 e 2	Suíte Intrusiva São Romão, Unidades Juara e Fontanillas e Granito Aripuanã
18	2	5	Formação Dardanelos
19	18	5	Formação Dardanelos

20	13	5	Formação Dardanelos
21	6	3	Formação Dardanelos
22	25	2 e 3	Formação Dardanelos
23	11	1	Formação Dardanelos e Formação Dardanelos – Unidade 3
24	1 e 11	1, 2 , 4 e 5	Formação Dardanelos – Unidade 3
25	1 e 4	1	Formação Dardanelos – Unidade 3
26	7 e 25	1, 2 e 4	Formação Dardanelos – Unidade 3
27	1 e 4	1, 2 e 5	Formação Fazenda Casa Branca
28	25 e 30	5	Formação Fazenda Casa Branca
29	2 e 8	2 e 3	Formação Fazenda Casa Branca
30	5	2 e 5	Formação Fazenda Casa Branca e Coberturas Detrito Lateríticas
31	1	2	Depósitos Aluvionares, Suíte Intrusiva São Romão e Formação Dardanelos
32	5 e 8	2 e 3	Depósitos Aluvionares

8.2.1.1 – Grupo Roosevelt

O Grupo Roosevelt é representado por um conjunto metavulcanossedimentar, de ambiente de deposição subaquoso, composto por: unidade superior de metargilitos interdigitados com

metacherts, formações ferríferas-manganesíferas e metatufos; unidade intermediária com conglomerados vulcanoclásticos e; unidade basal, com dacitos-riolitos intercalados com basaltos e tufos subordinados (MME, 2004).

Segundo a literatura, o ambiente tectônico característico para a região é de bacia de retroarco (MME, 2004).

Na área em estudo, as unidades integradas interpretadas como pertencentes ao Grupo Roosevelt predominantemente estão associadas aos domínios magnéticos com respostas que variam de médias a altas. No total foram discriminadas cinco unidades integradas (Figura 8.6).

a) Unidade 1:

Esta unidade está localizada na porção sudoeste da área. A resposta gamaespectrométrica é representada por teores que variam de médios a altos para os canais de potássio e tório e teores medianos para o canal de urânio.

b) Unidade 2:

Localiza-se na porção oeste e compreende grande parte do Grupo Roosevelt. Os teores dos canais de tório e urânio são altos e do canal de potássio são médios.

c) Unidade 3:

Pode ser observada na parte noroeste e caracteriza-se por teores médios-baixos de tório e urânio e teores médios-altos de potássio.

d) Unidade 4:

Localizada na porção sudoeste, apresenta teores que variam de médios-altos a altos para os canais de potássio e tório e teores medianos para o canal de urânio.

e) Unidade 5:

Também localiza-se na parte sudoeste da área e caracteriza-se por apresentar teores altos para os três canais gamaespectrométricos.

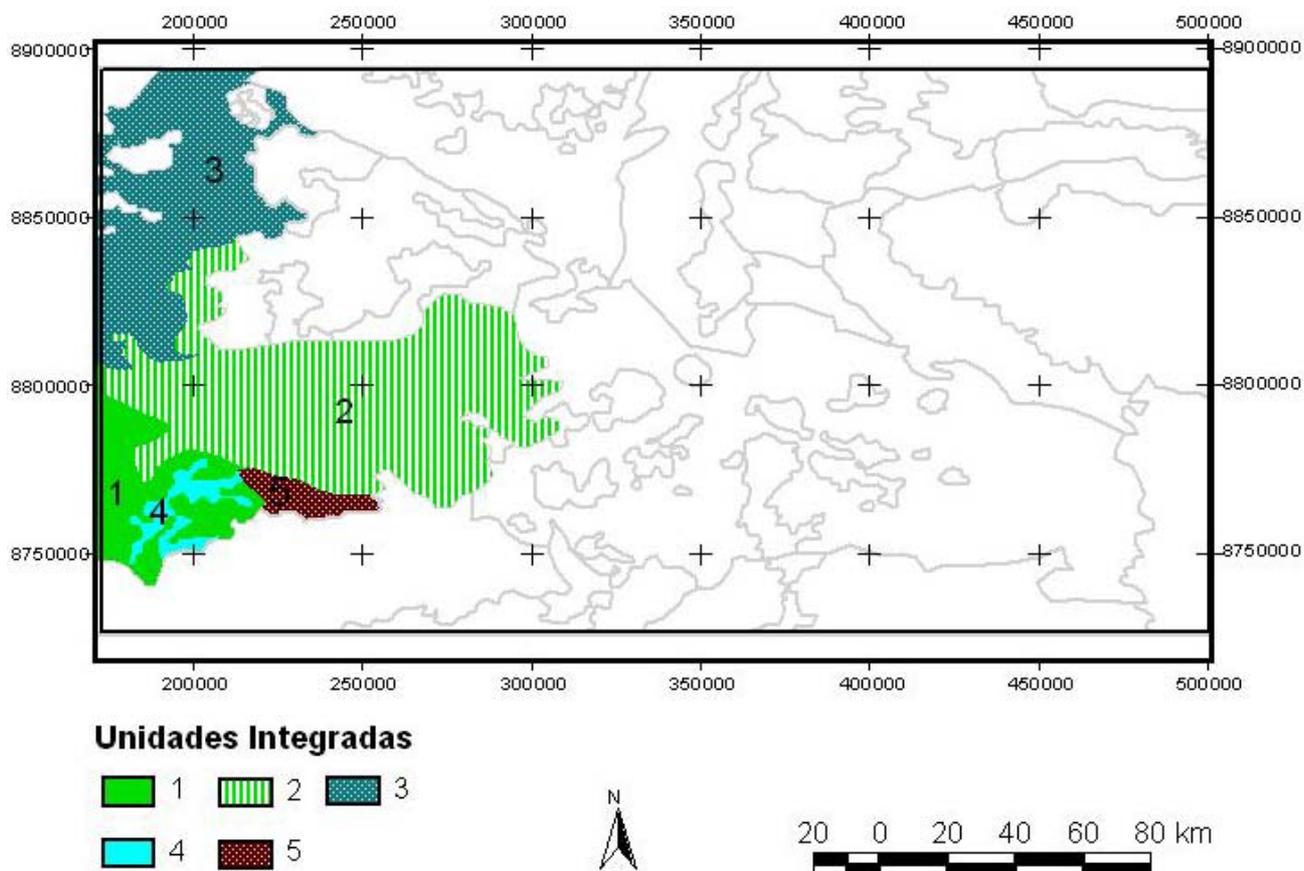


Figura 8.6 – Mapa das unidades integradas associadas ao Grupo Roosevelt.

8.2.1.2 – Unidade Fontanillas

Como descrito no capítulo 3, a unidade inclui biotita granitos com textura equigranular grossa a inequigranular. Esta unidade foi afetada por deformação heterogênea de caráter dúctil-rúptil. Enclaves de tamanho e forma variada de composição diorítica a granítica são bastante comuns (MME, 2004).

Na região, foram delimitadas quatro unidades compreendidas pela Unidade Fontanillas (Figura 8.7). Estas unidades estão relacionadas aos domínios magnéticos com respostas variando de baixas a médias.

a) Unidade 6:

A área correspondente à Unidade Fontanillas localiza-se na porção sudoeste da área. Apresenta teores altos para os canais de potássio, tório e urânio. A Unidade 6 também está relacionada a outras unidades geológicas que serão descritas nos itens a seguir.

b) Unidade 8:

A Unidade 8 foi a maior unidade delimitada para a área. Localiza-se na porção central, se expandido, também, para as partes noroeste e sudeste da área. Apresenta formato mais alongado. A Unidade Fontanillas está associada à Unidade 8 em quase toda a sua totalidade, estando presente principalmente em suas porções central, leste e sul. As respostas gamaespectrométricas observadas variam entre teores mais altos para os canais de potássio e urânio e teores médios-baixos para o canal de tório.

c) Unidade 9:

Esta unidade localiza-se na parte sudeste da área. Também possui outra unidade geológica associada, que será descrita nos próximos itens. A unidade 9 está associada a teores médios-baixos dos canais de potássio e urânio e médios para o canal de tório.

d) Unidade 17:

Na Unidade 17, a associação com a Unidade Fontanillas é observada em suas porções sul e sudoeste. Esta unidade apresenta teores médios-baixos para os canais de potássio e urânio e médios para o canal de tório.

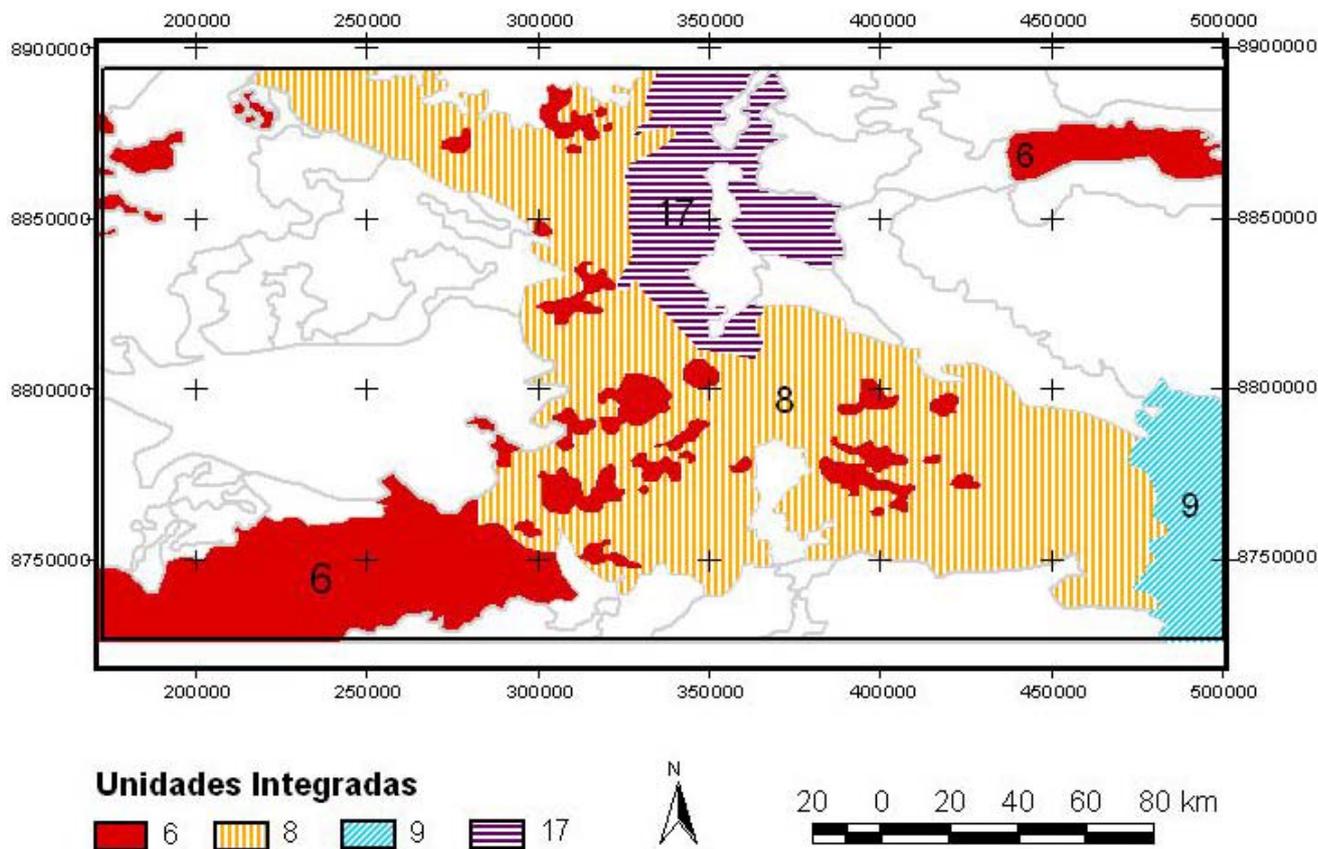


Figura 8.7 – Mapa das unidades integradas associadas à Unidade Fontanillas.

8.2.1.3 – Granito Aripuanã

O Granito Aripuanã é intrusivo na unidade metavulcano-sedimentar Roosevelt, fato que é evidenciado pelas macrofeições estruturais regionais, as quais encontram-se deslocadas e rompidas devido à intrusão. Os fluidos hidrotermais resultantes da intrusão do Granito Aripuanã sugerem modelo metalogénico de substituição hidrotermal epizonal, com forte remobilização e concentração em rochas vulcanossedimentares reativas (MME, 2004).

Na área, as unidades integradas associam-se principalmente a domínios com assinaturas magnéticas altas. Foram delimitadas três unidades relacionadas ao Granito Aripuanã (Figura 8.8).

a) Unidade 6:

A unidade integrada associada ao Granito Aripuanã localiza-se principalmente na porção noroeste da região. Caracteriza-se por sua forma arredondada e apresenta teores altos para os canais de potássio, tório e urânio.

b) Unidade 12:

Esta unidade tem a associação com o Granito Aripuanã na unidade localizada na parte noroeste da área que apresenta forma arredondada. Nessa região, caracteriza-se por envolver a unidade 6, citada no item anterior. Os teores de tório e urânio observados nesta unidade são altos enquanto que os de potássio são medianos.

c) Unidade 17:

Na Unidade 17, a associação com o Granito Aripuanã é observada em sua porção leste. Esta unidade apresenta teores médios-baixos para os canais de potássio e urânio e médios para o canal de tório.

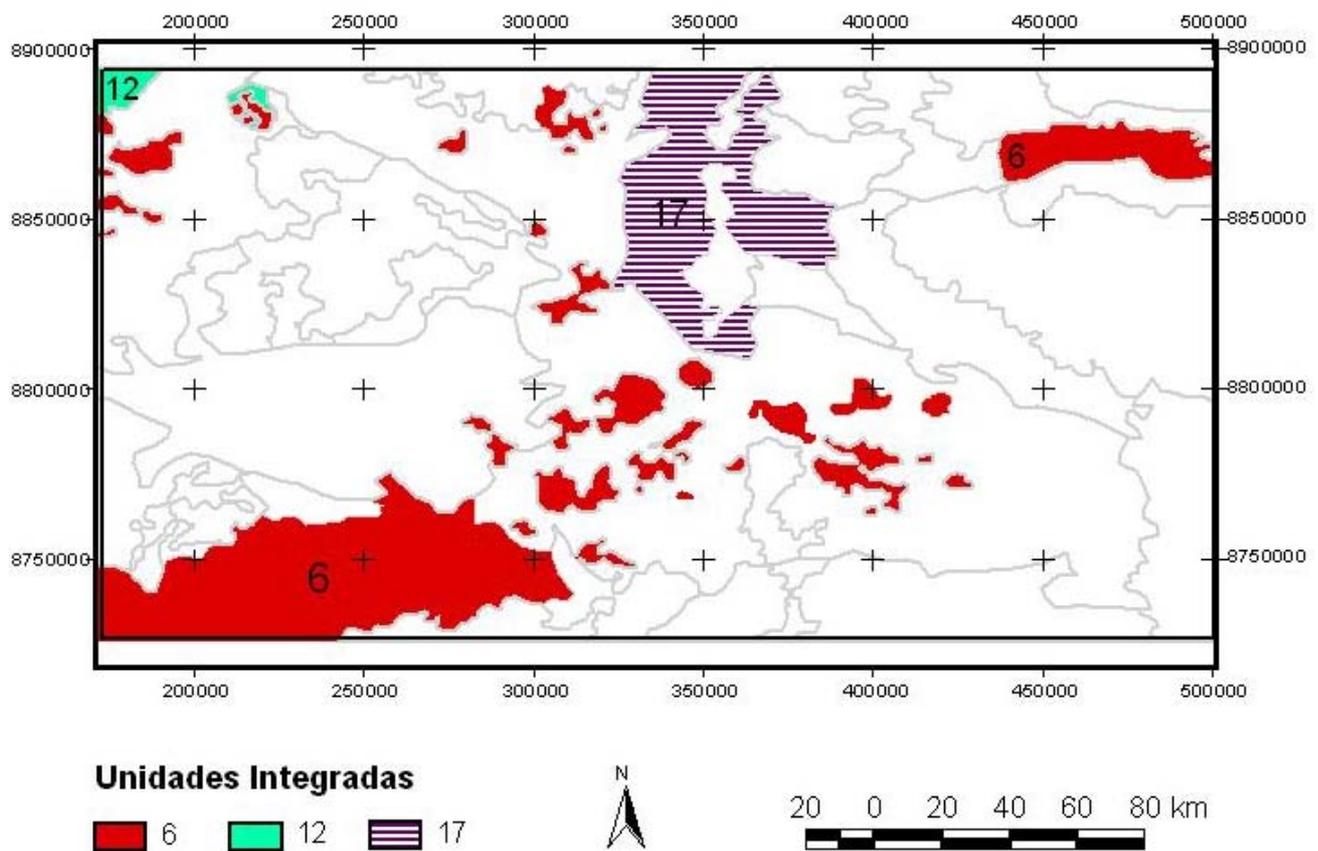


Figura 8.8 – Mapa das unidades integradas associadas ao Granito Aripuanã.

8.2.1.4 – Granito Rio Vermelho

O Granito Rio Vermelho é um batólito anorogênico, conforme descrito no capítulo 3. Em termos composicionais ocorre uma estreita variação entre sieno e monzo-granito. Uma feição típica é a presença de quartzo subarredondado de cor azul e intensa disseminação de pirita. É comum também a presença de enclaves máficos de granulação fina possivelmente de composição diorítica. Essas características se assemelham àquelas do Granito Aripuanã (MME, 2004).

Na região, as unidades integradas associam-se principalmente ao domínio magnético com resposta média. Foi definido um domínio relacionado ao Granito Rio Vermelho (Figura 8.9).

a) Unidade 6:

A unidade integrada associada ao Granito Rio Vermelho localiza-se na porção central da área. Também tem uma característica mais arredondada. Os teores de potássio, tório e urânio nesta unidade são altos.

8.2.1.5 – Alcalinas Canamã

Estas rochas alcalinas são predominantemente leucocráticas, de granulação média a grossa. Mostram-se porfiróides e com texturas de fluxo magmático. Nos sienitos predomina o feldspato alcalino mesopertítico. O anfibólio é o máfico mais abundante, seguido por piroxênio e biotita (MME, 2004).

Na área, foi definida uma unidade integrada associada às Alcalinas Canamã (Figura 8.9). Neste caso, esta unidade está relacionada ao domínio que apresenta alta assinatura magnética.

a) Unidade 6:

A unidade integrada associada à Alcalina Canamã está localizada na parte norte da área. A unidade de maior expressão não tem o formato arredondado característico observado em outras regiões, porém, está acompanhada de outras menores que apresentam tal padrão. Assim como descrito anteriormente, os teores de potássio, tório e urânio nesta unidade são altos.

8.2.1.6 – Suíte Nova Canaã – Unidade 2

As rochas plutônicas e subvulcânicas félsicas desta suíte representam um conjunto de litotipos de natureza peraluminosa, gerados em ambiente tectônico presumivelmente tardiorogênico ou pós-orogênico, em relação ao Arco Juruena. Os diversos corpos apresentam contatos tectônicos, por zonas de transcorrência dúcteis, principalmente com os Granitos São Pedro e São Romão (MME, 2004).

Uma unidade integrada foi relacionada à Suíte Nova Canaã – Unidade 2 (Figura 8.9). Na região em que se encontra, a resposta magnética observada é baixa.

a) Unidade 6:

A Unidade 6 correspondente à região onde está a Suíte Nova Canaã – Unidade 2 localiza-se na porção nordeste da área. Diferencia-se dos outros corpos também definidos como Unidade 6 por causa de sua feição, que é alongada no sentido E-W. A assinatura gamaespectrométrica observada é caracterizada por teores altos de potássio, tório e urânio.

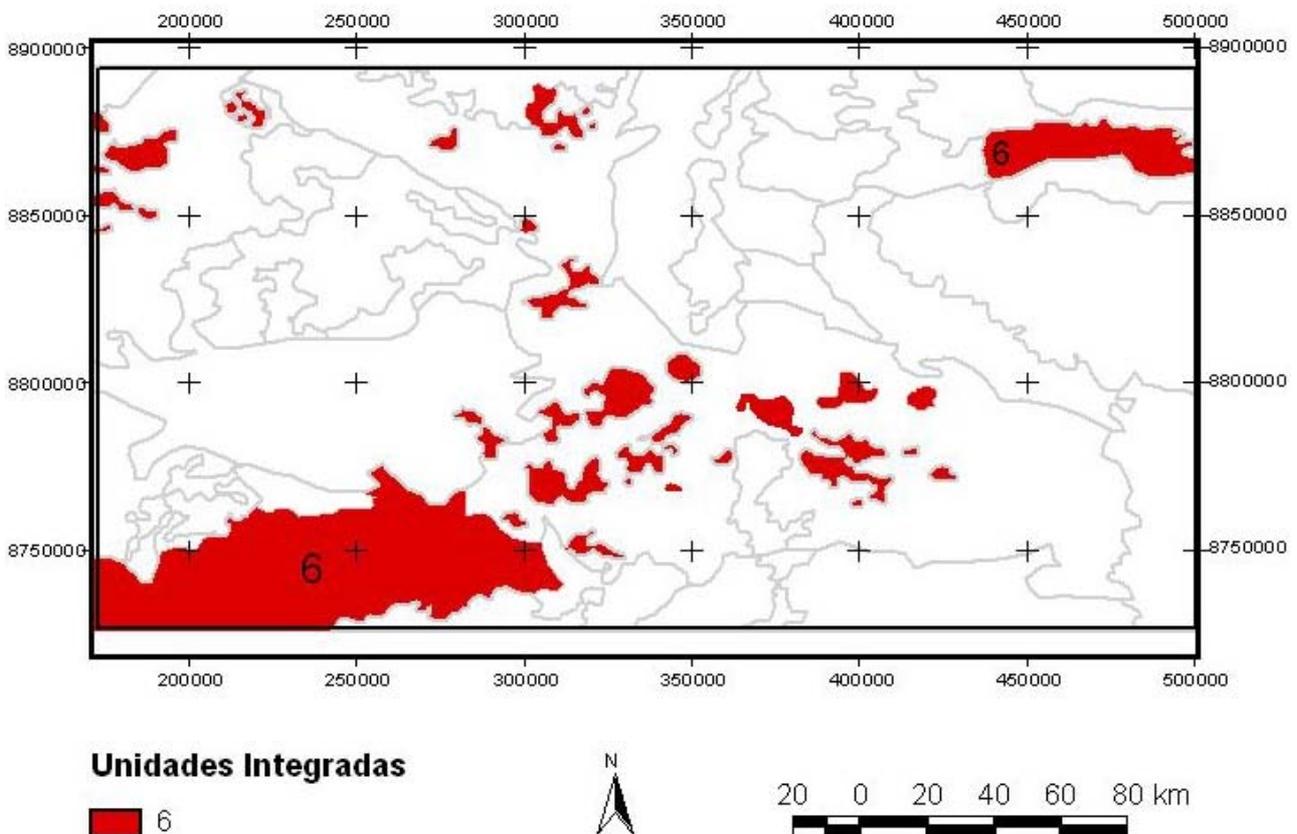


Figura 8.9 – Mapa das unidades integradas associadas ao Granito Rio Vermelho, Alcalinas Canaã e Suíte Nova Canaã – Unidade 2.

8.2.1.7 – Unidade Juara

Esta unidade ocorre em forma de diques e/ou corpos tabulares que incluem tanto aplitos como pegmatitos. Os aplitos são equigranulares finos a porfiríticos enquanto que os pegmatitos são equigranulares grossos. Os primeiros variam em composição desde sienogranítica a monzogranítica até granodiorítica; os pegmatitos são predominantemente de composição granítica (MME, 2004).

Foram delimitadas quatro unidades integradas associadas à Unidade Juara (Figura 8.10). As respostas magnéticas observadas para as unidades integradas relacionada à Unidade Juara variam de baixas a médias-baixas.

a) Unidade 7:

Esta unidade integrada está em praticamente toda a sua totalidade atribuída à Unidade Juara. Localizada na porção centro-sul da área, caracteriza-se por sua forma alongada no eixo N-S. Apresenta teores que variam de médios-baixos a médios para os três canais gamaespectrométricos.

b) Unidade 8:

A Unidade 8 está, em grande parte, associada à Unidade Fontanillas, entretanto, a Unidade Juara também apresenta uma relação importante com esta unidade integrada. A Unidade Juara é bem representada na parte sudeste, onde são observados os corpos alongados, e também ocorre na parte central da Unidade 8. As respostas gamaespectrométricas observadas variam entre teores mais altos para os canais de potássio e urânio e teores médios-baixos para o canal de tório.

c) Unidade 9:

Localizada na porção sudeste, apresenta forma alongada no sentido N-S. Sua relação com a Unidade Juara limita-se às porções central e sul, caracterizadas por corpos alongados com eixo E-W. Os teores de tório nessa unidade variam de médios a altos, e os teores de potássio e urânio variam de baixos a médios.

d) Unidade 17:

A Unidade 17 situa-se na parte norte da área. A Unidade Juara é ressaltada em sua porção sudoeste e caracteriza-se por teores dos três canais gamaespectrométricos que variam de médios-baixos a médios.

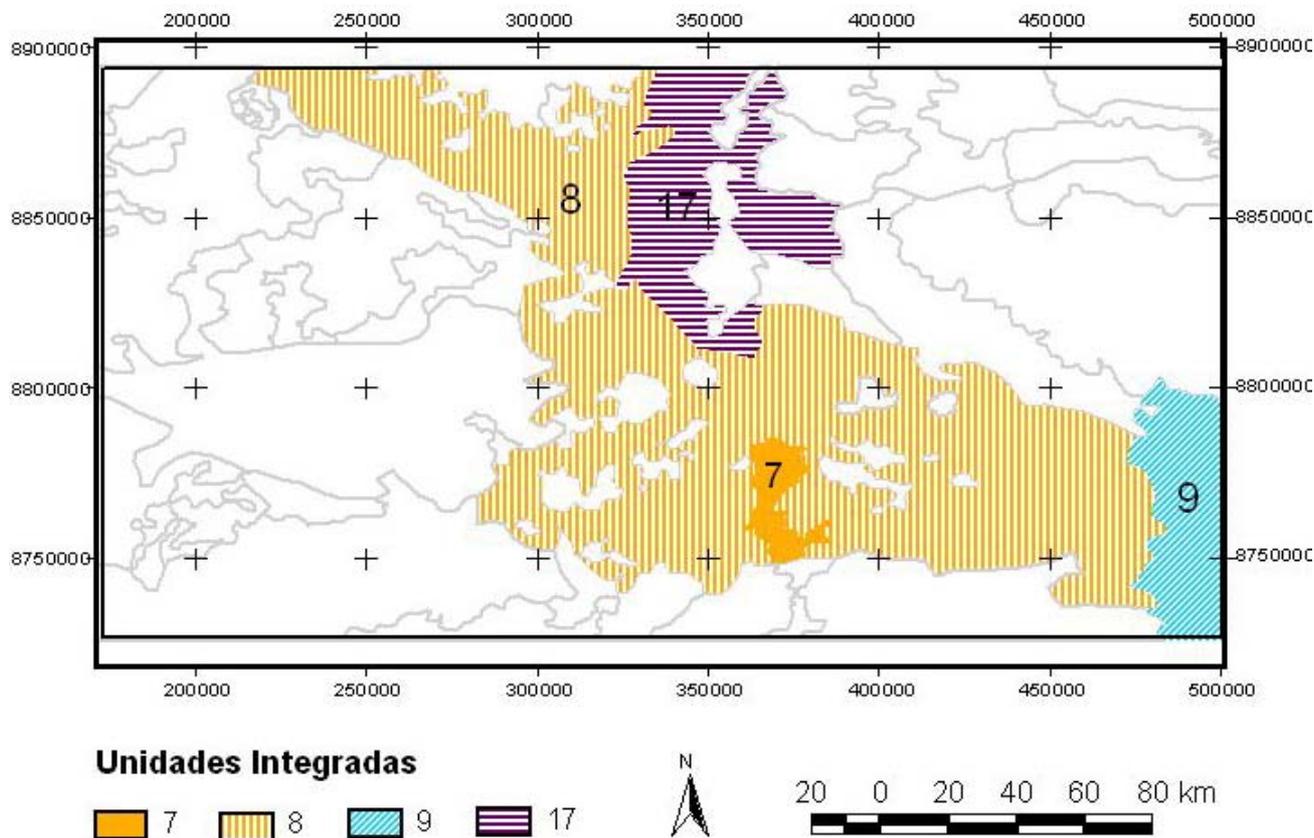


Figura 8.10 – Mapa das unidades integradas associadas à Unidade Juara.

8.2.1.8 – Suíte Intrusiva São Pedro

Esta suíte é composta predominantemente por biotita granito e biotita monzogranito. É comum a presença de enclaves de quartzodiorito, diorito e quartzo monzonito. As rochas apresentam granulação média a grossa e texturas granoblástica, porfirítica e miloníticas. São compostas principalmente por feldspatos potássicos, plagioclásio, quartzo, biotita, hornblenda e granada (MME, 2004).

Sete unidades integradas estão associadas à Suíte Intrusiva São Pedro (Figura 8.11). Devido à sua abrangência regional, as respostas magnéticas variam das mais baixas às mais altas.

a) Unidade 6:

A integração da Suíte Intrusiva São Pedro com a Unidade 6 é observada principalmente nas porções: nordeste (ocorrendo na parte norte da unidade integrada); e noroeste (relacionada com toda

a unidade integrada caracterizada por seu formato alongado na direção NW-SE). Na porção nordeste da área, a resposta magnética fornece valores baixos, enquanto que na parte noroeste são notados valores altos de magnetização. A assinatura gamaespectrométrica apresenta altos teores para os canais de potássio, tório e urânio.

b) Unidade 8:

A Suíte Intrusiva São Pedro abrange uma pequena porção na parte norte da Unidade 8. A assinatura magnética para esta região varia de média-baixa a média. Os teores de tório são médios-baixos e os de potássio e urânio variam de médios-altos a altos.

c) Unidade 10:

Esta unidade situa-se na parte norte da área. Em quase sua totalidade é representada pela Suíte Intrusiva São Pedro que apresenta, nesta região, formato alongado segundo o eixo E-W. A resposta magnética é baixa. O teor de potássio é alto e os teores de tório e urânio variam de médios-baixos a médios.

d) Unidade 11:

A Unidade 11 ocorre na porção nordeste da área, e caracteriza-se pelo formato alongado no sentido E-W. Está relacionada basicamente à Suíte Intrusiva São Pedro. A assinatura magnética correspondente a essa unidade é baixa. Os teores de urânio são medianos, os de potássio variam de médios a altos e os de tório de médios a médios-altos.

e) Unidade 12:

Esta unidade integrada encontra-se na parte noroeste e sua relação com a Suíte Intrusiva São Pedro restringe-se à porção central da unidade. Os valores de magnetização nesta região são altos, bem como os teores de tório e urânio. Já o canal do potássio é representado por teores medianos.

f) Unidade 13:

Caracteriza-se por apresentar formato alongado (E-W) e localiza-se na parte nordeste da região. Na porção sul desta unidade integrada, onde ocorre a Suíte Intrusiva São Pedro, é observada a transição do domínio magnético com resposta baixa para o domínio com assinatura mais alta. O canal do potássio caracteriza-se por apresentar teores médios-baixos, o do tório mostra teores médios-altos e o do urânio tem teores medianos.

g) Unidade 16:

A Suíte Intrusiva São Pedro ocorre na parte norte desta unidade integrada que, por sua vez, está localizada na porção nordeste da área do projeto Rio do Sangue. A assinatura magnética observada para a região é baixa. Os teores de potássio e urânio são médios-altos e os de tório são medianos.

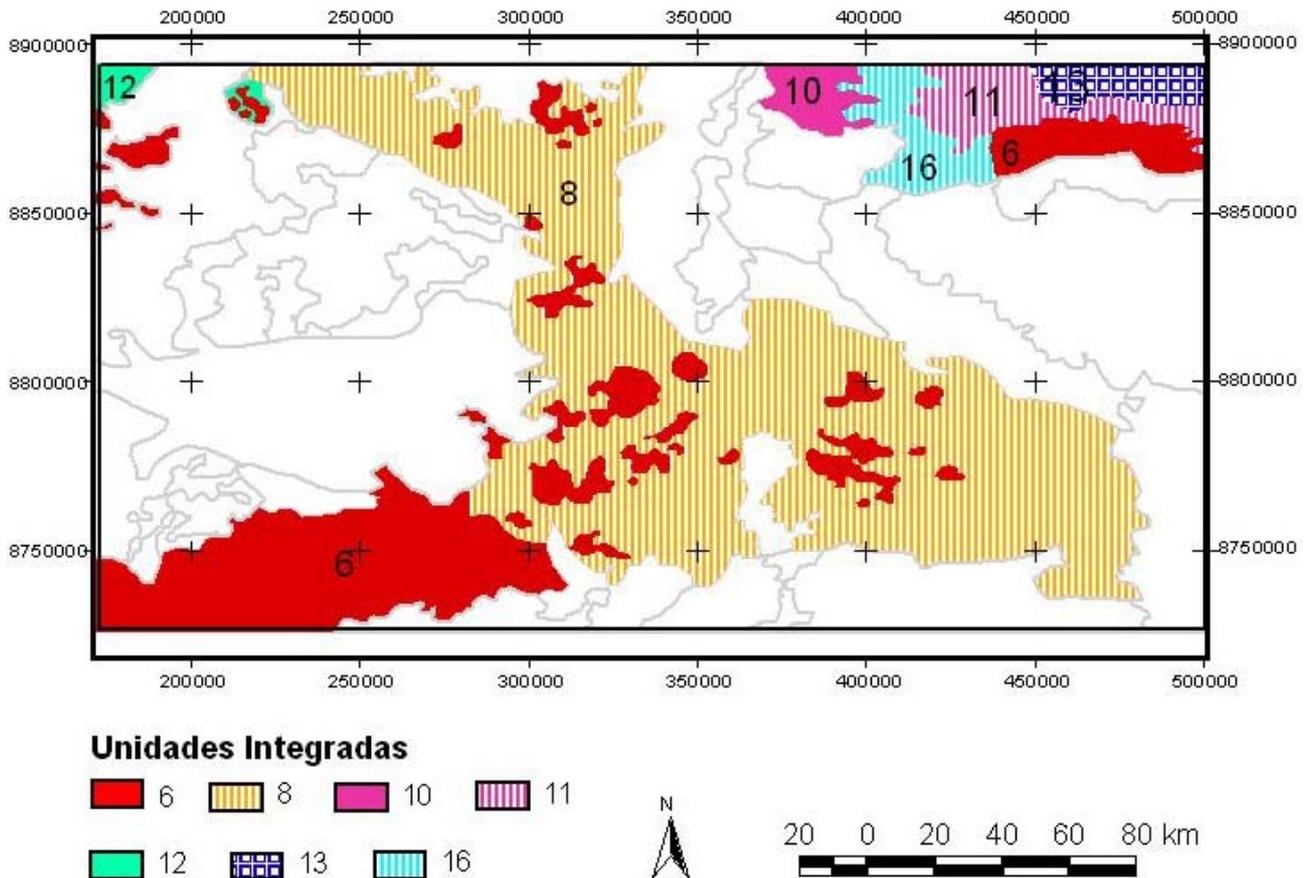


Figura 8.11 – Mapa das unidades integradas associadas à Suíte Intrusiva São Pedro.

8.2.1.9 – Complexo Bacaeri-Mogno

Este complexo compreende uma associação de rochas supracrustais e plutônicas. As rochas supracrustais são formadas por gnaisses sílico-aluminosos com intercalações de quartzitos e quartzitos ferruginosos. As rochas plutônicas são representadas por metagabro, metanorito e metaquartzo diorito que ocorrem encaixados nos gnaisses sílico-aluminosos (MME, 2004).

Uma unidade integrada está associada ao Complexo Bacaeri-Mogno (Figura 8.12). A resposta magnética caracteriza-se por valores altos.

a) Unidade 13:

Esta unidade integrada ocorre na parte nordeste da região, como descrito anteriormente. O Complexo Bacaeri-Mogno ocorre na porção mais ao norte da Unidade 13. O canal do potássio caracteriza-se por apresentar teores médios-baixos, o do tório tem teores médios-altos e o do urânio mostra teores medianos.

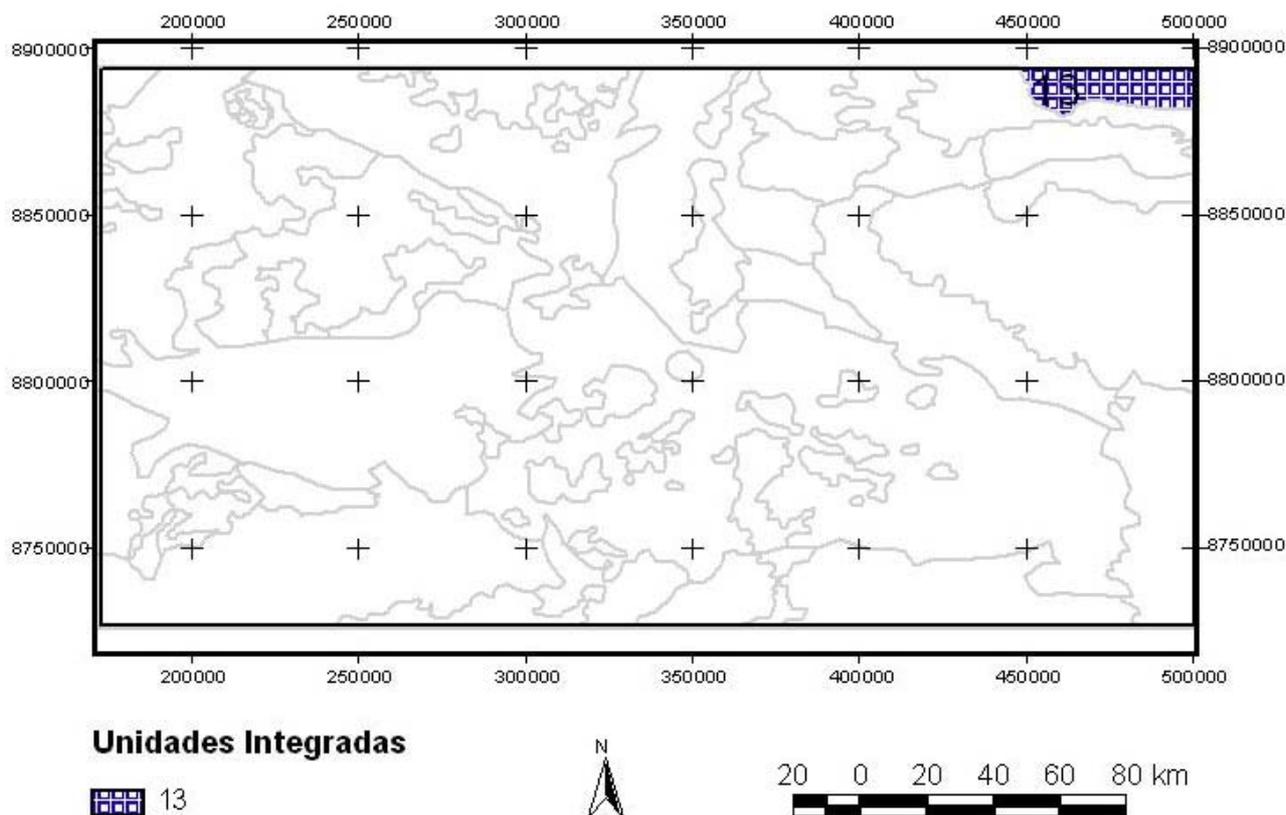


Figura 8.12 – Mapa das unidades integradas associadas ao Complexo Bacaeri-Mogno.

8.2.1.10 – Suíte Intrusiva São Romão

É constituída predominantemente por biotita granito fino e microgranito. O granito fino apresenta cor cinza a rósea e textura inequigranular fina a média. O microgranito possui cor cinza com textura inequigranular fina. Estruturas miloníticas e gnássicas são predominantes e orientam-se segundo a configuração tectônica regional NW-SE. Mostram uma paragênese mineral indicativa de metamorfismo de fácies xisto verde a anfibolito (MME, 2004).

Foram discriminadas quatro unidades integradas referentes à Suíte Intrusiva São Romão (Figura 8.13). A assinatura magnética observada varia de baixa a média-baixa.

a) Unidade 14:

Esta unidade integrada localiza-se na parte norte da área do Projeto Rio do Sangue. A Suíte Intrusiva São Romão ocorre em praticamente toda a área abrangida pela Unidade 14. O canal do potássio apresenta teor médio-baixo, o do tório teor baixo e o do urânio teor mediano.

b) Unidade 15:

A Unidade 15 também se situa na porção norte da área e é praticamente toda compreendida pela Suíte Intrusiva São Romão. A resposta gamaespectrométrica caracteriza-se pelos teores médios-baixos dos três canais.

c) Unidade 17:

Também localizada na parte norte da região, a Unidade 17 tem a sua porção norte envolvida pela Suíte Intrusiva São Romão. Os canais do potássio e urânio apresentam teores médios-baixos e o canal do tório mostra teores medianos.

d) Unidade 31:

Esta unidade também ocorre na porção norte. A Suíte Intrusiva São Romão compreende a parte norte da Unidade 31. Esta unidade integrada caracteriza-se por teores baixos dos três canais gamaespectrométricos.

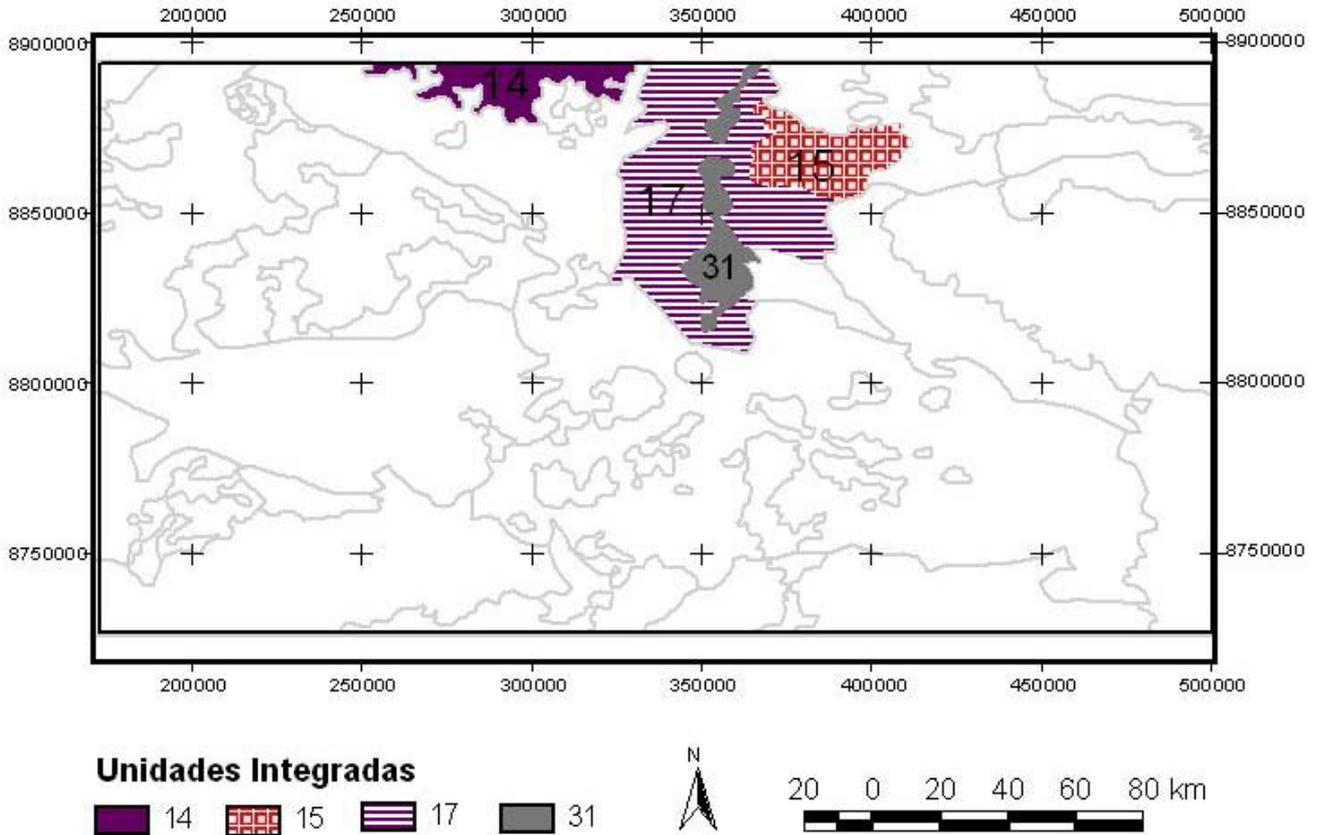


Figura 8.13 – Mapa das unidades integradas associadas à Suíte Intrusiva São Romão.

8.2.1.11 – Formação Dardanelos

Segundo Almeida e Nogueira Filho (1959, *in* MME, 2004), a Formação Dardanelos compreende uma seqüência de quartzito, conglomerado e ardósia.

Sete unidades integradas estão associadas à Formação Dardanelos (Figura 8.14). Como as unidades abrangem a área do projeto de forma regional, observa-se que as respostas magnéticas variam das mais baixas até as mais altas. A maioria das unidades integradas que compreendem a Formação Dardanelos se diferenciam segundo os teores dos canais gamaespectrométricos.

a) Unidade 18:

A Unidade 18 está localizada na parte noroeste da área do projeto Rio do Sangue. É compreendida, em sua totalidade, pela Formação Dardanelos. A resposta magnética observada varia de média a alta. Os canais gamaespectrométricos de potássio e tório caracterizam-se por seus teores baixos e o canal do urânio apresenta teor médio-baixo.

b) Unidade 19:

Esta unidade ocorre na porção oeste da região, e é totalmente envolvida pela Formação Dardanelos. A assinatura magnética é alta e a resposta gamaespectrométrica mostra teores medianos para os canais de tório e urânio e teor médio-baixo para o canal do potássio.

c) Unidade 20:

Também está situada na parte oeste. A Formação Dardanelos abrange toda a área da Unidade 20. A resposta magnética nesta região é alta e os teores dos três canais gamaespectrométricos caracterizam-se por seus valores médios-baixos.

d) Unidade 21:

Esta unidade integrada se encontra na porção noroeste da área. É totalmente compreendida pela Formação Dardanelos. A unidade é envolvida pelo domínio magnético com assinatura média. O canal do potássio apresenta teor baixo, o do tório teor médio e o do urânio teor médio-baixo.

e) Unidade 22:

A Unidade 22 também está localizada na parte noroeste da região do projeto. Assim como as unidades integradas descritas anteriormente, esta também é totalmente abrangida pela Formação Dardanelos. A resposta magnética observada na área varia de média a alta. Os canais do tório e do urânio caracterizam-se por apresentarem altos teores enquanto que o canal do potássio apresenta teor médio-baixo.

f) Unidade 23:

Esta unidade integrada ocorre na porção central da área. A Formação Dardanelos abrange a parte inferior da Unidade 23. A assinatura magnética para esta unidade é baixa. Os canais gamaespectrométricos do tório e do urânio apresentam teores baixos e o canal do potássio caracteriza-se por teores médios-baixos.

g) Unidade 31:

A Unidade 31 está localizada na parte norte da região do Projeto Rio do Sangue. A Formação Dardanelos ocorre na porção sul desta unidade integrada. É compreendida pelo domínio magnético com assinatura alta. A resposta gamaespectrométrica caracteriza-se por teores baixos dos três canais.

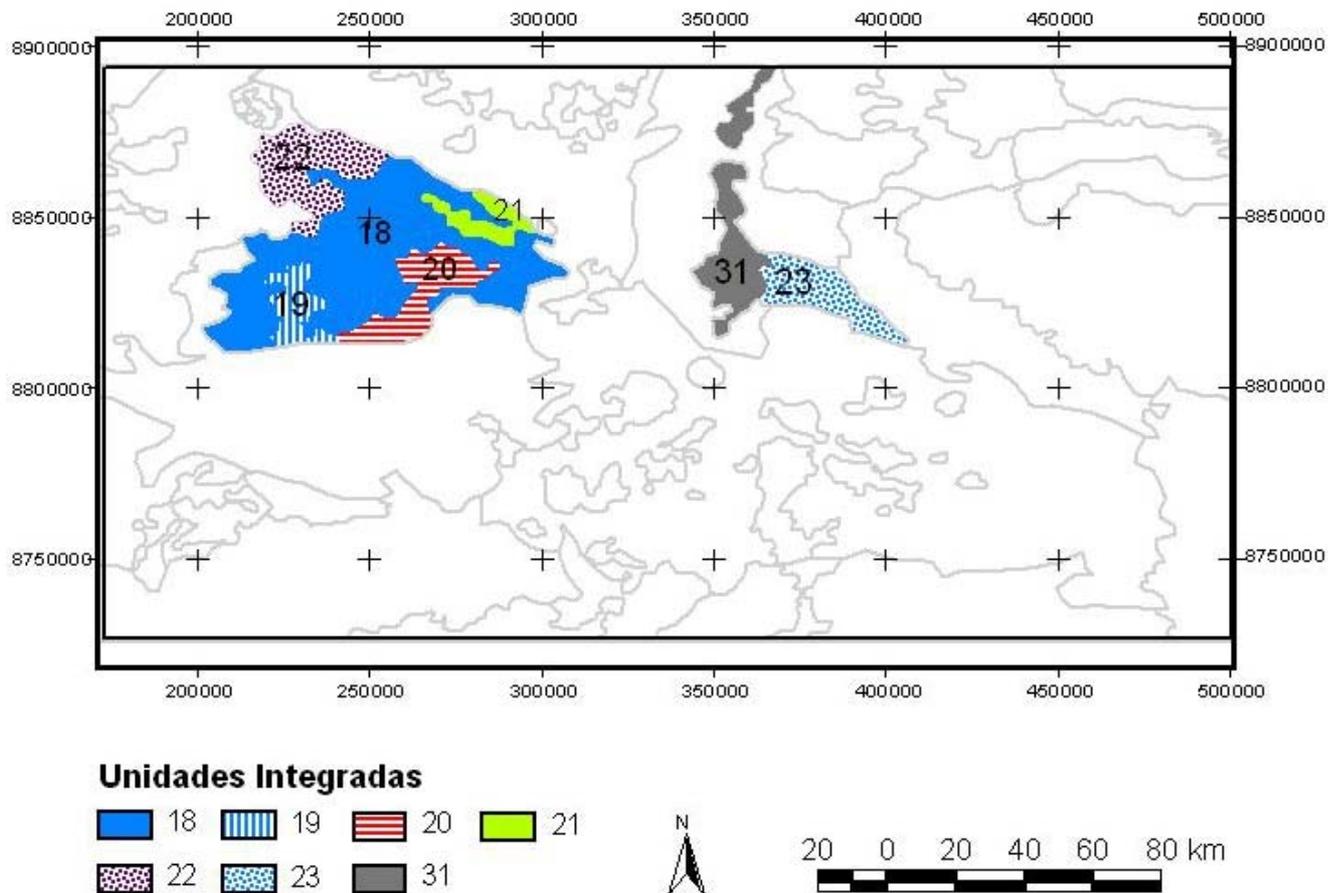


Figura 8.14 – Mapa das unidades integradas associadas à Formação Dardanelos.

8.2.1.12 – Formação Dardanelos – Unidade 3

Conforme descrito no Capítulo 3, a Formação Dardanelos – Unidade 3 é composta por arenitos arcoseanos e arenitos argilosos e friáveis.

A resposta magnética observada varia de baixa a alta. Foram distinguidas quatro unidades integradas associadas à Formação Dardanelos – Unidade 3 (Figura 8.15).

a) Unidade 23:

Esta unidade integrada, como descrita no item anterior, localiza-se na parte central da área. A Formação Dardanelos ocupa a sua porção sudoeste, e nesta região a resposta magnética é alta. Os canais gamaespectrométricos do tório e do urânio apresentam teores baixos e o canal do potássio teor médio-baixo.

b) Unidade 24:

A Unidade 24 situa-se na parte leste da área do projeto Rio do Sangue e está totalmente associada à Formação Dardanelos. É uma unidade com característica ímpar em relação à assinatura magnética, onde se observa que os domínios magnéticos passam dos mais baixos para os mais altos. Os teores dos três canais gamaespectrométricos são baixos.

c) Unidade 25:

Esta unidade também ocorre na porção leste da região. A Formação Dardanelos abrange toda a área desta unidade, que está associada ao domínio magnético com resposta mais baixa. Os teores dos canais gamaespectrométricos variam de baixos a médios-baixos.

d) Unidade 26:

A Unidade 26 é observada na porção nordeste. É similar à Unidade 24 quanto à sua associação à Formação Dardanelos e à assinatura magnética ressaltada na região. A parte sul desta unidade integrada caracteriza-se por teores mais baixos dos canais de potássio, tório e urânio e a porção norte apresenta teores mais elevados.

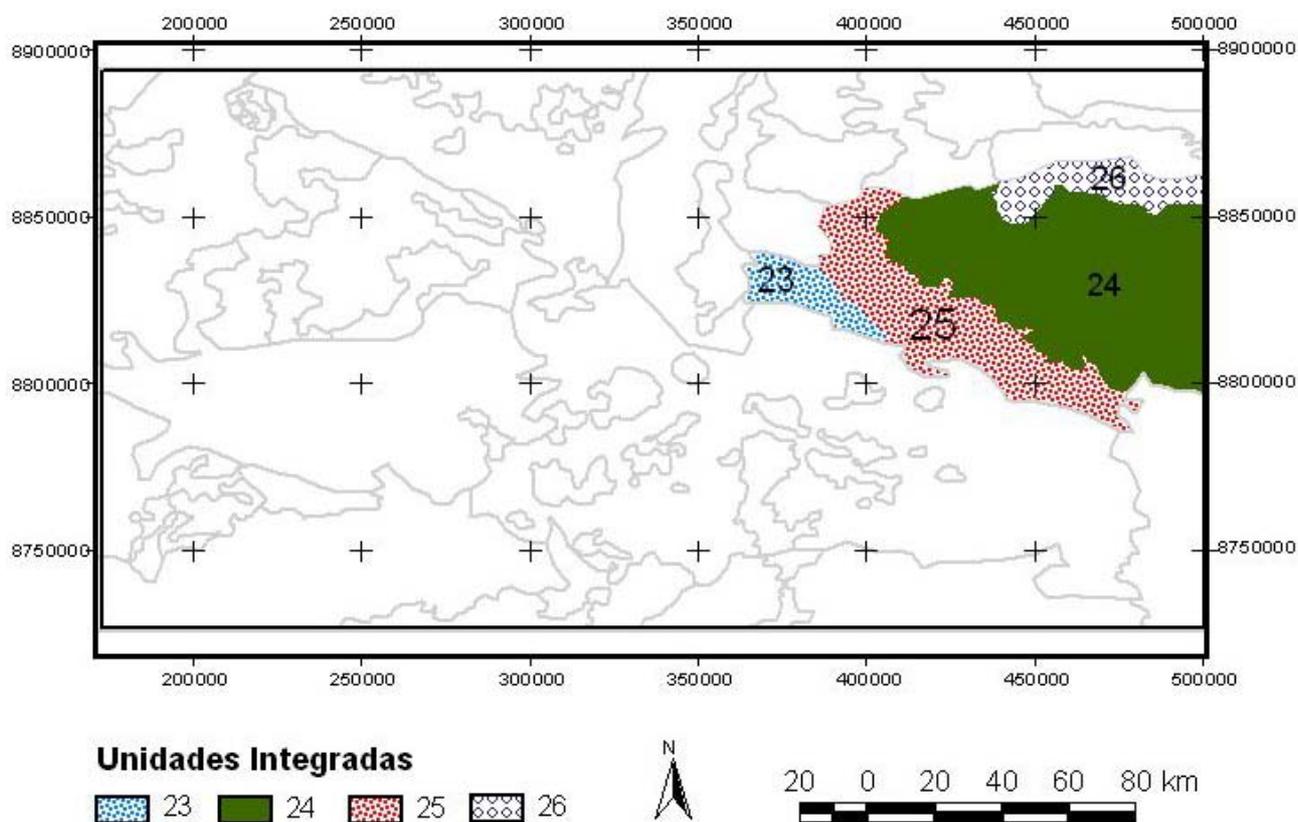


Figura 8.15 – Mapa das unidades integradas associadas à Formação Dardanelos – Unidade 3.

8.2.1.13 – Formação Fazenda Casa Branca

Assim como foi descrito no Capítulo 3, a Formação Fazenda Casa Branca é composta por arenitos de granulometria fina, média e grossa, matriz argilosa e com estratificação plano-paralela (MME, 2004).

Foram diferenciadas quatro unidades integradas associadas à Formação Fazenda Casa Branca (Figura 8.16). As assinaturas magnéticas nas regiões destas unidades variam de baixas a altas.

a) Unidade 27:

Esta unidade ocorre na parte sudeste da região. A Formação Fazenda casa Branca abrange quase toda a área desta unidade integrada. A resposta magnética varia da mais baixa a mais alta gradativamente no sentido SW-NE. Os teores dos canais potássio, tório e urânio são baixos.

b) Unidade 28:

A Unidade 28 está localizada na parte sul da área. É envolvida pela Formação Fazenda Casa Branca em sua porção superior. É marcada por um domínio magnético cuja assinatura é alta. O canal do potássio tem teor que varia de baixo a médio-alto, o do tório varia de baixo a alto e o canal do urânio caracteriza-se por teores sempre altos.

c) Unidade 29:

Também se encontra na porção sul da área do Projeto Rio do Sangue. Esta unidade é totalmente compreendida pela Formação Fazenda Casa Branca. As respostas magnéticas variam de médias-baixas a médias. Os canais do potássio e do urânio apresentam teores baixos e o canal do tório tem teores que variam de baixos a altos.

d) Unidade 30:

Esta unidade situa-se, também, na porção sul da área. Está associada à Formação Fazenda Casa Branca praticamente em toda a sua extensão. A assinatura magnética dominante nesta região é alta e os canais de gamaespectrometria caracterizam-se por apresentarem teores baixos.

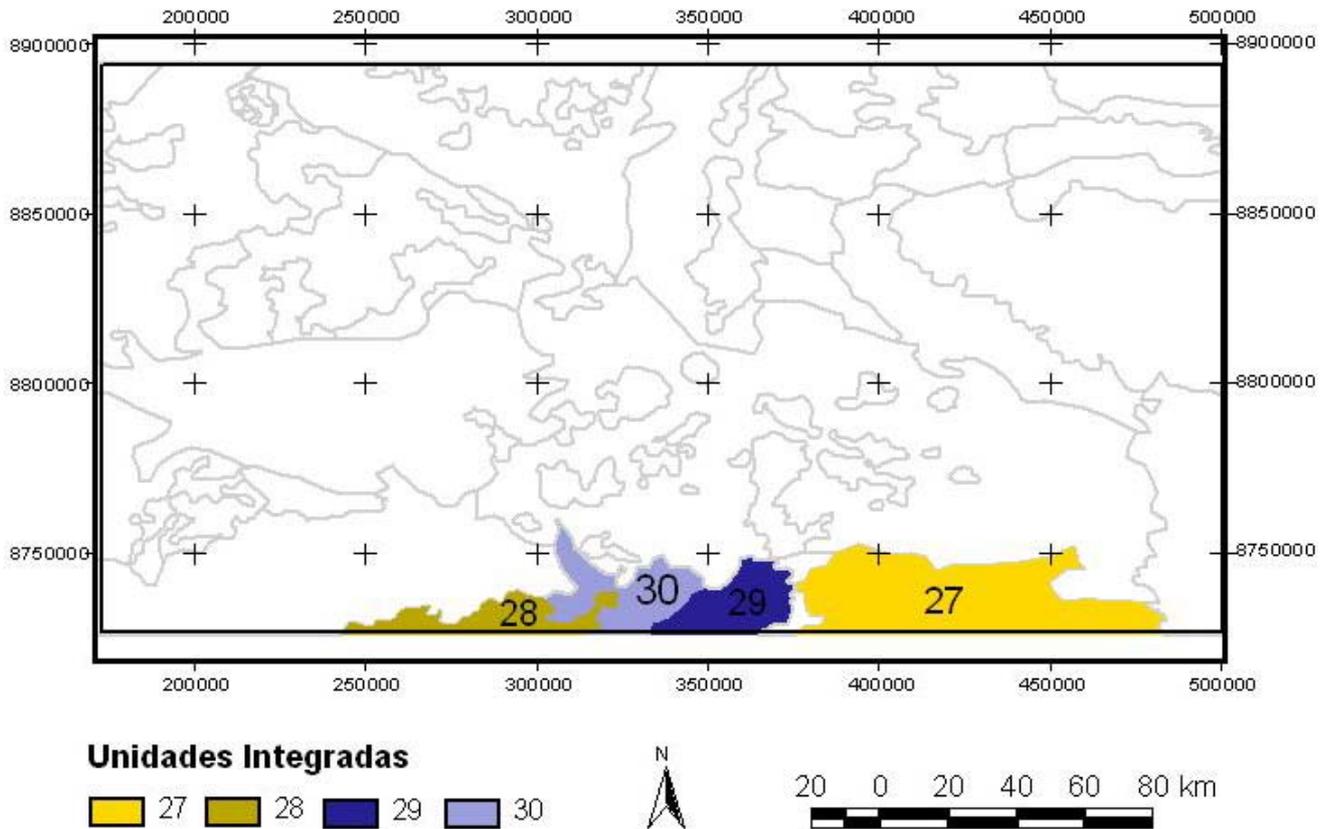


Figura 8.16 – Mapa das unidades integradas associadas à Formação Fazenda Casa Branca.

8.2.1.14 – Coberturas Detrito-Lateríticas

Os sedimentos detrito-lateríticos ocorrem em áreas aplainadas constituídas por solos argilo-arenosos ricos em concreções ferruginosas. Os lateritos imaturos, quando em perfis completos e preservados, modelam grande parte do relevo atual. Apresentam a sua parte superior aflorante, configurando a parte mais elevada do relevo. Em certas áreas, onde a parte superior está mais espessa e endurecida e houve maior entalhamento da drenagem, observa-se a formação de um relevo tendendo a platôs (MME, 2004).

Foi discriminada uma unidade relacionada a esta unidade geológica e a assinatura magnética correspondente é alta. Essa unidade pode ser observada no item anterior na Figura 8.16.

a) Unidade 30:

Como descrito no item anterior, esta unidade é observada na parte sul da área. As Coberturas Detrito-Lateríticas ocorrem em sua porção central. Os três canais gamaespectrométricos têm teores baixos.

8.2.1.15 – Depósitos Aluvionares

Constituem depósitos caracterizados por sedimentos inconsolidados, predominantemente arenosos, representados por areias com níveis de cascalhos e lentes de material silto-argiloso (MME, 2004). Ocorrem associados às calhas dos cursos de água de maior porte, encaixados tanto no embasamento cristalino como nos depósitos terciários, compreendendo basicamente sedimentos aluviais (MME, 2004). A idade provável desses depósitos é pleistocênica, obtida pelo conteúdo fossilífero encontrado nos aluviões e paleoterraços aluviais de alguns rios da região (MME, 2004).

Foram observadas duas unidades integradas associadas aos Depósitos Aluvionares (Figura 8.17). A resposta magnética varia de baixa a alta.

a) Unidade 31:

Esta unidade integrada está situada na porção norte da área do Projeto Rio do Sangue. A associação com os Depósitos Aluvionares é observada na parte norte da Unidade 31. Os domínios magnéticos que envolvem a região apresentam respostas que variam de baixas a médias-baixas. Os canais de potássio, tório e urânio mostram teores baixos.

b) Unidade 32:

A Unidade 32 localiza-se na parte sul da área e seu formato acompanha a estruturação local no sentido N-S. Os Depósitos Aluvionares compõem grande parte desta unidade, a qual é abrangida pelo domínio magnético com assinatura média. O teor do canal do tório varia de médio-baixo a alto e os canais do potássio e do urânio caracterizam-se por teores mais baixos.

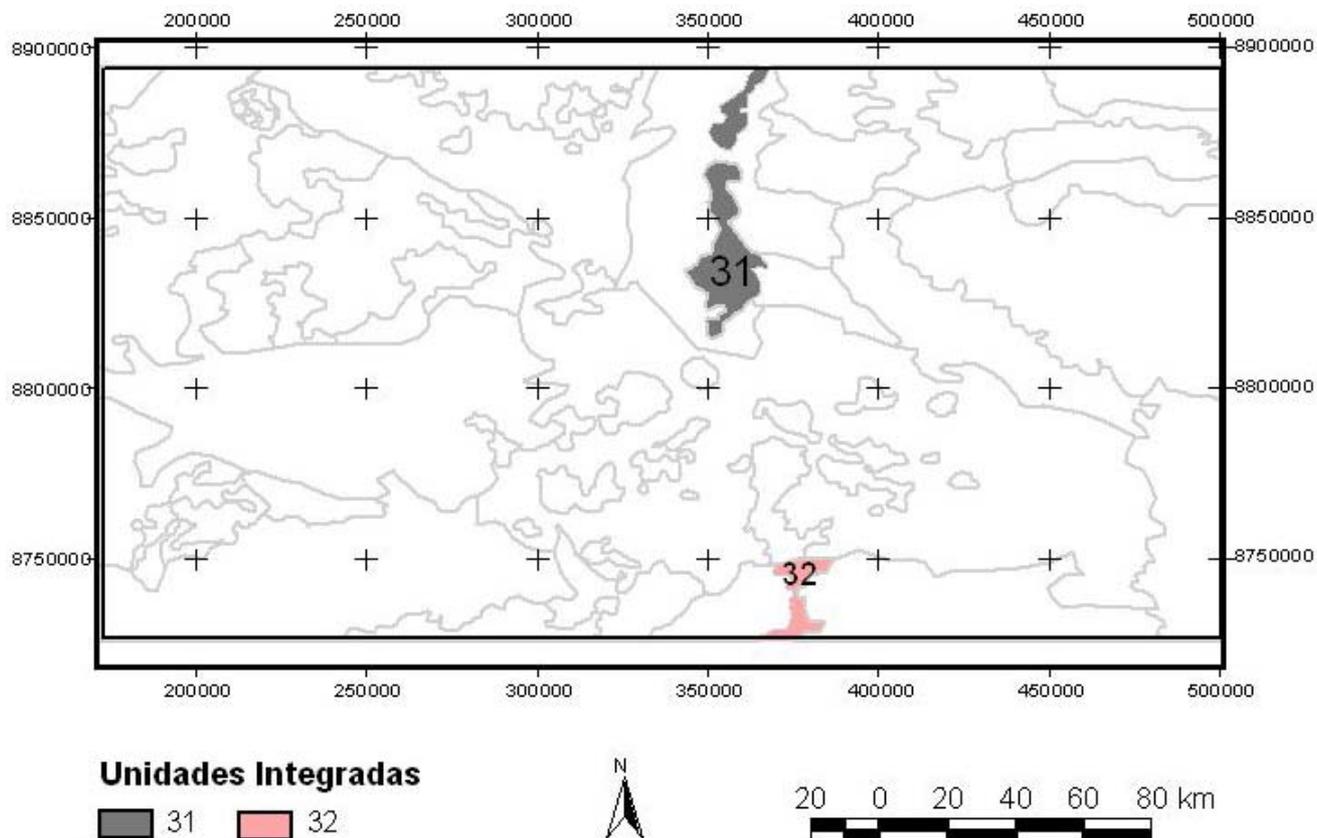


Figura 8.17 – Mapa das unidades integradas associadas aos Depósitos Aluvionares.

8.3 – CONTRIBUIÇÃO À PROSPECÇÃO MINERAL

A integração geofísica e geológica apresenta áreas importantes com características primordiais apontadas pelos modelos físicos gerados as quais foram avaliadas e qualificadas com base no conhecimento geológico da região (MME, 2004). A área destaca-se pelas mineralizações de ouro (Garimpo Aripuanã), zinco e outros metais associados (Depósito Polimetálico Aripuanã) e diamante (Província Kimberlítica de Juína). Com base nas informações geológicas, geofísicas e das mineralizações conhecidas, serão sugeridas áreas onde se conjecturou potencial para as prospecções minerais voltadas para Au, Pb e diamante.

8.3.1 – Áreas Potenciais para Ouro

As delimitações de áreas potenciais para ouro foram realizadas de acordo com as características geológicas e das respostas geofísicas observadas para as regiões das mineralizações conhecidas. Essas áreas caracterizam-se pelos teores altos de potássio, médios-baixos de tório e médios-altos de urânio. A resposta magnética observada é média-baixa. Estão associadas, em geral, às rochas do Grupo Roosevelt. A Unidade Integrada correspondente a essas áreas é a 2.

O mapa com indicações de possíveis áreas potenciais para o ouro (Figura 8.6) mostra regiões que parecem ter potencial elevado para este elemento, dentro do atual conhecimento geocientífico e das restrições impostas pela escala de trabalho: 1:500.000. As ocorrências destacadas na literatura situam-se na porção noroeste da área e estão associadas ao garimpo Aripuanã e ao Distrito Polimetálico Aripuanã (como substância secundária). Estas ocorrências integradas à interpretação geofísica e à geologia conhecida permitiram delinear algumas áreas promissoras para a pesquisa de ouro na região. As áreas indicadas perfazem cerca de 1.200 km², correspondendo a 2% da área do Projeto Rio do Sangue.

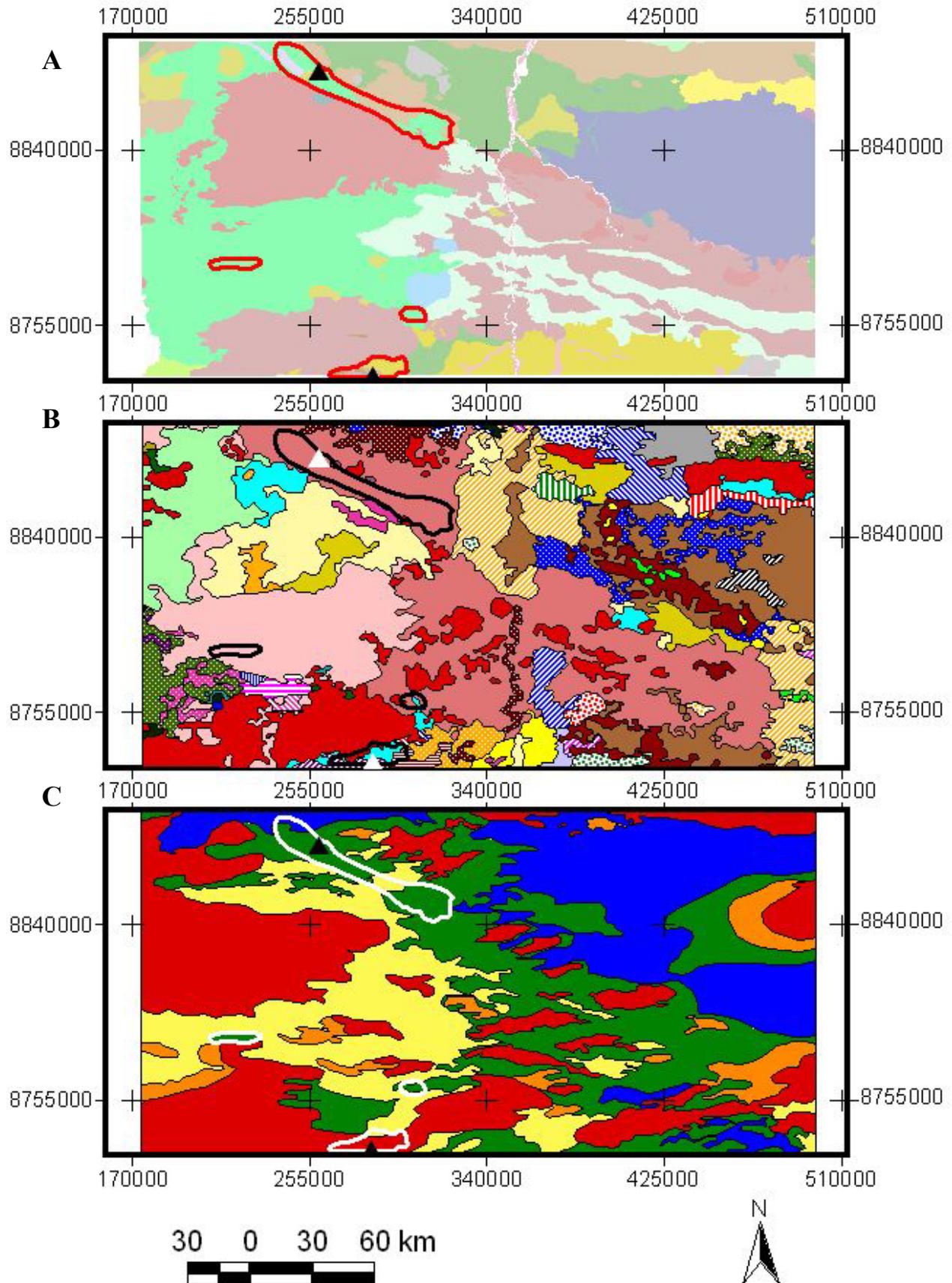


Figura 8.6 – Mapas com as áreas potenciais para ouro: A) sobre as unidades geológicas; B) sobre os domínios gamaespectrométricos e C) sobre os domínios magnéticos.

8.3.2 – Áreas Potenciais para Zinco

As demarcações de áreas potenciais para zinco, assim como as áreas potenciais para ouro, foram realizadas de acordo com as assinaturas geofísicas e unidades geológicas correspondentes às regiões das mineralizações conhecidas. Essas áreas caracterizam-se pelos teores altos de potássio, médios-baixos de tório e médios-altos de urânio. A resposta magnética observada é alta. Estão associadas, em geral, às rochas do Grupo Roosevelt. A Unidade Integrada 3 apresenta correlação com a essas.

O mapa de Indicações Geofísicas e Geológicas para áreas potenciais para zinco (Figura 8.7) indica regiões com elevado potencial para este elemento, dentro do atual conhecimento geocientífico e das restrições impostas pela escala de trabalho: 1:500.000. A ocorrência destacada na literatura localiza-se na porção noroeste da área e está associada ao Distrito Polimetálico Aripuanã. A integração desta ocorrência com a geofísica e geologia da região possibilitou a delimitação de algumas áreas propícias à prospecção de zinco na área. As áreas indicadas perfazem cerca de 2.300 km², correspondendo a 4% da área do Projeto Rio do Sangue.

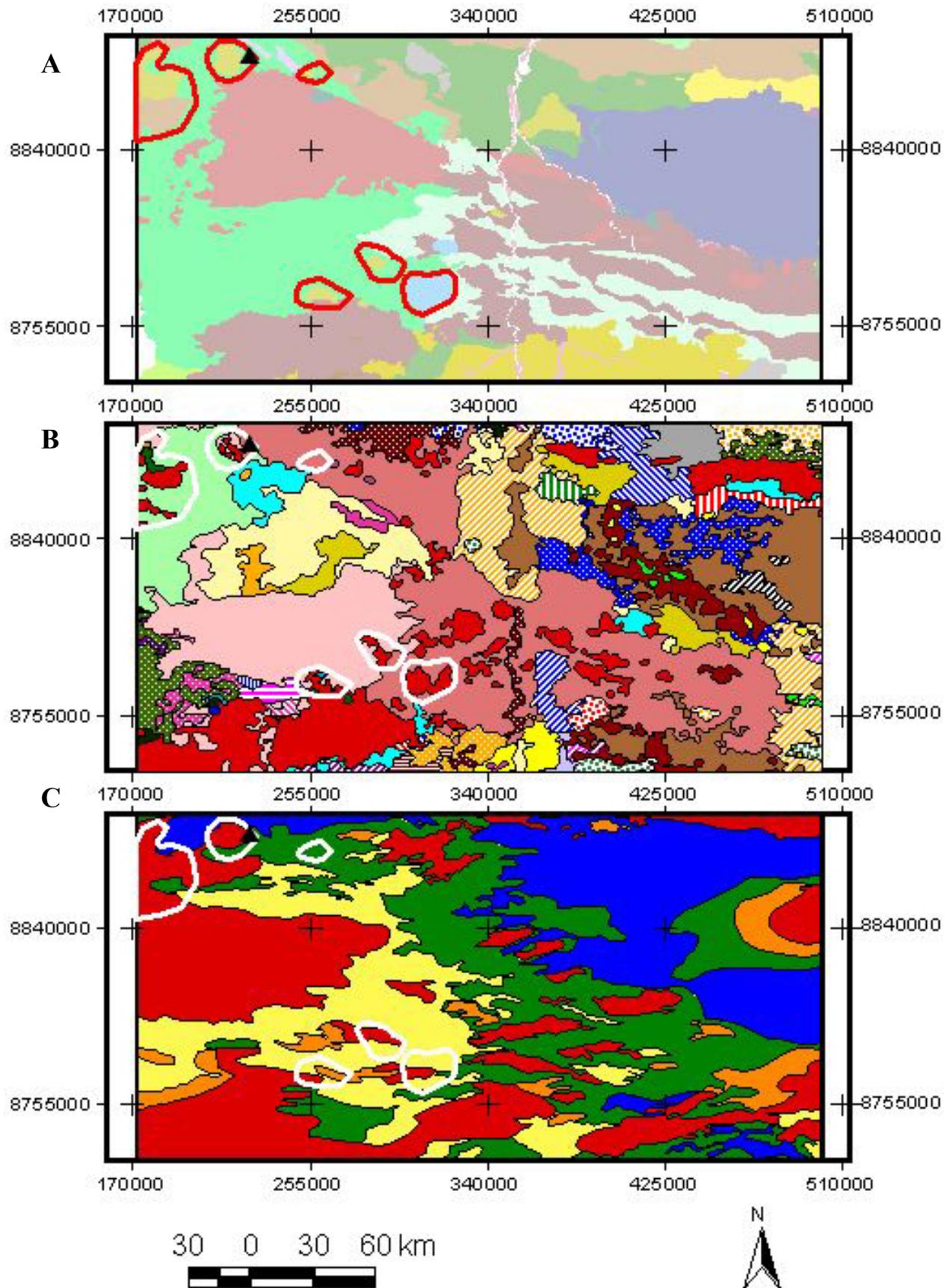


Figura 8.7 - Mapas com as áreas potenciais para zinco: A) sobre as unidades geológicas; B) sobre os domínios gamaespectrométricos e C) sobre os domínios magnéticos.

8.3.3 – Áreas Potenciais para Diamante

Os contornos das áreas potenciais para diamante foram executados de acordo com as respostas geofísicas e características da geologia analisadas nas regiões das ocorrências conhecidas. As áreas delimitadas para os kimberlitos apresentam teores altos para os canais de potássio, tório e urânio. Geologicamente, estão associadas à Unidade Fontanillas. Geralmente a resposta magnética é média-baixa. A unidade integrada referente a essas áreas potenciais para kimberlitos é a 6. As áreas definidas para os depósitos do tipo *placer* são caracterizadas, principalmente, pelo domínio gamaespectrométrico cujos teores dos três canais são altos. Estão relacionadas ao grupo Roosevelt, ao Gabro Juína e à Unidade Fontanillas. O domínio magnético que abrange essas regiões, comumente, tem assinatura alta. As unidades integradas associadas são, em ordem de importância, 6, 28 e 1.

Os mapas com indicações de possíveis áreas potenciais para o diamante (Figuras 8.8 e 8.9) sugerem regiões que podem ter potencial elevado para este elemento, dentro do atual conhecimento geocientífico e das restrições impostas pela escala de trabalho: 1:500.000. As ocorrências destacadas na literatura situam-se nas porções sul e sudoeste da área e estão associadas à Província Kimberlítica de Juína e a *placers* diamantíferos. Estas ocorrências integradas à interpretação geofísica e à geologia conhecida permitiram delinear algumas áreas promissoras para a pesquisa de diamante na região. No mapa de potencialidade para kimberlitos (Figura 8.8), as áreas sugeridas perfazem cerca de 2.900 km², correspondendo a 5% da área do projeto. No mapa de potencialidade para *placers* diamantíferos (Figura 8.9), as áreas sugeridas perfazem cerca de 2.100 km², correspondendo a 3,8% da área do Projeto Rio do Sangue.

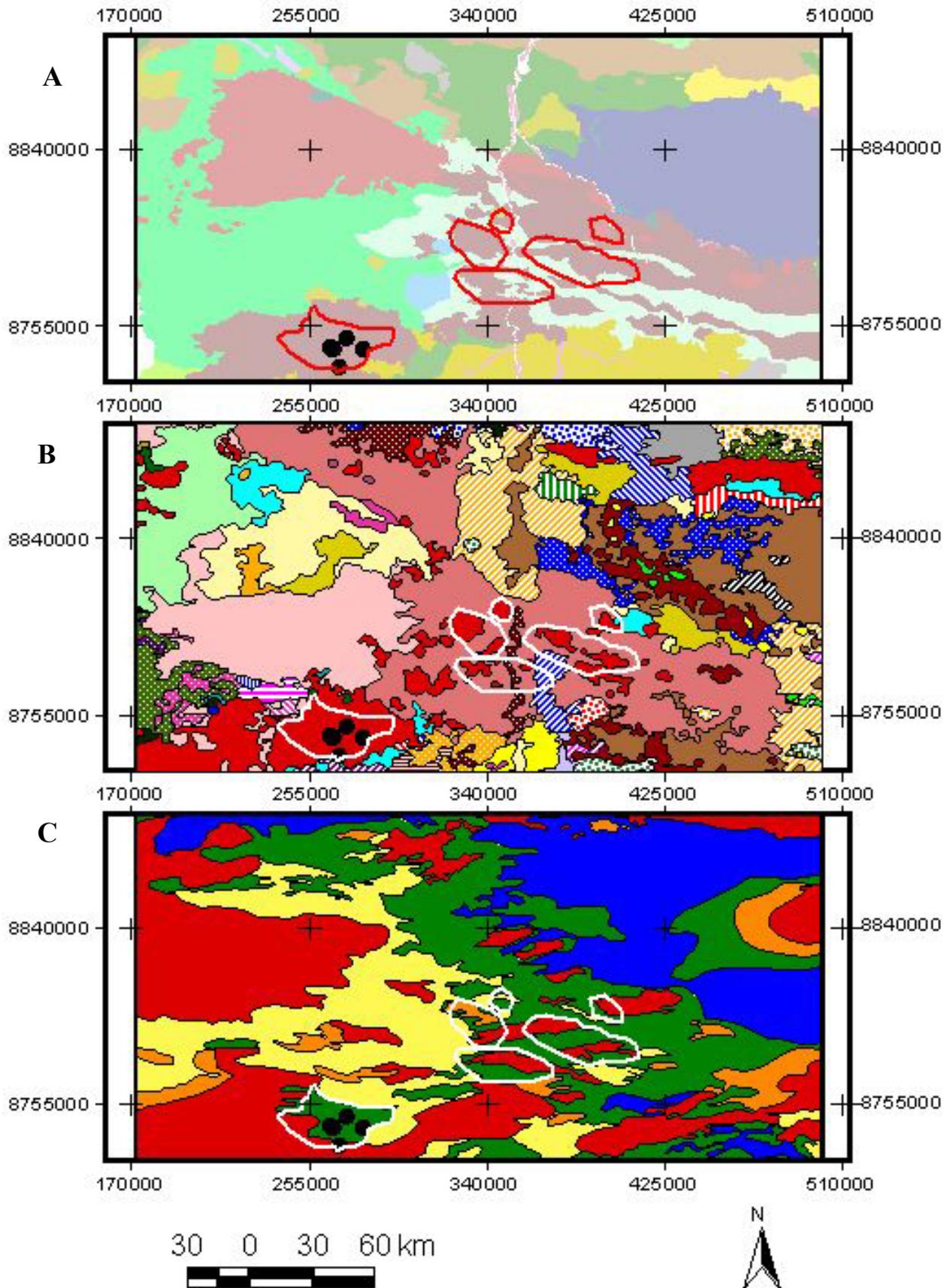


Figura 8.8 – Mapas com as áreas potenciais para kimberlitos: A) sobre as unidades geológicas; B) sobre os domínios gamaespectrométricos e C) sobre os domínios magnéticos.

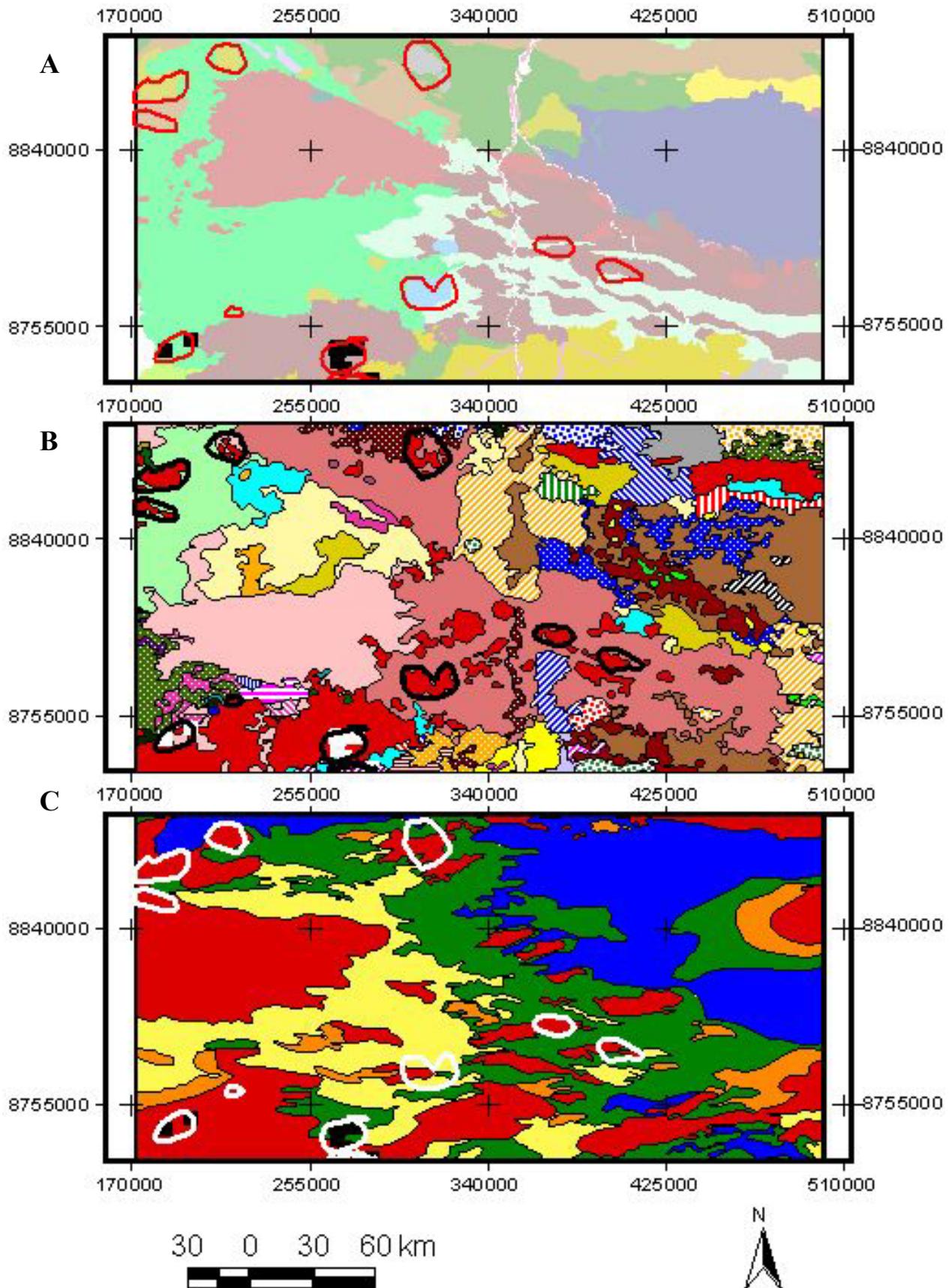


Figura 8.9 - Mapas com as áreas potenciais para *placers* diamantíferos: A) sobre as unidades geológicas; B) sobre os domínios gamaespectrométricos e C) sobre os domínios magnéticos.

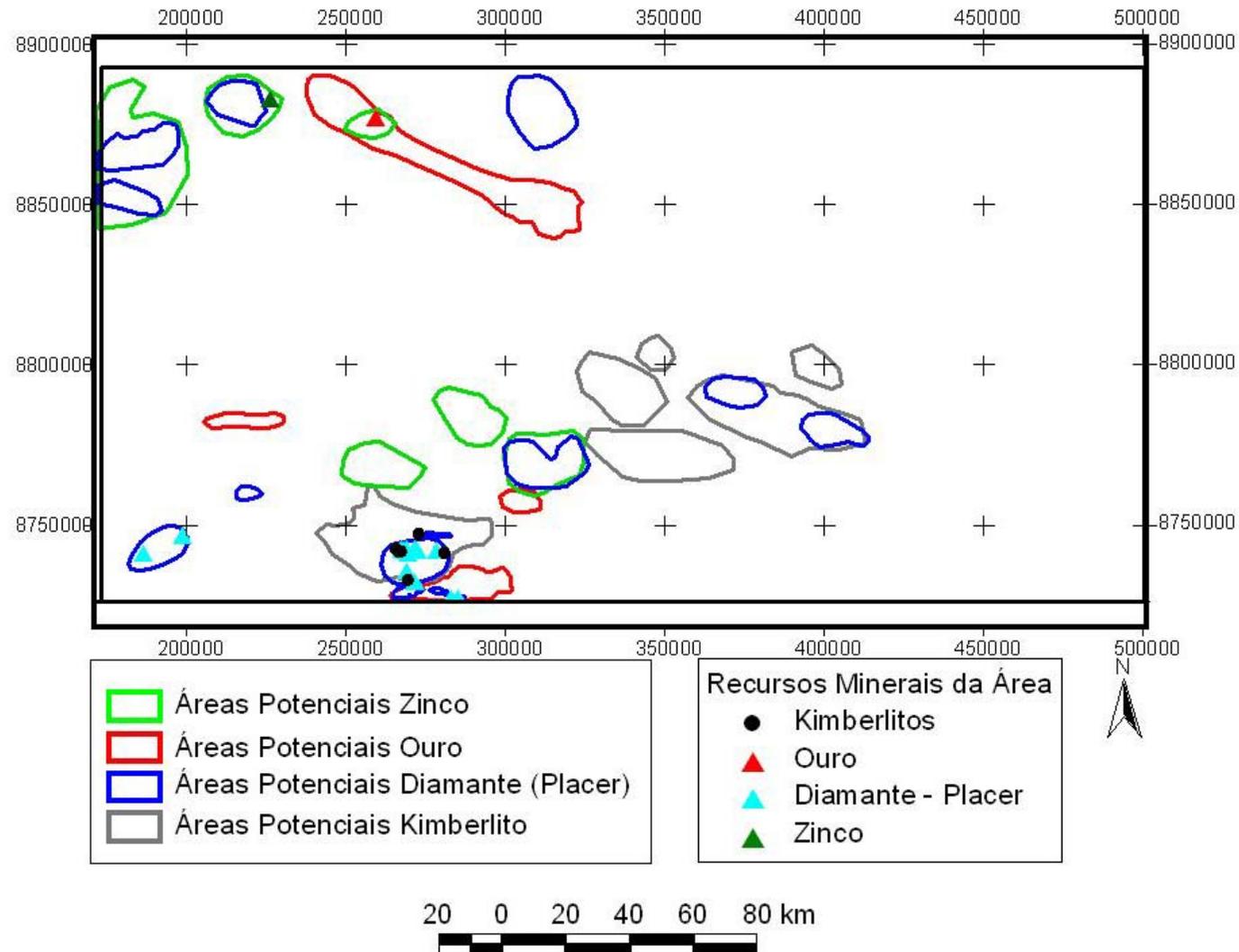


Figura 8.10 – Mapas com as áreas potenciais para chumbo (verde), ouro (vermelho), *placers* diamantíferos (azul) e kimberlitos (cinza).

Na Figura 8.10 estão destacadas todas as possíveis áreas potenciais demarcadas para ouro, chumbo e diamante.

Em todas as situações acima descritas, são necessárias informações geológicas mais detalhadas, acompanhadas por outras geoquímicas e geofísicas mais localizadas, para que se possa fazer uma avaliação minuciosa do potencial mineral desta área.

9 - CONCLUSÕES

Os estudos dos dados aerogeofísicos existentes e pertinentes ao Projeto Rio do Sangue mostraram toda a sua importância e auxílio ao mapeamento geológico e prospecção mineral.

As análises feitas forneceram uma série de elementos de reflexão para o entendimento do complexo comportamento do arcabouço geológico e estrutural que formam a área abrangida pelo projeto.

As respostas magnéticas obtidas refletiram as variações no volume relativo de magnetita. O fato deste material poder ser formado e destruído ao longo da história das rochas que o encerram, não permite uma correlação direta em primeiro grau para identificar seu material geológico portador. Podem, além disso, serem formadas em estruturas apropriadas (superfícies de falhas, eixos de estruturas) sem terem parentesco facilmente identificável com o material onde se encontram. As diferenças nas concentrações locais deste mineral no subsolo determinam a existência de uma propriedade física vetorial. Ainda mais, as formas das assinaturas produzidas pela magnetização resultante destas concentrações dependem da história pretérita da rocha e/ou estrutura hospedeira, pois esta pode representar não só o resultado da indução pelo campo geomagnético atual, mas de sua composição vetorial com a magnetização remanescente induzida pelos campos magnéticos pretéritos. Isto faz com que um mesmo material geológico possa exibir diferentes assinaturas magnéticas em diferentes pontos da superfície terrestre.

A gamaespectrometria, com a amostragem das emanções em radiações gama dos radioelementos naturais, possibilitou o detalhamento mais superficial do quadro representativo das rochas que afloram em toda a área.

Foi possível realizar uma associação regional entre as unidades magnéticas e gamaespectrométricas, apesar das respostas radiométricas serem pertinentes apenas ao material geológico aflorante, seja ele representante de terrenos cristalinos ou não.

Desta forma, ao serem integrados os dois modelos físicos resultantes das interpretações destes campos geofísicos, tanto entre si como de seus resultados com os dados sobre relativos ao conhecimento geológico da região abrangida, é necessário ter muito cautela. É preciso obter um conhecimento específico sobre o que representam geologicamente estes modelos físicos para que se possa aliá-los a um conhecimento da geologia local para que o resultado final atenda às expectativas geológicas que se demanda dessa integração.

Todos estes cuidados e conhecimento geofísico / geológico foram exercidos no presente trabalho. O estado atual desta integração, porém, ainda é superficial. Mesmo assim, é revelador de

muitas premissas importantes a futuros trabalhos de mapeamento geológico e prospecção mineral na área.

Procurou-se então incorporar esta integração ao que se conhecia da literatura geológica e com isto dar algum significado a muitas das unidades e estruturas geofísicas interpretadas (Capítulo 8).

Portanto, os dados derivados das integrações aliados ao conhecimento geológico da região poderão acrescentar muitas informações à geologia da área.

O estudo realizado teve o intuito de proporcionar uma qualificação dos modelos geofísicos em termos de modelos geológicos prospectivos para as ocorrências minerais citadas no Capítulo 8.

Dessa forma, com relação ao mapeamento geológico, a gamaespectrometria revelou um conjunto de assinaturas cuja análise em campo pode acrescentar detalhes sobre a distribuição dos litotipos que compõem a geologia da região. A magnetometria introduziu uma idéia do arcabouço tectônico/estrutural agregado a estes litotipos, e permitiu complementar o quadro apresentado pela gamaespectrometria e extrapolá-lo para a subsuperfície.

Ainda que as unidades gamaespectrométricas sejam distintas entre si, foi possível a correlação com a geologia conhecida. Quando é feita a comparação da geologia regional com as unidades obtidas a partir das imagens de geofísica, nota-se que as imagens de Contagem Total, RGB e CMY mostram correlações muito importantes.

A análise minuciosa mostrou que a unidade gamaespectrométrica 46 representa os Granitos Aripuanã e Rio Vermelho, a Unidade Fontanillas e a Suíte Nova Canaã (unidade 2). Estas unidades se caracterizam por teores altos de potássio, tório e urânio.

O potássio tende a se concentrar nas bordas e encostas, enquanto o tório tende a se concentrar nos topos. As unidades 1 e 2 associam-se às Unidades Dardanelos e Dardanelos (Unidade3). Caracterizam-se por teores baixos de potássio, tório e urânio.

Algumas unidades gamaespectrométricas, como a 25 e a 33, apresentam teores altos de tório e urânio. Estas unidades não têm representação geológica conhecida. No geral, o que se observa é que as respostas gamaespectrométricas mostram contagens bastante variadas, não sendo possível correlacionar uma unidade gamaespectrométrica a somente uma unidade geológica.

Os principais lineamentos gamaespectrométricos e magnéticos e sua interpretação têm direção principal NW-SE. Interpreta-se que dois sistemas dominam as orientações das feições lineares na região: 1) o sistema com direção NW-SE e 2) o sistema NE-SW. Nota-se que ocorrem cruzamentos entre os dois sistemas em toda a área do Projeto Rio do Sangue. Com a interpretação

realizada deduz-se que, em geral, o primeiro sistema (NW-SE) corta o sistema com orientação NE-SW. Conclui-se então, que o segundo sistema estrutural é mais antigo que o primeiro.

Para a determinação de áreas potenciais para ouro, chumbo e diamante foram feitas análises dos mapas de unidades e estruturas gamaespectrométricas e magnéticas, da geologia e das ocorrências minerais conhecidas. As áreas potenciais para o ouro encontram-se na interface com assinatura magnética média-baixa. A resposta gamaespectrométrica apresenta teor médio-baixo de tório e teores mais altos de potássio e urânio. Essas áreas estão relacionadas à unidade integrada 2. O Grupo Roosevelt é a unidade geológica que mais se associa às áreas potenciais para ouro. As áreas potenciais para o chumbo apresentam as mesmas respostas gamaespectrométricas observadas para as áreas potenciais para o ouro. O mesmo ocorre com a unidade geológica associada, o Grupo Roosevelt. A assinatura magnética é alta. E a unidade integrada 3 é a que melhor representa as áreas potenciais para chumbo. As áreas potenciais para o diamante dividem-se em duas: as áreas para kimberlitos e para depósitos do tipo *placer*. As áreas para kimberlitos estão relacionadas à unidade gamaespectrométrica 46, que tem teores altos de potássio, tório e urânio. No geral, a assinatura magnética é média-baixa. A unidade integrada associada é a 6. A unidade geológica pertinente a essas áreas potenciais é a Unidade Fontanillas. Para as áreas de depósito tipo *placer*, são observadas as unidades gamaespectrométricas 16, 42 e 46, e mostram teores mais altos para os três canais. A resposta magnética geralmente é alta, e as unidades integradas associadas são: 1, 6 e 28. Estas áreas relacionam-se principalmente à Unidade Fontanillas, ao Grupo Roosevelt e ao Gabro Juína.

Observa-se que todas as mineralizações da região estão associadas às estruturas interpretadas para a área. As áreas potenciais para ouro, chumbo e diamante têm suas bordas balizadas principalmente pelos lineamentos com direção NW-SE. A maioria dessas áreas potenciais está localizada na porção oeste da área, região caracterizada pelas unidades magnéticas com assinaturas mais altas.

São sugeridos estudos mais aprofundados sobre a área. Para isso, acredita-se na necessidade da implementação de novos projetos de mapeamentos geológicos e geofísicos de maior detalhe. Uma futura etapa de campo poderá constatar a possível correlação entre as unidades integradas neste trabalho e a geologia local. As áreas potenciais aqui sugeridas podem ser incrementadas através de projetos de prospecção geoquímica detalhados nas regiões de interesse. Com isso, novas áreas potenciais para a prospecção mineral poderão ser indicadas.

10 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida F. F. M.; Nogueira Filho J. V. 1959. Reconhecimento geológico do Rio Aripuanã. DNPM, Rio de Janeiro, Boletim da Div. Geol. Min., 199:1-43. *In: Geologia e recursos minerais do Estado do Mato Grosso – SIG- Programa Geologia do Brasil. Integração, Atualização e Difusão de dados da Geologia do Brasil. Mapas Geológicos Estaduais. Escala 1:1.000.000. MME, 2004.*
- Ambientebrasil 2006. <http://www.ambientebrasil.com.br> (acessado em 10 de maio de 2007).
- Araújo D. P. 2002. Mineralogia dos diamantes da província kimberlítica de Juína. Tese de Doutorado. IG-UnB.
- Bizzi L. A. 1993. Mesozoic alkaline volcanism and mantle evolution of the southwestern São Francisco Craton, Brazil. Tese de Doutorado. University Of Cape Town, RSA, África do Sul. *In: Araújo D. P. 2002. Mineralogia dos diamantes da província kimberlítica de Juína. Tese (Doutorado). IG-UnB.*
- Blum M. L. B. 1999. Processamento e interpretação de dados de geofísica aérea no Brasil Central e sua aplicação à geologia regional e à prospecção mineral. Tese (Doutorado). IG-UnB.
- Carvalho L. M. M. 2006. Integração de dados de geofísica aérea aplicada à geologia e à prospecção mineral no distrito esmeraldífero de Itabira-Ferros, Quadrilátero Ferrífero, MG. Tese (Doutorado). IG-UnB.
- CNPM 2007. <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br> (acessado em 13 de junho de 2007).
- Costa S. A. G.; Fragomeni P. R. P.; Fragomeni M. G. 1975. Projeto Serra do Roncador. Reconhecimento Geológico. Relatório Final. Goiânia: CPRM, 1975. 4v.(Convênio DNPM / CPRM). *In: MME, 2004.*
- Costa J. B. S.; Araújo O. J. B.; Santos A.; Jorge João X. S.; Macambira M. J. B.; Lafon J. M. 1995. A Província mineral de Carajás: aspectos tectono – estruturais, estratigráficos e geocronológicos. Bol. do Museu Paraense Emílio Goeldi (Série Ciências da Terra), 7:199-235. *In: Tassinari C. C. G.; Macambira M. J. B. 2004.*
- Dall’Agnol R.; Bettencourt J. S.; João X. S. J.; Medeiros H.; Costi H. T.; Macambira M. J. B. 1987. Granitogenesis in the northern Brazilian Region: A Review. Revista Brasileira de Geociências, v. 17, n. 4, p. 382-403. *In: Tassinari C. C. G.; Macambira M. J. B. 2004.*
- Docegeo 1988. Revisão litoestratigráfica da Província Mineral de Carajás. *In: Congresso Brasileiro de Geologia, 35. Belém-Pará. Anexo aos Anais. Soc. Bras. Geol. Núcleo Norte. p. 11-54.*
- ESRI (Environmental Systems Research Institute Inc.), 2006. ArcGis 9.1TM.
- Frasca A. A.; Borges F. R. 2004. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil - PLGB. Projeto Província Mineral de Alta Floresta (PROMIN ALTA FLORESTA). Geologia e

Recursos Minerais da Folha Ilha 24 de Maio - SC.21-Z-A. Brasília: CPRM, 2004. *In*: MME, 2004.

Geosoft 2004. *Oasis MontajTM 5.1.8*. GEOSOFT, Inc., Toronto.

Geraldes M. C.; Matos J. B.; Ruiz A. S.; Fetter A. H.; Kozuch M.; Schmus W. R. V.; Tassinari C. C. G.; Teixeira W. 1999. U-Pb constrains on the Proterozoic magmatic arcs in SW Amazonian Craton, Brazil. *In*: South American Symposium on Isotope Geology, 1999, Cordoba. Anais, 1999. *In*: Tassinari C. C. G.; Macambira M. J. B. 2004.

Haralyi N.L.E. 1991. Os diamantes de Juína, Mato Grosso. *In*: Principais Depósitos Minerais do Brasil, Vol. IV, Parte A. DNPM/CPRM: p. 155-160.

Heaman L.; Teixeira N. A.; Gobbo L.; Gaspar J. C. 1998. U-Pb zircon ages for kimberlites from the Juína and Paranatinga provinces, Brazil. Res. Exp. VII Conferência Internacional de Kimberlitos: p. 322-324.

Keckler, D. 1994. Surfer® for Windows. User's Guide. Golden Software, Inc.

Lacerda Filho J. V. et al. 2001. Geologia e evolução tectônica da região Norte de Mato Grosso (Projeto PROMIN Alta Floresta). *In*: Simpósio de Geologia da Amazônia, 7, 2001, Belém. Anais. SBG, 2001. CD Rom.

Lacerda Filho J. V.; Souza J. O.; Pimentel M. M. 2001. Geocronologia U-Pb e Sm-Nd da região de Alta Floresta, norte de Mato Grosso. *In*: Bettencourt J. S.; Teixeira W.; Pacca I. G.; Geraldes M. C.; Sparrenberger I. (Eds.). Workshop on Geology of the SW Amazonian Craton: State-of-the-Art. 2001. São Paulo. Extended Abstracts. São Paulo: Institute of Geosciences-University of São Paulo, 2001. 186p.p.53-55. Anais. Cuiabá: SBG, 2003. p. 124-126.

Leite J. A. D.; Saes G. S. 2003. Geocronologia Pb-Pb de zircões detríticos e análise estratigráfica das coberturas sedimentares proterozóicas do sudoeste do Cráton Amazônico. Geologia USP Série Científica, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 113-127.

Leite J. A. D.; Sousa M. Z. A.; Saes G. S.; Macambira M. J. B.; Xavier R. P.; Siqueira A. J.; Batata M. E. F.; Oliveira F. A.; Silva Jr J. G.; Quadros A. P. 2005. Caracterização do depósito polimetálico (Zn, Pb, Ag, Cu-Au) de Aripuanã, Mato Grosso. *In*: Caracterização de depósitos minerais em distritos mineiros da Amazônia. Brasília: DNPM – CT/MINERAL – ADIMB, 2005. p. 597-686.

Litherland M.; Bloomfield K. 1981. The proterozoic history of Eastern Bolivia. Precambrian Research, 15:157-174. *In*: Tassinari C. C. G., Macambira M. J. B. 2004.

Luyendyk A. O. J. 1997. Processing of airborne magnetic data. AGSO journal of Australian Geology & Geophysics, 17(2):31-38.

Manniar P. D.; Piccoli P. M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. Geological Society of America Bulletin, 101:635-643. *In*: Tassinari C. C. G., Macambira M. J. B. 2004.

- Menezes R. G.; Silva L. C.; Lopes Júnior I.; Bezerra J. R. L.; Takahashi A. T.; Ferreira J. C. G. 1993. Geologia Arqueano-Proterozóica da Folha Pontes e Lacerda – Estado de Mato Grosso SD-21-Y-C-II. *In: Simpósio de Geologia do Centro-Oeste*, 3. Cuiabá. Anais. SBG, 1993. p. 131-143.
- Minty B.R.S. 1991. Simple Micro-Levelling for Aeromagnetic Data. *Expl. Geoph.* 22:591-592.
- MME. Ministério de Minas e Energia. 2004. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Mato Grosso – SIG- Programa Geologia do Brasil. Integração, Atualização e Difusão de dados da Geologia do Brasil. Mapas Geológicos Estaduais. Escala 1:1.000.000.
- NASA 2007. <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> (acessado em 12 de junho de 2007).
- Néder R. D. N.; Figueiredo B. R.; Beaudry C.; Collins C.; Leite J. A. D. 2000. The Expedito Massive Sulphide Deposit, Mato Grosso. *Rev. Bras. Geoc.* 30(2):222-225. *In: Leite J. A. D., Sousa M. Z. A., Saes, G. S., Macambira, M. J. B., Xavier, R. P., Siqueira, A. J., Batata, M. E. F., Oliveira, F. A., Silva Jr, J. G., Quadros, A. P.* 2005. Caracterização do depósito polimetálico (Zn, Pb, Ag, Cu-Au) de Aripuanã, Mato Grosso.
- Néder R. D. N.; Figueiredo B. R.; Tassinari C. C. G.; Leite J. A. D. 2001. Implicações genéticas da alteração cálcio-silicática do depósito de Zn-Pb da Serra do Expedito, Aripuanã, MT. *In: Geology of SW Amazon Cráton: the state-of-art.* IG-USP, 1:130-135.
- Parro P. S. 1998. Magnetometria e gamaespectrometria aero transportadas na interpretação geológico-estrutural da região dos Rios Juruena e Teles pires, MT. *Dissertação (Mestrado)*. IG-UnB.
- Rizzotto G. J.; Scandola J. E.; Silva C. R.; Dall’agnol R.; Bettencourt J.S., Morais P.R. 1995. Geology and preliminary geochemistry of the middle proterozoic Serra da Providência Rapakivi Granite, Rondônia, Brazil. *In: Symposium of Rapakivi Granites and Related Rocks*, 1. Belém, 1995. Abstracts. Belém: UFPA/IUGS/UNESCO/IGCP, 1995, p. 67-68.
- Rizzotto G. J.; Chemale F.; de Lima E. F.; Van Schmus R.; Fetter A. 1999. Sm/Nd and U/Pb isotopic data for the Nova Brasilândia metaplutonic, metavolcanosedimentary sequence, Rondônia. *Annals of the 70th Meeting of the Brazilian Geological Society*, Salvador, 1998. *In: Tassinari C. C. G., Macambira M. J. B.* 2004.
- Rizzotto G. J.; Bettencourt J. S.; Teixeira W.; Pacca I. I. G.; D’agrella Filho M. S.; Vasconcelos P.; Basei M. A. S. 2002. Geologia e geocronologia da Suíte Metamórfica Colorado e suas encaixantes, SE de Rondônia: implicações para a evolução mesoproterozóica do SW do Cráton Amazônico. *Geologia USP: Série Científica*, v. 2, n. 1, 2002. p. 41-55. *In: MME*, 2004.
- Saes G. S.; Fragoso César. 1994. The Aguapeí Basin: A Grenville age aulacogen of the Sunsas Orogen. *In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia*, Camburiú. Boletim de resumos do XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, 1994. p. 207-209.
- Saes G. S.; Leite J. A. D. 2002. Litocronoestratigrafia da sedimentação Mesoproterozóica do sudoeste do Cráton Amazônico. *In: XLI Congresso Brasileiro de Geologia*, 2002, João Pessoa.

- A geologia e o homem. Recife: Sociedade Brasileira de Geologia-Núcleo Nordeste, 2002. v. 1. p. 333-333. *In: MME, 2004.*
- Santos J. O. S.; Hartmann L. A.; Gaudette H. E.; Groves D. I.; McNaughton N. J.; Fletcher I. R. 2000. A new understanding of the Provinces of Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. *In: MME, 2004.*
- Santos J. O. S.; Potter P. E.; Reis N. J.; Hartmann L. A.; Fletcher I. R.; McNaughton N. J. 2003. Age, source and regional stratigraphy of the Roraima Supergroup and Roraima-like Sequences in northern South América, based on U-Pb Geochronology. *Geological Society of America Bulletin*, 115 (3):331-348. *In: MME, 2004.*
- Scandolara J. E.; Silva C. R.; Rizotto C. J.; Quadros M. L. E. S.; Bahia R. B. C. 1995. Compartimentação litoestrutural da porção ocidental do Cráton Amazônico – Estado de Rondônia. *In: Tassinari C. C. G., Macambira M. J. B. 2004.*
- Scandolara, J. E.; Amorim, J. L. 1999. A Faixa Móvel Guaporé, sua definição e inserção no contexto do SW do Cráton Amazônico. *In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 6, Manaus, Resumos Expandidos, p. 278-281.*
- Schobbenhaus C.; Hoppe A.; Lork A.; Baumann A. 1994. Idade U/Pb do magmatismo Uatumã no norte do Cráton Amazônico, Escudo da Guianas (Brasil): primeiros resultados. XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia Extended Abstract, 2, p. 395-397. *In: Tassinari C. C. G., Macambira M. J. B. 2004.*
- SEPLAN-MT 2007. <http://www.zsee.seplan.mt.gov.br>
(Acessado em junho de 2007)
- Silva G. H.; Leal J. W.; Montalvão R. M.; Bezerra P. E.; Pimenta O. N. S.; Tassinari C. C. G.; Fernandes C. A. C. 1980. *In: Projeto RADAMBRASIL, Folha SC 21 Jurueña. Rio de Janeiro. p.75-76.*
- Siqueira L. P. Bacia dos Parecis. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 3, n. 1-2 p. 3-16, 1999. *In: MME, 2004.*
- Souza J. O.; Frasca A. A. S.; Oliveira C. C. 2004. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Projeto Província Mineral de Alta Floresta. Geologia e Recursos Minerais das folhas Rio São João da Barra - SC.21-V-D; Alta Floresta - SC.21- X-C; Ilha 24 de Maio - SC.21-Z-A; Vila Guarita - SC.21- Z-B, estados de Mato Grosso e Pará. *In: MME, 2004.*
- Tassinari. C. C. G.; Macambira, M. J. B., 1999. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, v.22, p.174-182.
- Tassinari C. C. G.; Macambira M. J. B. 2004. A Evolução Tectônica do Cráton Amazônico. *In: Geologia do Continente Sul-Americano. Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Cap. XXVIII: 471-485. Organizadores: Virgínio Mantesso-Neto, Andréa Bartorelli, Celso Dal Ré Carneiro, Benjamin Bley de Brito-Neves. Ed. Beca. São Paulo, 2004. 647p.*

- Teixeira N. A.; Gaspar J. C.; Waissel O.; Almeida A. J.; Belther J. A.; Gobbo L. 1998a. Geology of the Juína Diamondiferous Province. VII Conferência Internacional de Kimberlitos. Res. Exp. Cidade do Cabo, África do Sul: p. 905-907.
- Tompkins L. A. 1991. Kimberlite structural environment and diamonds in Brazil. V Conferência Internacional de Kimberlitos. Res. Exp. Araxá, Brasil: p. 426-428.
- Vasconcelos R. M.; Metelo M. S.; Mota A. C.; Gomes R. D. 1994. Geofísica em Levantamentos Geológicos. Rio de Janeiro, Digeof-Cprm.