

Comissão Técnica 7 – Sistemas de Informação Geográfica
Utilização de SIG na complementação do mapa geológico da região do centro
produtor de Candeias-Oliveira com base no levantamento aerogeofísico da
CODEMIG: ênfase para a definição de alvos com valor ornamental

Marcos S. Campello, Charles Rezende Freitas, Ana Clara Moura, Antônio Gilberto

Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG

Instituto de Geociências - Departamento de Geologia e Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha, CEP: 31270-901 – Belo Horizonte – MG
mscampello2005@yahoo.com.br
{charlesrf,anaclara, agcosta}@ufmg.br

RESUMO

A região denominada Centro Produtor de Candeias-Oliveira (CPCO) consiste em um importante centro produtor de rochas ornamentais seja pela quantidade de blocos extraídos, seja pelo número de pedreiras em atividade. No CPCO, são explotadas as variedades comercialmente conhecidas como Verde Candeias, Violeta Candeias, Granito Knawa, Branco Nepal entre muitas outras. A geologia da região envolve gnaisses de composição graníticas do Complexo Metamórfico Campo Belo (Teixeira et. al. 1994), rochas supracrustais do Supergrupo Minas sendo estas unidades recortadas por um enxame de diques metabásicos, os quais são representados apenas de forma parcial nos Mapas Geológicos Disponíveis. Em um primeiro momento, foram realizadas combinações de bandas de imagens Landsat 7, com a finalidade da detecção dos afloramentos rochosos, seguida de etapas de checagem de campo. Posteriormente, com base nas técnicas de processamento digital de imagens (PDI), foram procedidas a segmentação e a classificação supervisionada da imagem visando a separação das áreas de afloramentos das demais classes. O emprego destas técnicas mostraram-se pouco confiáveis devido a confusão ocorrida entre as classes temáticas: solo exposto e os afloramentos. Com a finalidade de melhorar o resultado da classificação, foram utilizados os dados aerogeofísicos da CODEMIG/LASA Engenharia especificamente a gamaespectometria para o percentual em Potássio, devido a sua resposta satisfatória para os gnaisses de composição granítica (rochas com mais de 20% de Feldspatos Potássicos). A confecção de uma imagem binária com apenas os valores correspondentes às maiores concentrações de potássio foi utilizada, com resultado bastante satisfatório, para a filtragem da classificação dos afloramentos rochosos utilizando-se álgebra de mapas implementadas em LEGAL do programa SPRING 4.1. O Sinal Analítico do Campo Magnético Total SIGN, consiste em outra importante fonte de dados, passível de conversão como importante ferramenta geológica, permitindo a localização exata dos vários diques metabásicos existentes na região em contraponto aos mapeamentos geológicos anteriores. Estas rochas, dependendo de suas condições de alteração e de fraturamento, podem ser revertidas em rochas ornamentais sendo comercialmente denominadas de “granitos” negros. O resultado do somatório das técnicas empregadas (geoprocessamento, levantamento aerogeofísico, PDI e cartografia digital) foram convertidos para a confecção da complementação do Mapa Geológico da Região do CPCO com ênfase na previsão para futuras aberturas de lavras de rochas ornamentais. São ressaltadas, as regiões dos afloramentos rochosos dos gnaisses, suas respectivas continuidades subsuperficiais além dos vários lineamentos condicionados pelos diques metabásicos.

Palavras chaves: Rochas Ornamentais, Levantamento Aerogeofísico, Afloramentos, Mapa Geológico

ABSTRACT

The called region Producing Center of Candeias-Oliveira (CPCO) consists in an important producing center of ornamental rocks either for the amount of extracted blocks, either for the number of quarries in activity. In the CPCO, the varieties commercially known are explotadas as Green Candeias, Violet Candeias, Knawa Granite, Nepal White between many others. The geology of the region involves gnaiss of granitic composition of the *Campo Belo Metamorphic Complex* (Teixeira et. al. 1994), upercrusts rocks of the *Supergrupo Minas*. A swarm of metabasics dikes cuts these last units been only partial represented, in the Geologic Maps available. At a first moment, combinations of Landsat 7 image bands had been carried through, with the purpose of the detention of the rocky outcrops, followed of stages of field cheking. Later, on the basis of the techniques of digital images processing (DIP), had been proceeded doe to the segmentation and the supervised classification from the image aiming at the separation of the areas of outcrops of the too much classrooms. The job of these techniques had little revealed trustworthy due the occurred confusion between the thematic classes: ground displayed and the outcrops. With the purpose to improve the result of the classification, the airborne geophysical survey data of the CODEMIG/LASA had been used specifically the gamaespectometria for the percentage in Potassium, which had its satisfactory reply for gnaiss with granitic composition (rocks with more than 20% of Potassics Feldspars). The confection of a binary image with only the corresponding values to the highest potassium

concentrations was used, with sufficiently satisfactory results, for the filtering of the classification of the rocky outcrops using algebra of maps implemented in LEGAL of program SPRING 4.1. The Analytical Signal of Magnetic Field Total SIGN, consists of another important source of data, as geologic tool, allowing the accurate localization of the some existing metabasic dikes in the region in counterpoint to previous the geologic mappings. These rocks, depending on its conditions of alteration, composition and fractures, can be reverted in the so called "black granites". The result of the employed techniques (geoprocessing, airborne survey, DI Pand digital cartography) had been reverted for the confection of the brought up to date Geologic Map of the Region of the CPCO with emphasis in the forecast for future openings of quarries of ornamental rocks. They represented also, the regions of the rocky outcrops of gnaisses and its respective geometries of its subsurface continuities, and for the metabasics dikes.

Key Words: Ornamental Rocks, Airborne Geophysical Survey, Outcrops, Geologic Map

1 – INTRODUÇÃO

A região do Centro Produtor Oeste, também denominada de Centro Produtor de Candeias-Oliveira (CPCO), apresenta relevante importância e tradição no cenário da produção das rochas ornamentais em Minas Gerais, seja pelo número de pedreiras, seja pela elevada produção de blocos. A geologia da área é diversa, envolvendo rochas de diferentes origens petrogenéticas. Certas rochas de origem plutônica e de provável idade arqueana são normalmente revertidas em tipos ornamentais, e comercializados sob a denominação de *Ruby Red*, Verde Candeias, Violeta Candeias, Verde Savana, Preto Piracema entre muitos outros. O CPCO apresenta ainda importante malha viária e ferroviária para escoamento da produção, conectando aos principais portos do país.

O uso de técnicas de geoprocessamento para a identificação de alvos com valor ornamental é uma proposta inovadora, podendo ser revertida em ganho para o empreendedor na fase de prospecção mineral, pois favorece a definição de áreas e evita investimentos desnecessários durante a pesquisa mineral sobre os materiais disponíveis.



Figura 1: Localização

2 - GEOLOGIA REGIONAL

O CPCO situa-se na porção austral do Cráton do São Francisco distante cerca de 120 km a sudoeste de Belo Horizonte - MG. Em sua grande maioria, a região é recoberta por rochas arqueanas do Complexo Metamórfico de Campo Belo (Complexos Barbacena e Divinópolis) envolvendo gnáisses migmatíticos, granitóides, rochas metabásicas, ultramáficas e peraluminosas. Ocorrem subordinadamente rochas

supracrustais de possível idade paleoproterozóica, constituindo seqüências *greenstones-belts*, essa unidade é caracterizada por anfibolitos, quartzitos e formação ferrífera a magnetita. Um enxame de diques máficos cortam as unidades supracitadas e possuem direção principal NW-SE. As condições de metamorfismo evidenciam temperatura e pressão elevadas, caracterizando desde o fácies anfibolítica até granulítico.

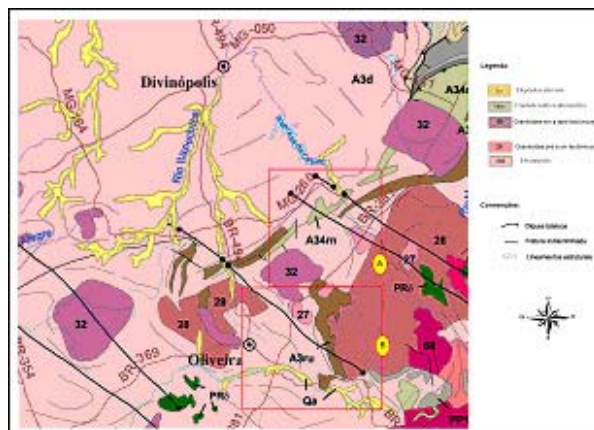


Figura 2: Mapeamento geológico da área. Fonte: modificado da CODEMIG 2002.

3.0 – METODOLOGIA

A elaboração deste trabalho é parte de Tese de Doutorado em andamento na área de rochas ornamentais e do geoprocessamento. Como processo metodológico foram realizados procedimentos laboratoriais seguidos de etapas de campo visando à verificação das ocorrências e calibração das técnicas de segmentação e de classificação de imagens de satélite. A fonte de dados foi composta por uma imagem Landsat 5, levantamento aerogeofísico (CODEMIG/LASA) e base cartográfica vetorial (Geominas), trabalhadas nas seguintes etapas:

LABORATÓRIO – PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS (PDI)

A partir da aquisição da cena bruta, a área do projeto foi delimitada e georreferenciada, correspondendo a aproximadamente 4.000 Km², com

base na localização das principais jazidas do CPCO. Em seguida foram definidas as duas sub-áreas A e B (vide Figura 2), com a finalidade de testar técnicas de classificação de imagens em menor amplitude, para que os critérios fossem depois estendidos para toda a região de interesse.

Os dados aerogeofísicos possibilitam a identificação e a localização das anomalias referentes aos dados magnetométricos e gamaespectrométricos. Estes foram reamostrados para a resolução de 30 metros, para possibilitar o cruzamento com a imagem Landsat 5.

De acordo com França (2003), a transformação dos componentes vermelho/verde/azul (RGB), nos componentes intensidade/matiz/saturação (IHS) pode ser utilizada para produzir composições coloridas com reduzida correlação interbanda, e conseqüentemente com melhor utilização do espaço de cores, o que possibilita combinar tipos de imagens de diferentes sensores. Estas transformações são feitas através de algoritmos matemáticos que relacionam o espaço RGB no IHS.

Na área “A” foi utilizada a combinações de bandas Landsat 5 RGB 753 (Figura 3) visando à segmentação e a classificação (Figura 4) de imagens, com o objetivo de definir alvos com valor ornamental, representados principalmente pelos afloramentos rochosos, lajedos e maciços. Quanto aos dados provenientes da gamaespectrometria, ainda para a área “A” foram selecionadas as faixas relativas ao maior percentual de potássio (Figuras 5 e 6) devido à sua direta associação com terrenos graníticos.

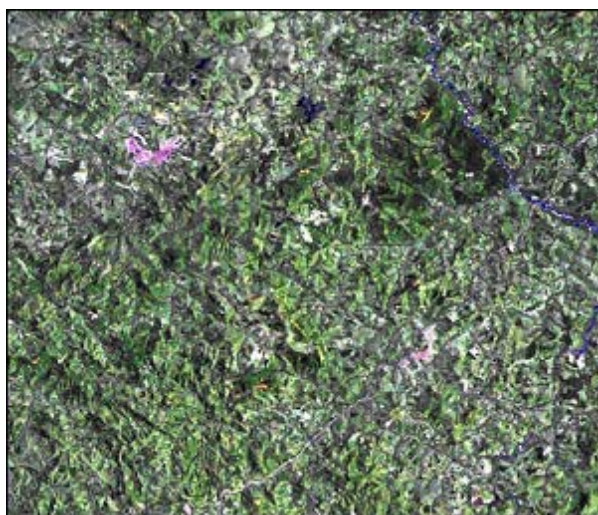


Figura 3: Combinação RGB 753, Landsat 5 para a área “A”.

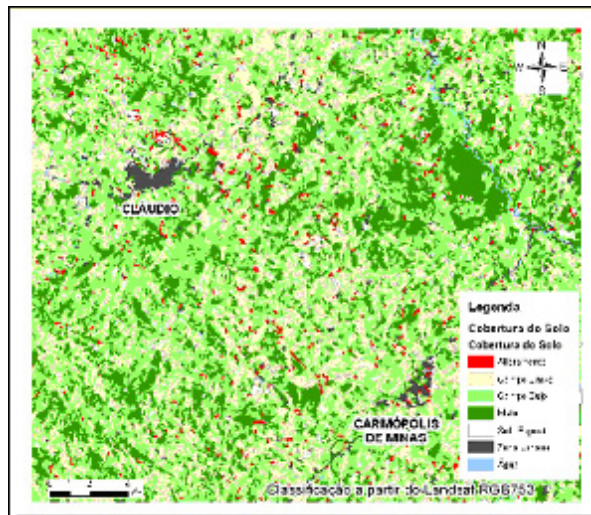


Figura 4: Classificação da imagem representada na Fig 3.

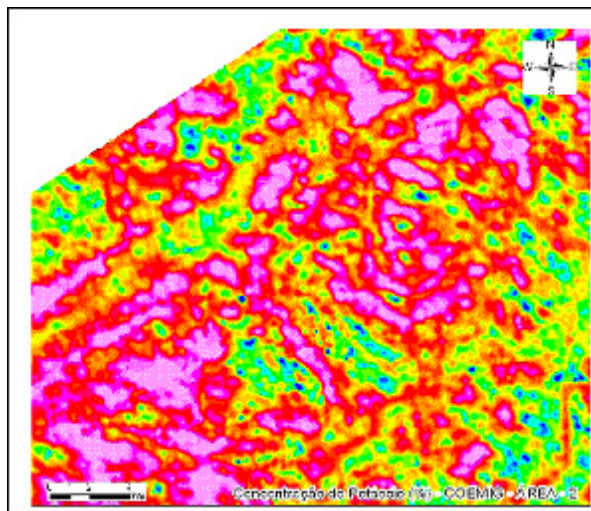


Figura 5: Gamaespectrometria, K%, área “A”.

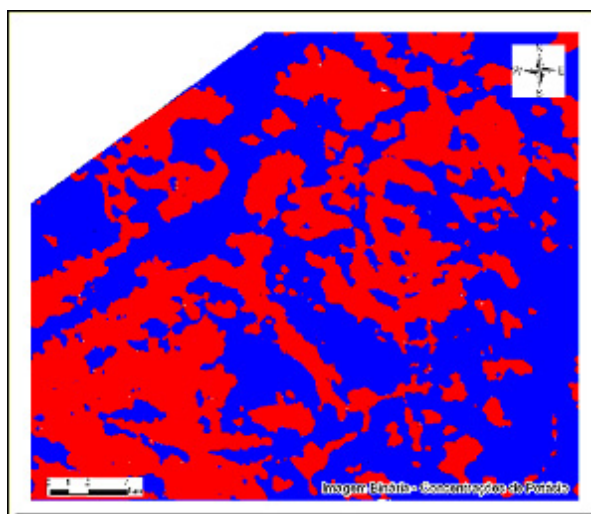


Figura 6: Imagem binária para o maior percentual em K.

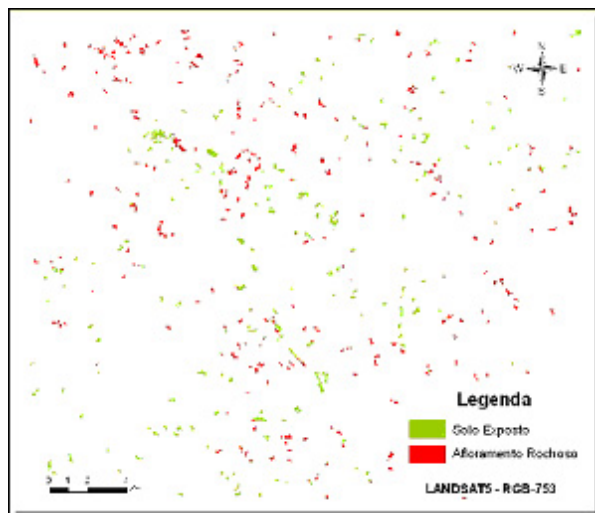


Figura 7: Resultado da filtragem (pela imagem binária) para a classificação da Área “A”.

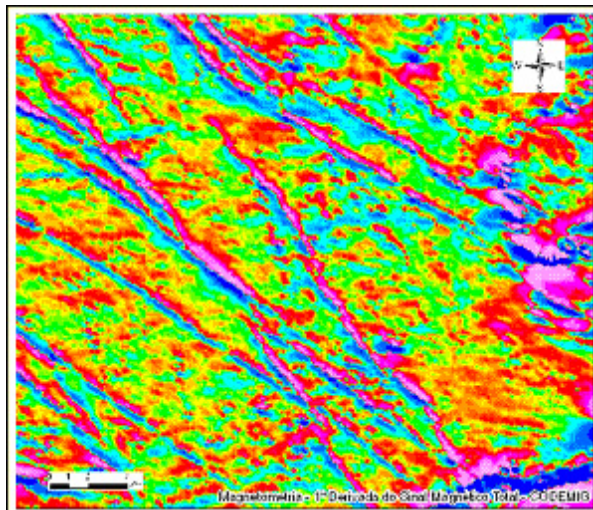


Figura 8: Magnetometria - primeira derivada do campo magnético total (1dv) área “A”.

O processo aplicado para a área “B” utilizou dados da magnetometria, mais especificamente a primeira derivada do campo magnético total (1dv) visando a identificação dos diques básicos (“granitos” negros). A partir da transformação IHS (*Intensity, Hue e Saturation*) e fusão com a banda 7 do Landsat 5, foram ressaltados lineamentos não visíveis devido a perturbação do campo magnético exercido pelas formações ferríferas presentes principalmente no quadrante sudoeste da área “B” (Figura 9).

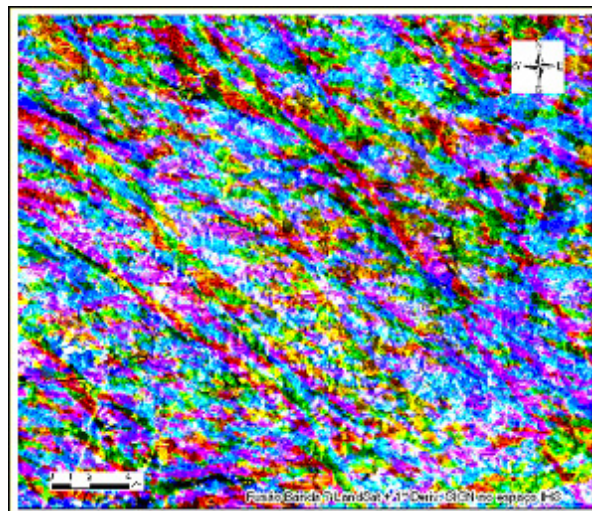


Figura 9: Área B, resultado da transformação IHS + fusão com a banda 7, sensor TM.

4 - RESULTADOS

Com base nas interpretações dos resultados contidos nas figuras 7 e 8 (área “A”), foi possível a complementação do mapa geológico da CODEMIG 2002. Neste novo mapa são ressaltados os lineamentos dos diques metabásicos e os afloramentos rochosos sobretudo das rochas graníticas assim como representado no Anexo I.

5 - CONCLUSÕES

O desenvolvimento do Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG) para o Centro Produtor de Candeias-Oliveira permite a espacialização de variáveis complexas (composição mineralógica, caracterização tecnológica, dimensões de afloramentos entre outros), possibilitando uma inferência da viabilidade de futuros empreendimentos minerários, em função da localização dos diferentes tipos de jazimentos, das vias de escoamento e das regiões com diferentes graus de comprometimentos quanto aos passíveis ambientais (supressão da vegetação, impactos visuais, atmosféricos e hidrológicos);

O emprego das técnicas de segmentação e de classificação de imagens Landsat 5, mostraram resultado ambíguo para algumas das regiões classificadas como afloramentos rochosos (devido a confusão com solo exposto, solo recém arado e outros) fato que justificou a criação do filtro a partir da gamaespectrometria pelo maior percentual do K (potássio). Esta filtragem resultou numa melhoria de aproximadamente 50% para a detecção dos afloramentos classificados como “granitos” e/ou gnaisses migmatíticos.

Quanto ao Levantamento Aerogeofísico da CODEMIG, tem-se que a interseção entre os dados provenientes da espectrometria (em particular da anomalia gamaespectrométrica do percentual em K -

figura), seguida da segmentação e a classificação dos afloramentos rochosos, são uma importante ferramenta para a localização dos afloramentos rochosos graníticos, assim como para a inferência dos sentidos de continuidade(s) e dimensões dos maciços rochosos em subsuperfície. Esses dados somados à primeira derivada do campo magnético subsidiaram a complementação do Mapa Geológico para a área teste “A”, favorecendo além do aprimoramento do conhecimento geológico desta região, a possibilidade da abertura de futuras jazidas com valor ornamental

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CODEMIG, levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais área 2 – Pitangui-São João Del Rei-Ipatinga, Relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectrométricos - Secretaria de Estado de Minas e Energia – SEME Governo de Minas Gerais, Junho / 2001

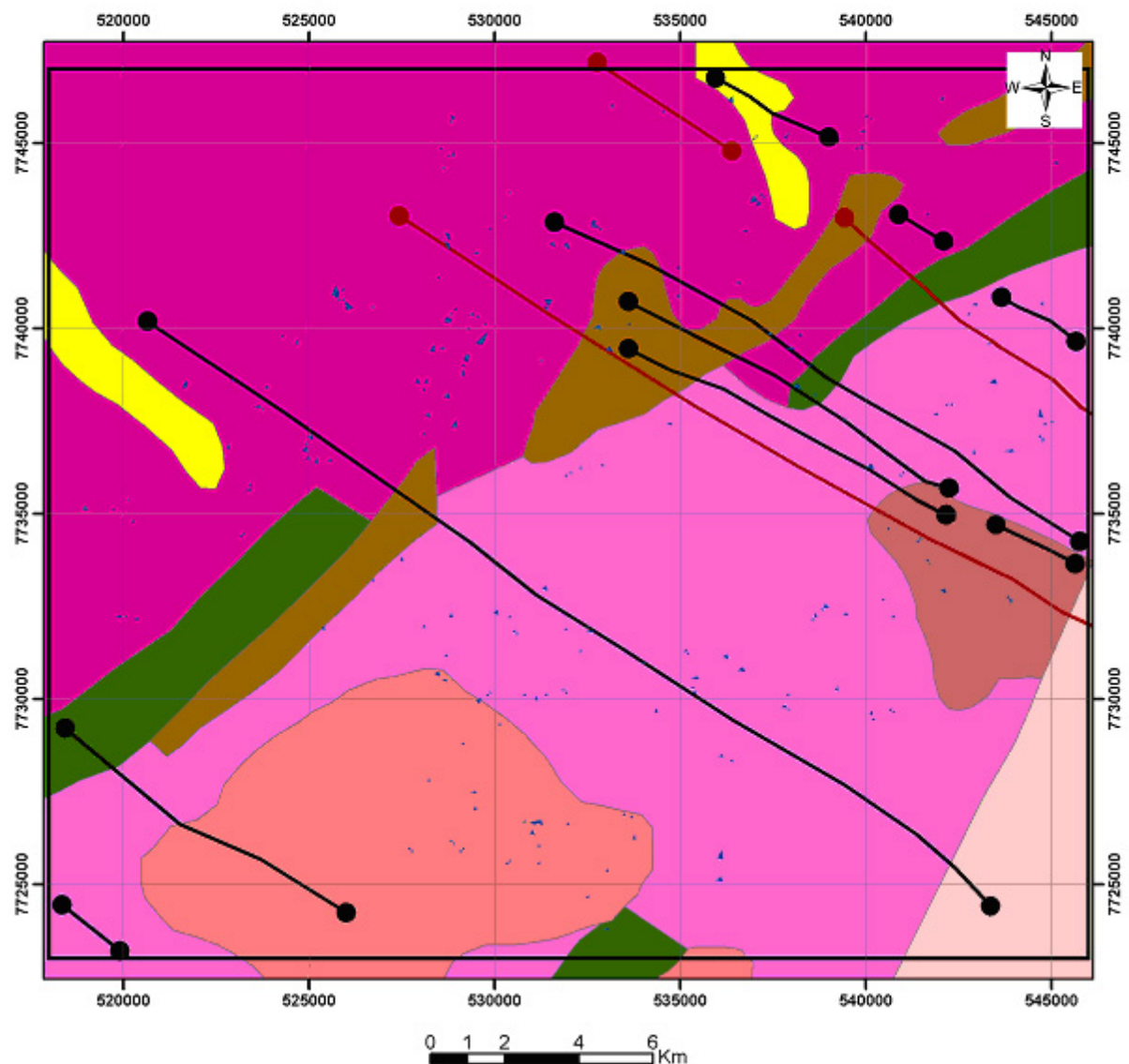
FRANÇA, Andréa Vaz de Melo. [Avaliação da metodologia de fusão de dados, por transformação no espaço de cores \(IHS\), no estudo geológico/geofísico a oeste de Unai - Minas Gerais.](#) 2003

LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S.A., Relatório Final do Levantamento e Processamento dos dados Magnetométricos e Gamaespectrométricos junho / 2001













7 - APOIO:

- Projeto Rochas Ornamentais de Minas Gerais;
- FUNDEP – Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa;
- Laboratório de Geoprocessamento – IGC/UFMG
- CNPq.

COMPLEMENTAÇÃO DO MAPA GEOLÓGICO - ÁREA TESTE "A"



Legenda

	Afloramentos	Geologia		Depósitos Aluvionares
	Area "A"	Descrição		Granito intrusivo
	Novos Diques Inferidos			Granito intrusivo B
	Diques Mapeados CODEMIG			Granitos pré a sin tectônicos
	Complexo Divinópolis			Grupo Nova Lima
	Complexo Lavras			Rochas Máficas / Ultramáficas