

# TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA PROSPECÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS: USO POTENCIAL DE IMAGENS DE SATÉLITE, LEVANTAMENTO AEROGEOFÍSICO E SIG

Marcos Santos Campello<sup>1</sup>, Charles Freitas<sup>2</sup>, Ana Clara Moura<sup>2</sup>, Antônio Gilberto Costa<sup>3</sup>

1 Programa de Pós-graduação em Geologia –IGC/UFMG, Doutorado, mscampello2005@iyahoo.com.br

2 Lab.Geoprocessamento – Cartografia – IGC/UFMG, charlesrf@ufmg.br, anaclara@ufmg.br

3 Coordenador do Núcleo de Rochas Ornamentais agcosta@dedalus.ufmg.br

Palavras-chave: sensoriamento remoto, levantamento aerogeofísico, processamento digital de imagens, geologia.

## INTRODUÇÃO

O trabalho aborda a aplicação de técnicas de geoprocessamento, sobretudo relativas às informações obtidas por uso de imagens Landsat e dados aerogeofísicos, para a identificação de alvos com valor ornamental para a exploração de rochas.

A região do Centro Produtor Oeste, também denominada de Centro Produtor de Candeias-Oliveira (CPCO), figura 1, 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 do geoprocessamento para a identificação de alvos com valor ornamental é proposta inovadora, podendo ser revertida em ganho para o empreendedor na fase de prospecção, pois favorece a definição de áreas e evita investimentos desnecessários na pesquisa mineral sobre os materiais disponíveis.

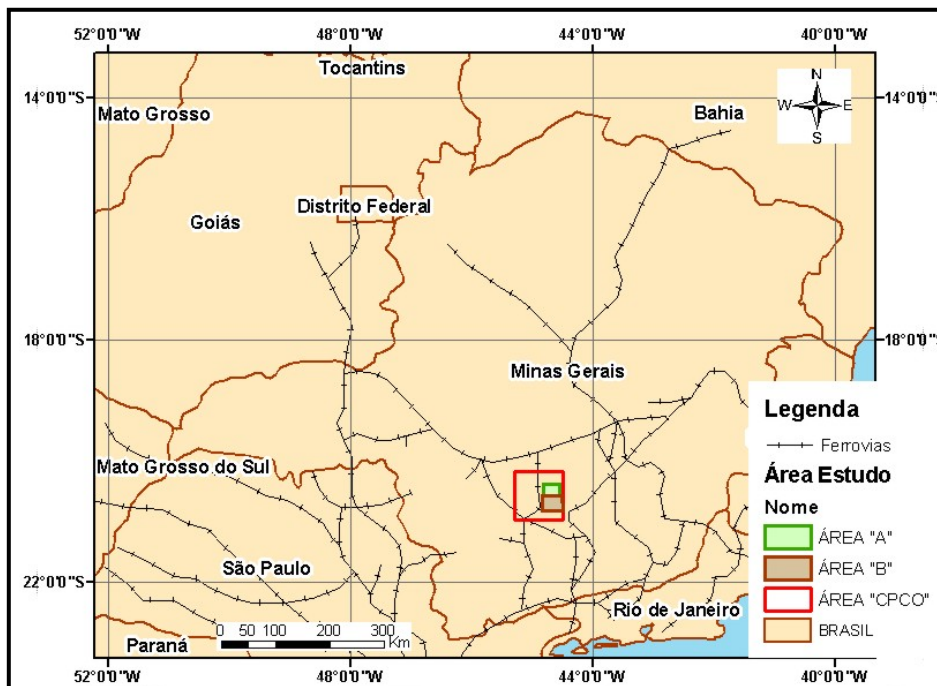
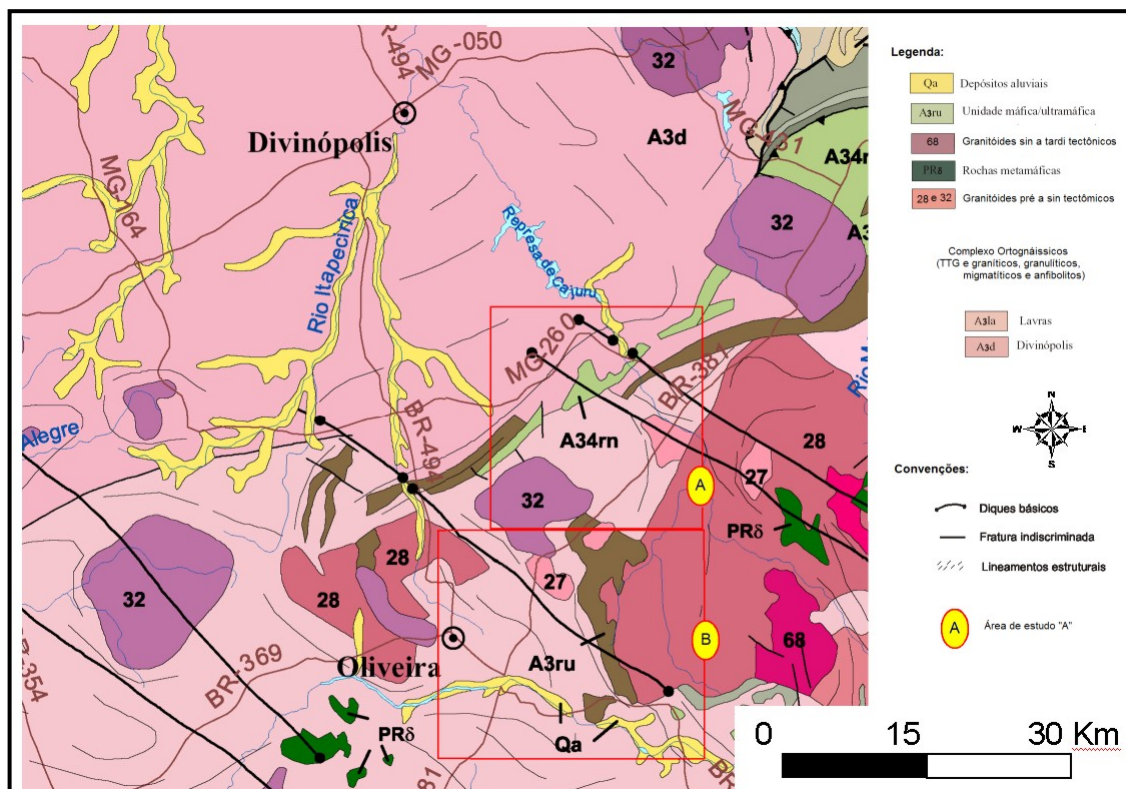


Figura 1 - Mapa de Localização do Centro Produtor de Candeias-Oliveira, especificando a área do SIG e as áreas de detalhamento (A e B).

## CONTEXTUALIZAÇÃO GEOLÓGICA

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 gnaisses migmatíticos, granitóides, rochas metabásicas 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 corta 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 conforme figura 2.

Figura 2 - Mapeamento geológico da área. (Fonte: modificado da CODEMIG, 2001)

## 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/2001) e (LASA Engenharia/2001) 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 Km<sup>2</sup>, 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.

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 combinação de bandas Landsat 5 RGB 753 (Figura 3) visando à segmentação e a classificação, segundo o classificador distância de battacharya (Figura 4) de imagens, com o objetivo de definir alvos com valor ornamental (Figura 4), representados 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. O resultado do cruzamento pode ser visto na figura 7.

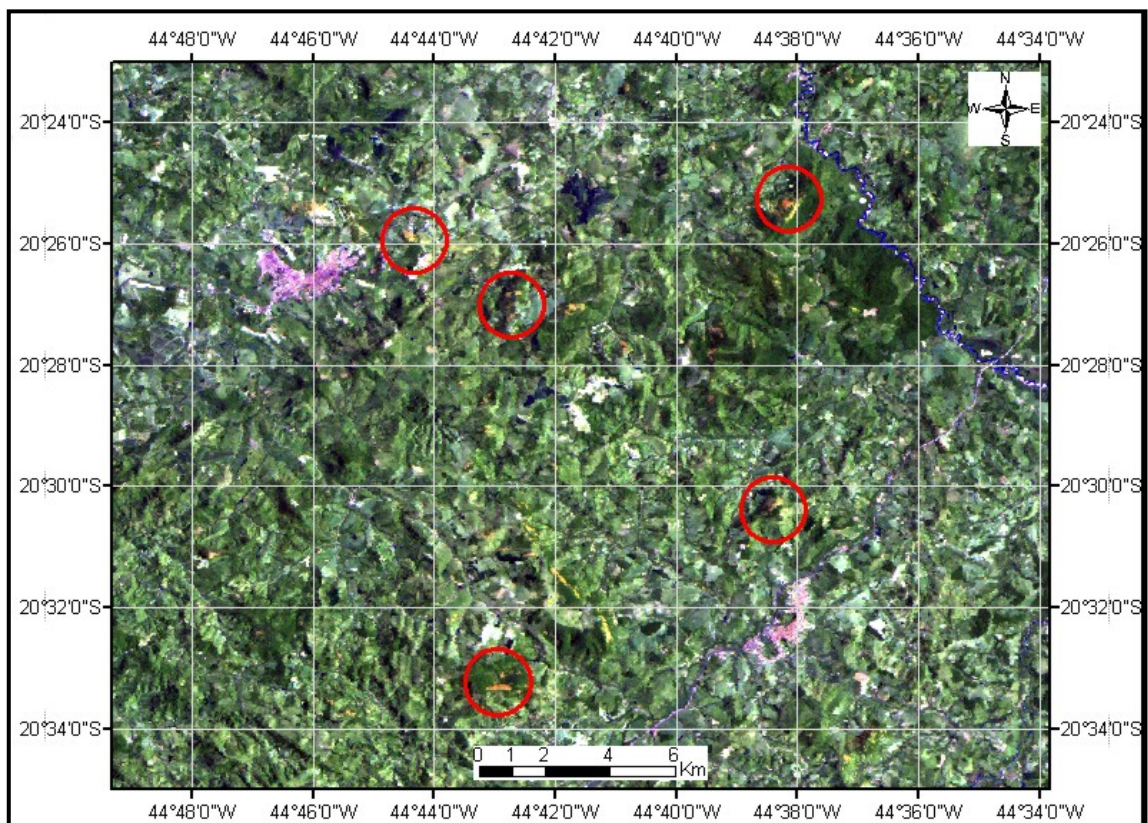


Figura 3: Combinação RGB 753, Landsat 5 para a área "A" (afloramentos de gnáisses em amarelo).



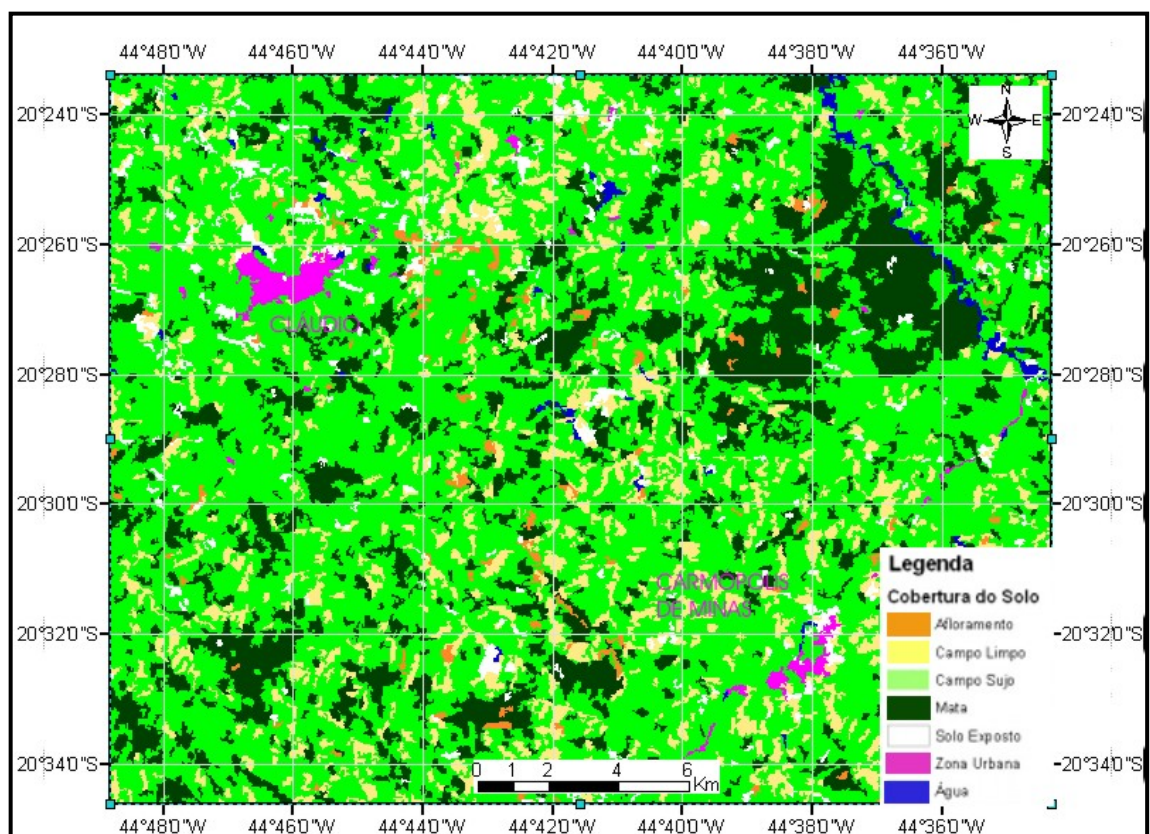


Figura 4: Classificação da imagem representada na Figura 3. Land Sat RGB753

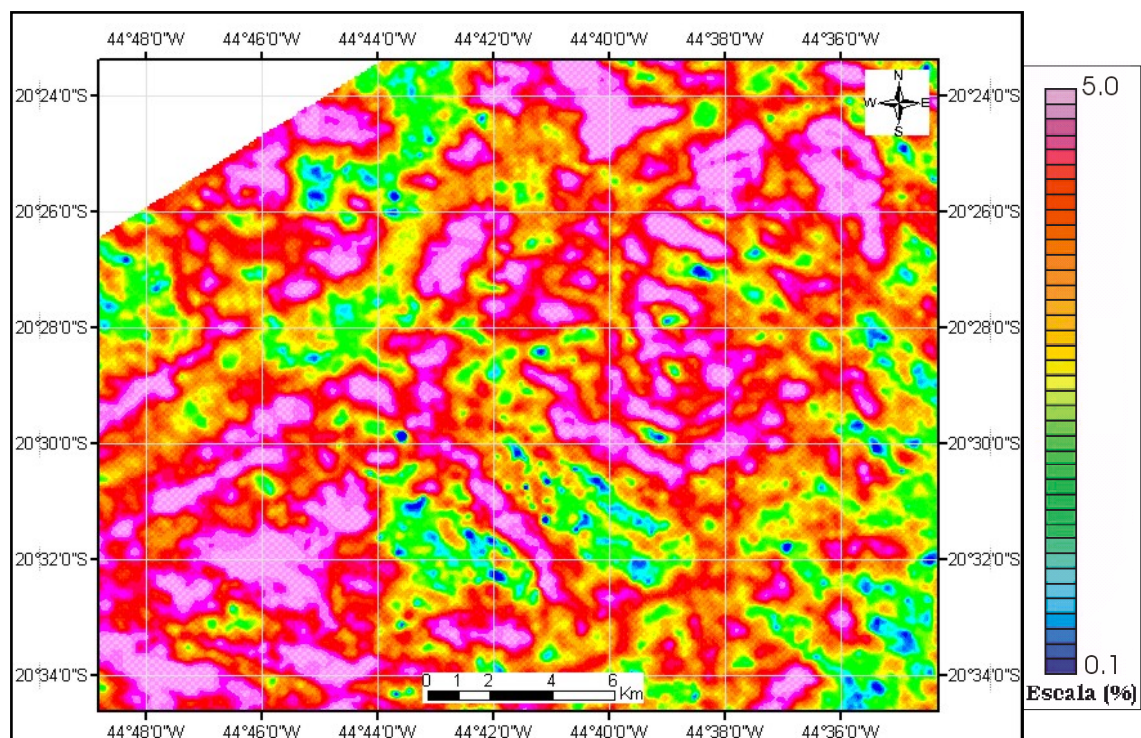


Figura 5: Gamaespectrometria, K(%), área "A".

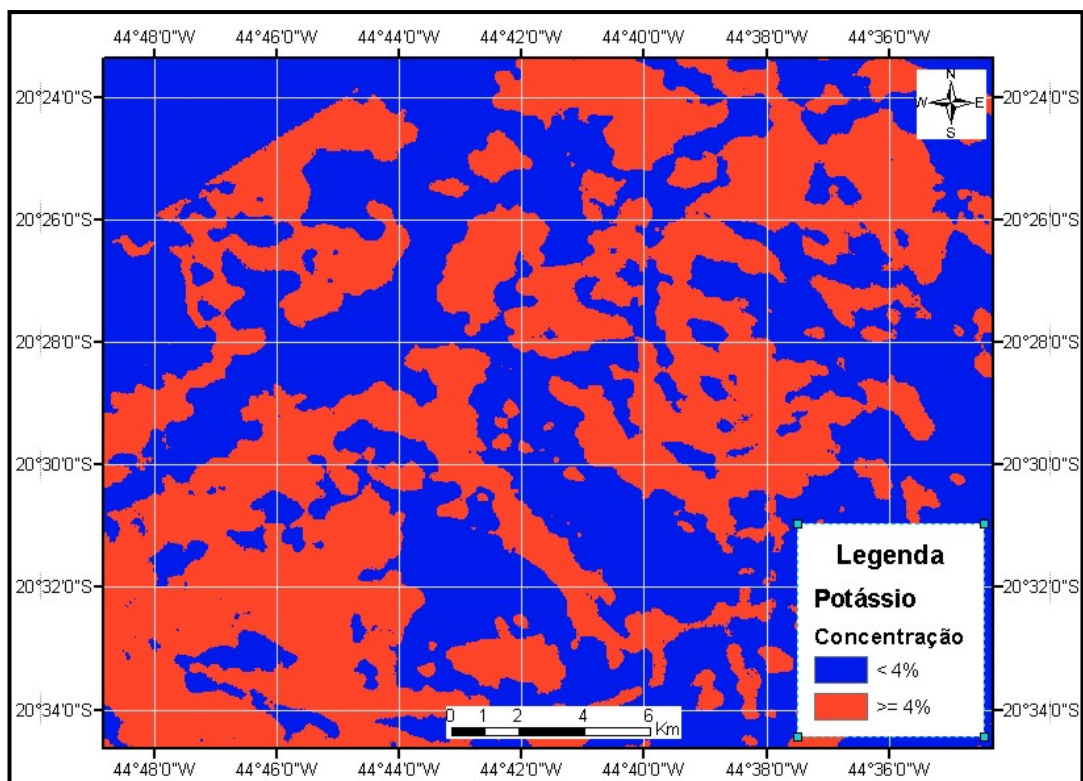


Figura 6: Imagem binária para o maior percentual em K. Área A

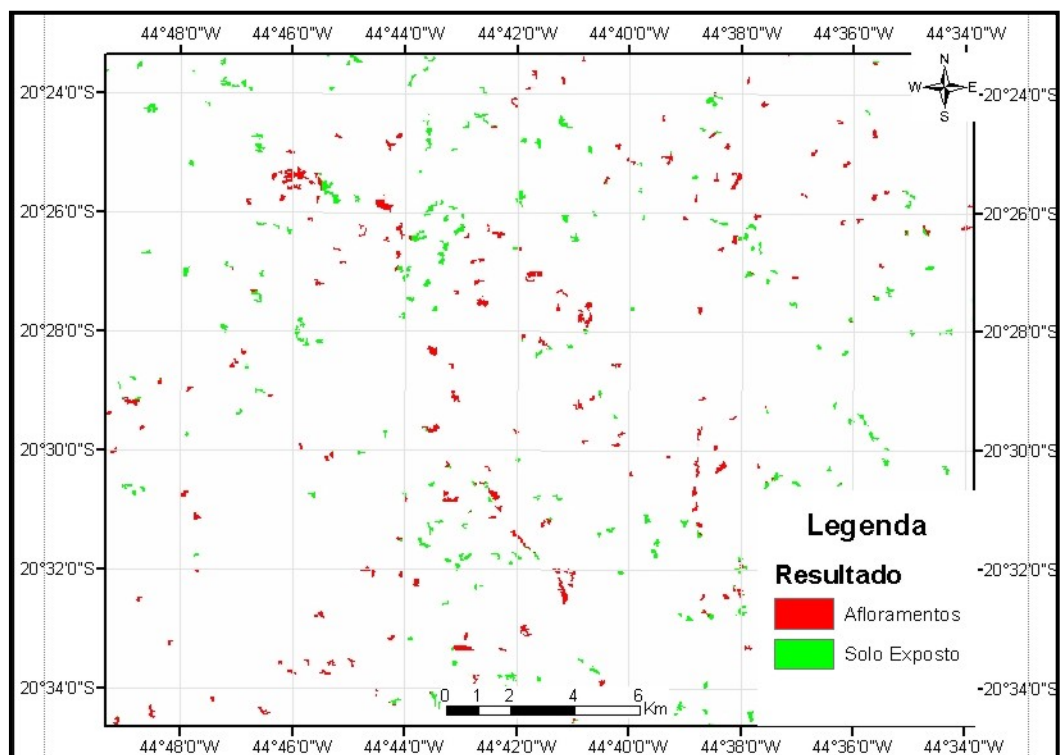


Figura 7: Resultado da filtragem (pela imagem binária) para a classificação da Área "A".



O processo aplicado para a área “B” usou 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 (Figuras 8 e 9).

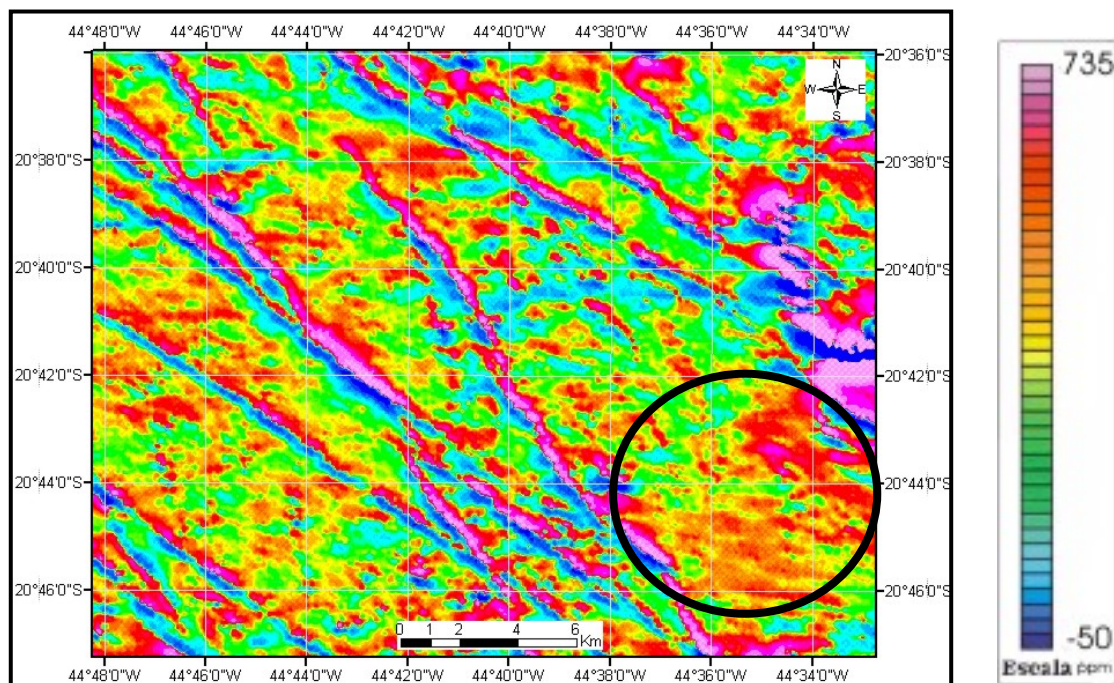


Figura 8: Magnetometria para Área “B”

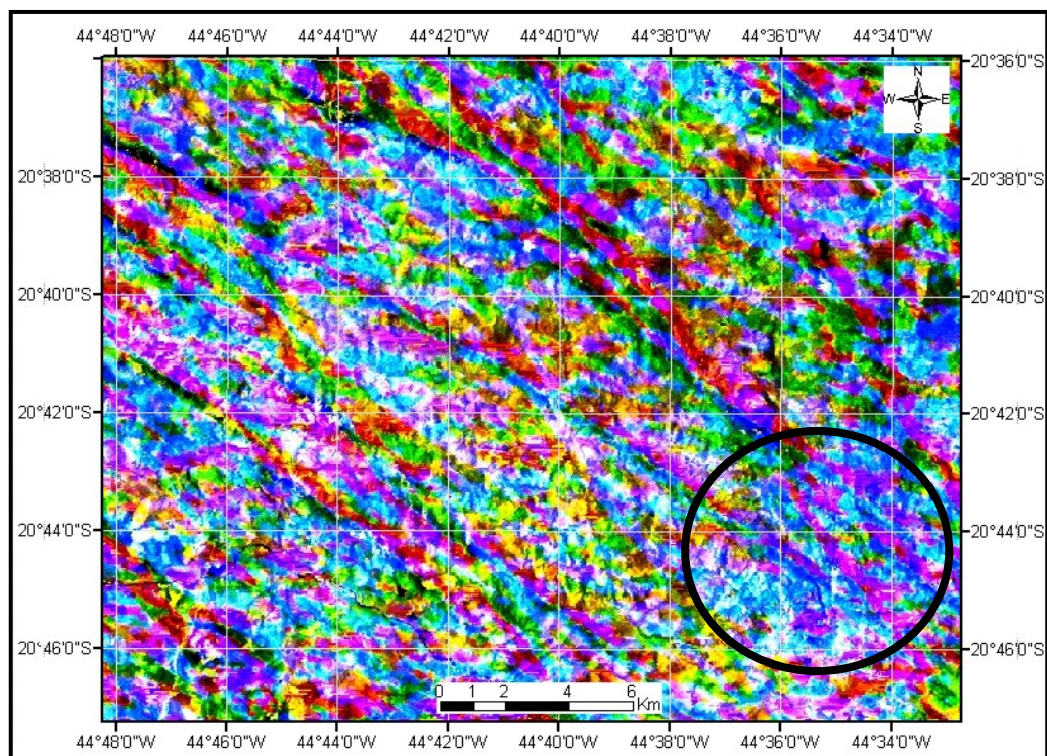


Figura 9: Fusão IHS da imagem LandSat RGB753 com 1dv da Magnetometria. Área “B”

## VALIDAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO EM CAMPO

Foram realizados trabalhos de campo para verificação dos resultados apontados pela classificação da imagem de satélite, pelos dados aerogeofísicos e pelo cruzamento das informações.

## CALIBRAÇÃO DO SISTEMA

Estão previstas etapas de comprovação dos pontos classificados como afloramento, mas não reconhecidos como de relevante concentração de potássio. O objetivo é melhorar a acurácia da classificação e compreender os motivos que levaram certas áreas a serem identificadas como afloramentos. A princípio acredita-se serem áreas de solo exposto.

O esquema representado na figura 10, tem a finalidade de apresentar os procedimentos descritos como etapas de trabalho:

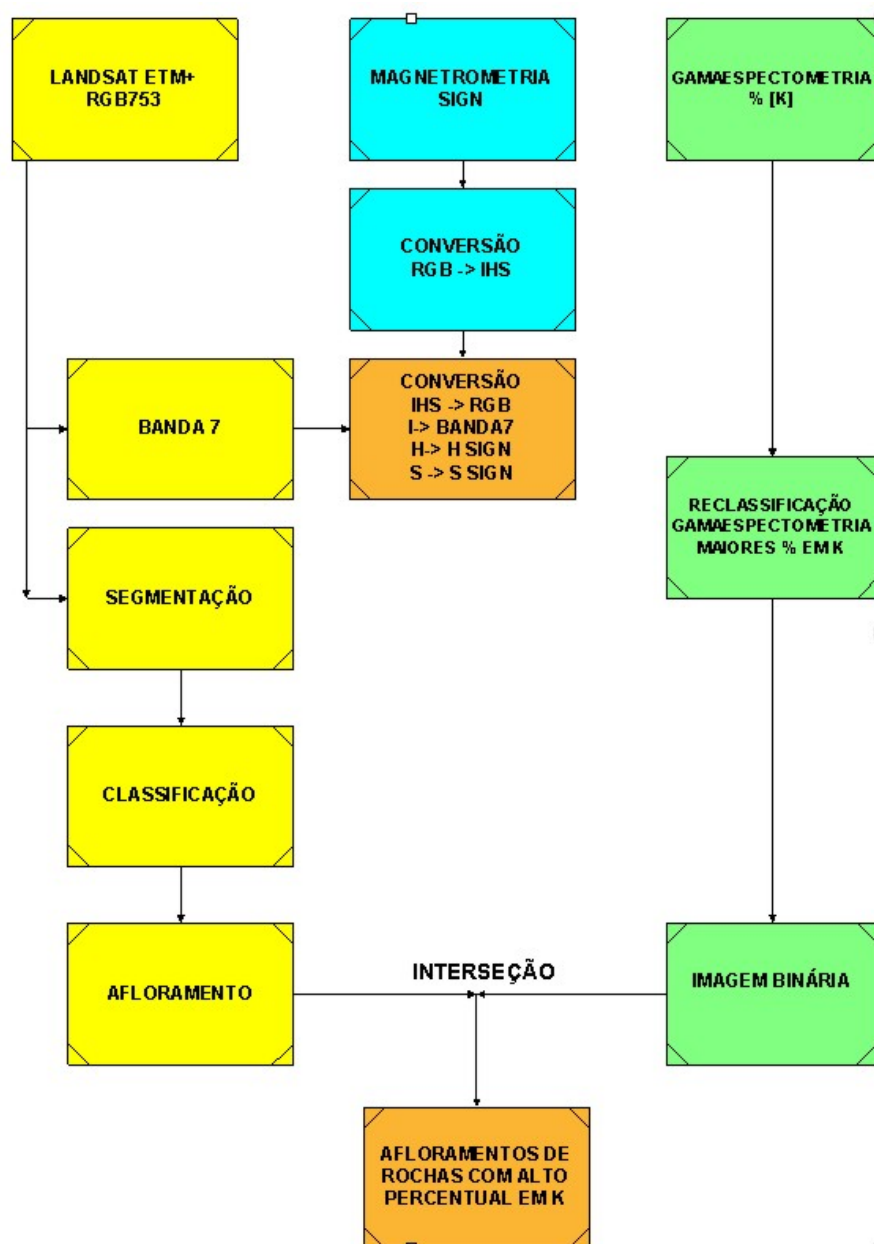


Figura 10 – Principais passos da metodologia empregada.

## 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 mostrou resultado ambíguo para algumas das regiões classificadas como afloramentos rochosos presentes em ambas as áreas, o que justifica a criação de filtro de análise.

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 11), e a segmentação e a classificação dos afloramentos rochosos (Figuras 8 e 9), 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.

- O uso da transformação IHS + banda 7 para o sinal analítico do campo magnético total (SIGN), ressalta regiões com maior probabilidade de ocorrência de afloramentos de rochas básicas, sobretudo gabros ("granitos" pretos) (Figura 6).

- A sobreposição dos processos aplicados nas áreas "A" e "B" em uma mesma área, permitem a confecção de mapa previsional de potencialidades para a abertura de futuras jazidas com valor ornamental.

## APOIO

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

## 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 Unaí - Minas Gerais. 2003

Lasa Engenharia e Prospecções S.A., Relatório Final do Levantamento e Processamento dos dados Magnetométricos e Gamaespectrométricos junho / 2001