

ANÁLISE PRELIMINAR DE LINEAMENTOS EM IMAGENS DE SENSORES REMOTOS APLICADA À PROSPECÇÃO MINERAL  
NA ÁREA DOS GRANITÓIDES MANDIRA, SP

C.Riccomini<sup>1</sup>  
A.P.Crósta<sup>2</sup>

RESUMO

Os granitóides alcalinos pós-tectônicos de Mandira, localizados na porção sul do Estado de São Paulo, são hospedeiros de interessantes mineralizações, notadamente de sulfetos polimetálicos.

Os estudos já desenvolvidos na região permitiram o estabelecimento de um controle de mineralizações relacionado às zonas intensamente tectonizadas, do ponto de vista estrutural, e associação preferencial com uma fácies constituída por biotita-riebeckita granitos, em termos litológicos.

Uma análise de produtos de sensores remotos, envolvendo imagens MSS-LANDSAT obtidas em diferentes épocas do ano e mosaicos semicontrolados de radar de visada lateral com abertura sintética do Projeto RADAMBRASIL, foi conduzida no sentido de se procurar definir áreas textural e espectralmente anômalas, supostamente reflexos de variações litológicas, bem como analisar o padrão de lineamentos, presumivelmente relacionados a feições estruturais do terreno.

Embora os resultados a nível da discriminação litológica não tenham sido significativos, a análise de lineamentos, associada com investigação de campo, proporcionou um notável enriquecimento no tocante aos dados estruturais da área, os quais, em associação com os estudos já desenvolvidos, poderão servir como orientação para a seleção de áreas potencialmente favoráveis à ocorrência de mineralizações no âmbito dos granitóides.

ABSTRACT

The anorogenic alkaline Mandira Granitoid (southern São Paulo State, Brazil) is host for interesting mineralizations, mostly polymetallic sulphides.

Previous work carried out in the area has revealed that mineralization is closely associated with intensely fractured zones and preferentially found in the biotite-riebeckite granite facies.

Visual interpretation of radar images and visual and digital multiseasonal analysis of LANDSAT-MSS images have been utilized in order to define both anomalous spectral and textural targets, supposedly related to lithologic variations, and lineament patterns, presumably reflecting structural features. Although the results regarding rock discrimination are not espe

<sup>1</sup>Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, IG/USP.

<sup>2</sup>Centre for Remote Sensing - Imperial College of Science and Technology, London (U.K.)/Departamento de Metalogênese e Geoquímica, IG/UNICAMP.

cially remarkable, lineament analysis, combined with field investigation, has significantly improved structural knowledge of the area and, together with other available data, has proved to be useful for selecting potential targets for mineral prospecting.

## INTRODUÇÃO

Os granitóides Mandira localizam-se a norte da cidade de Cananéia, no sul do Estado de São Paulo (Fig. 1). Recentemente eles vêm sendo intensamente investigados, sobretudo no que diz respeito às suas potencialidades minerais (BOIN et al., 1982; IPT, 1982).

Dos trabalhos já realizados, evidenciou-se serem as zonas intensamente tectonizadas as principais hospedeiras de mineralizações hidrotermais sulfetadas polimetálicas. Algumas falhas cataclásadas foram identificadas através de levantamento de campo e interpretação de fotografias aéreas em P & B (BOIN et al., 1982). Entretanto as observações de produtos de sensores remotos, tais como imagens MSS-LANDSAT e mosaicos semicontrolados de radar de visada lateral com abertura sintética do Projeto RADAMBRASIL, revelou um grande número de lineamentos não identificados previamente.

Tendo-se em vista o controle de mineralizações já estabelecido, a caracterização do padrão de distribuição destes lineamentos é de fundamental importância na prospecção mineral na área.

Com base nestas considerações, foi executada uma análise preliminar de lineamentos em imagens MSS-LANDSAT e mosaicos de radar do Projeto RADAMBRASIL, com vistas à seleção de áreas potencialmente favoráveis à ocorrência de mineralizações na área dos Granitóides Mandira.

Esta análise foi qualificada de preliminar pelo fato de os produtos de sensores remotos empregados não apresentarem resolução geométrica suficiente para que, na área, fosse feita uma análise da sucessão no tempo dos diferentes sistemas de lineamentos. Certamente esta lacuna será suprida quando estiverem disponíveis para a região produtos de maior resolução, como os do sensor *Thematic Mapper* (TM) dos satélites LANDSAT e do *Système Probatoire d'Observation de la Terre* (SPOT).

O termo lineamento é aqui empregado no sentido de O'LEARY et al. (1976), redefinido por SABINS Jr. (1978).

Parte dos dados empregados neste trabalho advêm de um programa de aplicação de técnicas de sensoriamento remoto ao estudo de terrenos granito-gnáissicos do Estado de São Paulo (IPT, 1984), patrocinado pelo Programa de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Secretaria da Indústria e Comércio do Estado de São Paulo, cujos resultados estão em parte apresentados em RICCOMINI et al. (1985, 1988).

## SÍNULA GEOLÓGICA DA ÁREA

Os Granitóides Mandira constituem um corpo alongado segundo NADE, circunscrito e nitidamente intrusivo. Foram relacionados a Fácies Graciosa de HASUI et al. (1978), à Suite Intrusiva Serra do Mar de KAUL (1984) e, recentemente, incluídos no Domínio Iguape de JANASI & ULBRICH (1985). Apresentam acentuada alcalinidade de seus termos litológicos (BOIN et al., 1982).

BOIN et al. (1982) reconheceram quatro fácies principais nos granitóides locais as quais, entretanto, sobretudo pela mescla de critérios de classificação, apresentam certas dificuldades para caracterização no campo. Sem pretender promover uma nova subdivisão, mas sim uma adaptação da subdivisão dos autores acima mencionados, pode-se agrupar os Granitóides

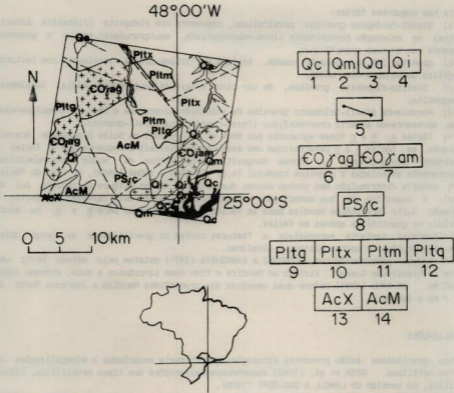


Figura 1 - Contexto geológico regional e localização dos granitóides Mandira e Guarau (modificado de BISTRICHI et al., 1981). **Quaternário:** 1 - sedimentos marinhos da Formação Cananéia; 2 - sedimentos de origem mista, continental e marinha; 3 - sedimentos aluviais; 4 - sedimentos continentais associados a evolução de encostas. **Jurássico Superior - Cretáceo Inferior:** 5 - diques de diabásio. **Cambriano-Ordoviciano:** 6 - granitóide alcalino de Guarau; 7 - granitóides alcalinos de Mandira. **Proterozóico Superior:** 8 - granitóides porfiríticos. **Proterozóico Inferior:** 9 - gnaisses; 10 - xistos; 11 - migmatitos; 12 - quartzitos. **Arqueano:** 13 - xistos; 14 - migmatitos. As linhas tracejadas representam falhas e fraturas. As letras A a I referem-se aos locais citados no texto.

Mandira nas seguintes fácies:

- a) álcali-feldspato granitos, peralcalinos, comumente com riebekita (riebekita álcali-granitos) de coloração predominante cinza-esbranquiçada, equigranulares médios a grossos, localmente com textura grano-fífrica;
- b) granitos 3-A de coloração rosada, textura porfiróide grossa, localmente com texturas viborgítica ou equigranular média;
- c) biotita-riebekita granitos, de cor cinza e textura equigranular média, localmente com magnetita;
- d) hornblenda álcali-feldspato granitos de coloração esverdeada e textura inequigranular grossa, apresentando aspecto charnockítico (ferro-hastingsita álcali-granito).

As fácies a, b e c foram agrupadas por BOIN et al. (1982) na Suite Granitóide Acaraú. Entretanto as fácies a e c caracterizam uma associação peralcalina enquanto que a fácies d corresponde provavelmente a rochas mangeríticas ou rochas da suite charnockítica, frequentemente associadas a granitos rapakivi (v.g. SIMONEN & VORMA (1969), no caso da fácies b). A própria distribuição das rochas dessas duas últimas fácies (Figura 2, porção sul do maciço), é sugestiva de sua associação. Dessa forma, parece mais razoável manter-se a designação Suite Granitóide Mandira para as fácies a e c, e Acaraú para b e d, ou ainda subdividir os granitóides apenas em fácies.

Falhanços bastante expressivos e fraturas cortam os granitóides e ao longo deles alojam-se intrusões de rochas básicas e alcalinas.

Em termos geocronológicos, CORDANI & KAWASHITA (1971) dataram pelo método Rb/Sr uma amostra do Granitóide Guaraú, vizinho ao Mandira e tido como sincrônico a este, abtendo idade de 540 Ma. Já KAUL (1984) refere duas amostras dos granitóides Mandira a isócrona Rb/Sr de  $506 \pm 7$  Ma e 540 Ma.

#### MINERALIZAÇÕES

Nos granitóides estão presentes alterações hidrotermais associadas a mineralizações de sulfetos metálicos. BOIN et al. (1982) reconheceram alterações dos tipos propilítica, fílica e argílica, no sentido de LOWELL & GUILBERT (1970).

A alteração do tipo propilítica é representada pela ocorrência de rochas escuras, esverdeadas, instaladas nas porções de fraturamento intenso dos biotita-riebekita granitos, onde ocorrem as mineralizações mais expressivas de sulfetos de metais básicos condicionados em corpos sob a forma de diques, veios e bolsões (BOIN et al., 1982).

As alterações dos tipos fílica e argílica são encontradas principalmente associadas a corpos brechados e veios quartzosos de dimensões variadas (até métricas), com alguma sericita ou argilo-minerais e fluorita esporádica, ocorrendo ainda de forma não rara a pirita. As faixas com estes tipos de alterações ocorrem por toda a área granitóide, alojando-se ao longo de fraturas cujas direções preferenciais são N15-20W e N40-50E (BOIN et al., 1982). Nos biotita-riebekita granitos essas alterações são mais freqüentes.

As mineralizações são predominantemente do tipo hidrotermal, representadas por sulfetos de zinco, chumbo, cobre e molibdênio, ocorrendo ainda mineralizações de prata (aliada aos sulfetos de chumbo) e de pirita (por vezes contendo ouro) (IPT, 1981; BOIN et al., 1982). Óxidos de tungstênio e estanho têm sido também encontrados (IPT, 1981).

Os trabalhos já executados (IPT, 1982) mostram nítida relação entre quase todas as ocorrências de mineralizações sulfetadas, já cadastradas, com falhanços e fraturas. A nível geral, as principais direções condicionadoras de mineralizações têm sido consideradas como de orientação NE, NW e E-W, e em porções de "intensa espoliação tectônica" (BOIN et al., 1982). Os biotita-riebekita granitos, por sua vez, constituem-se na litologia onde as mineralizações

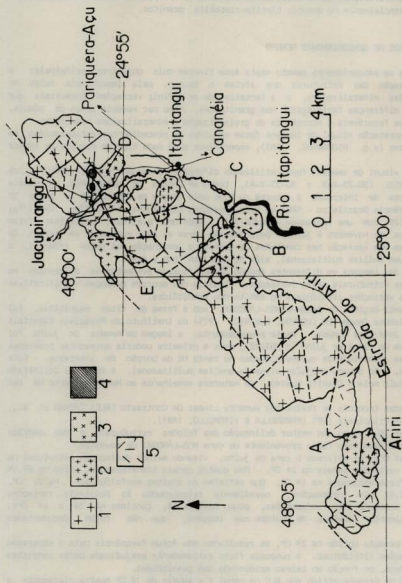


Figura 2 - Geologia dos Granitóides Mandira (adaptado de BOIN et al., 1962). 1, 2, 3 e 5 correspondem respectivamente às fácies a, b, c, d (ver texto); 4 representa a variação da fácies c com magnetita. As linhas retilhneas contínuas e tracejadas representam respectivamente fraturas definidas ou inferidas.

têm sido encontradas com maior frequência.

Assim sendo, pode ser estabelecido como modelo para a seleção de áreas favoráveis à ocorrência de mineralizações semelhantes às já existentes, porções densamente fraturadas e localizadas preferencialmente no domínio biotita-riebeckita granitos.

#### ANÁLISE DOS PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Os trabalhos de sensoriamento remoto nesta área tiveram dois objetivos principais: a melhor caracterização das estruturas que afetam o maciço, pela importância delas no condicionamento das mineralizações, e a tentativa de se definir variações espectrais que pudessem sugerir diferenças faciológicas nos granitóides, como por exemplo zonas de cúpula, caracteristicamente favoráveis à ocorrência de greisenização e mineralizações associadas.

Para a interpretação visual de imagens foram seguidos os procedimentos estabelecidos em trabalhos anteriores (v.g. RICCOMINI, 1983), específicos para cada tipo de produto de sensor remoto analisado.

Na análise visual de imagens foram utilizadas diferentes passagens do MSS-LANDSAT e os mosaicos RADAMBRASIL (SG-22-X-B e SG-23-V-A), todos em cópias de papel P&B na escala 1:250.000. A área de interesse é coberta no todo pela imagem de órbita 178 e ponto 29 (Sistema de Referência Brasileiro - SRB) em três passagens diferentes (15/07/76; 09/11/76; 10/08/78, e 164/29 com uma passagem - 26/06/76). Após uma avaliação preliminar foram escolhidas imagens de novembro e julho, pelo fato de serem as mais espaçadas em termos de épocas do ano (com boa variação nas condições de azimute e inclinação dos raios solares), o que possibilitou uma análise multisazonal, além de cobrirem toda a área.

Na análise das imagens em diferentes épocas do ano ficaram evidentes as diferenças no tocante às feições estruturais nelas realçadas. Todavia não ocorrem mudanças significativas quanto a possíveis variações litológicas no âmbito dos granitóides.

O processamento digital de imagens MSS-LANDSAT, sob a forma de fitas magnéticas, foi executado no analisador Image-100 (GENERAL ELECTRIC, 1975) do Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE, de São José dos Campos. Neste processamento, a imagem de meados de julho foi substituída por uma do final de julho (31/07/73), pois a primeira poderia apresentar problemas advindos da densa cobertura de nuvens situadas no canto NE da porção de interesse. Esta troca, entretanto, não causou prejuízo algum na análise multisazonal. A área foi delimitada de modo a se incluir nela o Granito Guaraú, de natureza semelhante ao Mandira (canto NW das fotos).

Foram aplicadas técnicas de realce por Aumento Linear de Contraste (ALC) (ROWAN et al., 1974) e Componentes Principais (CP) (PARADELLA & VITORELLO, 1981).

O realce por ALC visou uma melhor delimitação das feições estruturais e dos padrões texturais. O melhor resultado foi o proveniente da cena MSS-LANDSAT de novembro.

O realce pelas CPs foi aplicado à cena de julho, visando melhor delimitação estrutural na 1ª CP e possíveis variações tonais na 2ª CP. Dos quatro canais transformados, cerca de 88,6% das informações foram agrupadas na 1ª CP, que refletem os efeitos morfológicos. Na 2ª CP, concentram-se 10,4% das informações, normalmente relacionados às possíveis variações litológicas. O restante das informações, pouco mais de 1%, contidas na 3ª e 4ª CPs, representa normalmente efeitos de ruídos nas imagens, que não foram documentadas fotograficamente.

No tocante a produto obtido na 2ª CP, os resultados não foram favoráveis para a separação de possíveis variações litológicas. A resposta ficou extremamente prejudicada pelas condições de iluminação da cena, em função do relevo acidentado dos granitóides.

A comparação do produto obtido por ALC no canal 7 e aquele da 1ª CP mostra claramente a

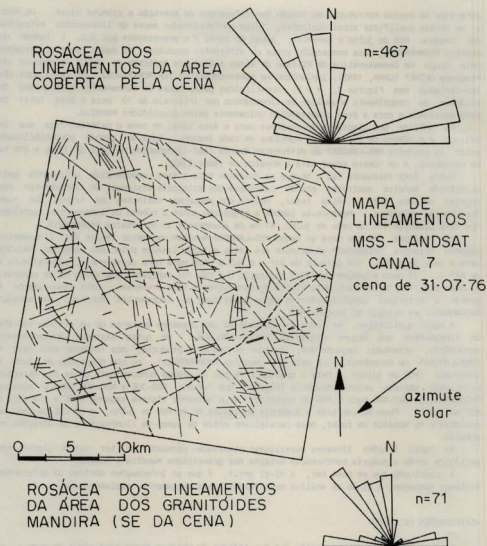


Figura 3 - Resultados na análise da cena MSS-LANDSAT, canal 7 com ALC, de 31/07/76. Notar extenso lineamento orientado segundo N73E (a partir do canto inferior esquerdo da cena, cortando-a diagonalmente). A área dos Granitóides Mandira está delimitada pela linha tracejada (canto SE da cena). Imagem fornecida pelo Instituto de Pesquisas Espaciais do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.



diferença de realce estrutural em função das diferenças de elevação e azimute solar. De modo a se tentar qualificar estas variações, foram confeccionados mapas de lineamentos extraídos das imagens MSS de julho e novembro, ambas do canal 7 e processadas por ALC, e também do mosaico RADAMBRASIL, para comparação entre os diferentes produtos. Os dados foram processados pelo Grupo de Geomatemática da Divisão de Minas e Geologia Aplicada do IPT, valendo-se do Programa GEOVET (GAMA, 1982), implantado no microcomputador TEKTRONIX-4052. Os resultados são apresentados nas Figuras 3, 4 e 5, constituídas pelos mapas de lineamentos e diagramas de rosáceas de comprimento acumulado de lineamentos por intervalo de 10 para a área total da cena analisada e para a área compreendida unicamente pelos Granitóides Mandira.

Da análise dos diagramas de rosáceas para a área total da cena o primeiro fato que se destaca é o número de lineamentos contidos em cada imagem. Nota-se grande compatibilidade entre os produtos MSS-LANDSAT de diferentes épocas (467 lineamentos na cena de julho e 476 na de novembro), e um número menor para o mosaico de radar (342).

Outro fato relevante foi o de que as rosáceas para a área compreendida unicamente pelo Granitóide Mandira mostraram grande coerência dos principais sistemas de lineamentos com aqueles obtidos para a área total, embora com pequenas variações em termos das suas frequências relativas. Manteve-se também a proporção entre o número de lineamentos contidos nos três produtos (71 na cena de julho, 67 na de novembro e 53 no mosaico RADAMBRASIL).

As rosáceas obtidas para as cenas MSS-LANDSAT mostram um maior realce dos lineamentos segundo direções ortogonais ao azimute dos raios solares (realce principal segundo N40-50W para a cena de julho, com azimute de 51°, e N-S a N10W para cena de novembro, cujo azimute é de 86°). Já para a imagem de radar a direção N-S não foi realçada como seria de se esperar, o que pode ser justificado pelo efeito do sombreamento nela presente. Este sombreamento é também o principal condicionador da menor quantidade de lineamentos contidos no mosaico RADAMBRASIL em relação às imagens MSS.

A nível qualitativo, em todos os produtos há uma presença marcante de um sistema N40-50W de lineamentos com alguma dispersão entre N30-60W. Um outro sistema, aparentemente secundário, orientado segundo NNW, aparece em todos os produtos, ora tendendo mais para N (MSS-LANDSAT de novembro), ora para NNW (mosaico RADAMBRASIL), ou com dispersão em todo o intervalo (MSS de julho). Para o quadrante NE não há grande concordância entre as direções principais obtidas pelas diferentes imagens, que foram: N20-30E e N50-60E para o mosaico RADAMBRASIL; N40-50E para o MSS de novembro; e um marcante sistema segundo N70E e E-W para o MSS de julho. Pode-se explicar a ausência do realce NE no MSS de julho, e do ENE na cena de novembro e no mosaico de radar, pelo paralelismo entre os rumos de iluminação e as direções em questão.

As raras feições lineares curvilíneas observadas parecem não ter outro significado geológico senão a própria conformação externa dos granitóides Mandira e Guaraú.

A conclusão que se pode ter, a nível geral, é que as informações obtidas de diferentes sistemas sensores, e ainda da análise multisazonal, são mutuamente complementares.

#### VERIFICAÇÕES DE CAMPO

Os trabalhos de campo na região dos Granitóides de Mandira foram conduzidos de modo a se checar os principais lineamentos verificados na análise dos produtos de sensores remotos.

Na busca de possíveis relações entre lineamentos e estruturas no terreno, não se efetuou uma análise generalizada a nível apenas da comparação entre dados gerais de campo e as rosáceas de lineamentos. Tomou-se sempre o cuidado de verificar se um dado de campo possuía efetivamente ou não correspondência com um lineamento ou lineamentos específicos assinalados em um determinado local nas imagens.



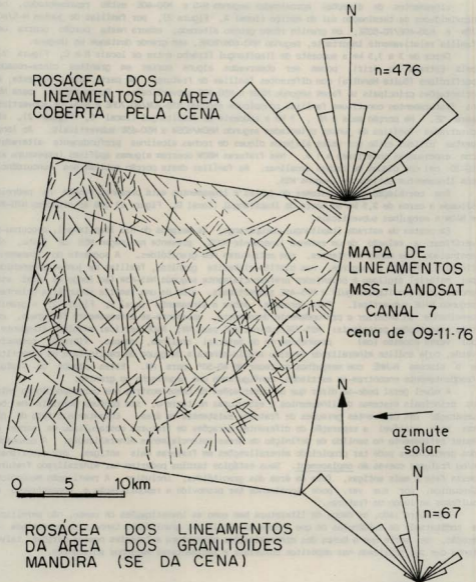


Figura 4 - Resultados da análise da cena MSS-LANDSAT, canal 7 com ALC, de 9/11/76. Notar a ausência do lineamento referido na figura anterior. Imagem fornecida pelo INPE/CNPq.

Lineamentos de direções aproximadas segundo N-S e N30-40E estão representados, nas proximidades da terminação sul do maciço (local A, Figura 2), por famílias de juntas N-S/60-70W e N30-40E/70-80SE, em granito róseo grosso alterado, embora nesta porção ocorra uma família relativamente importante, segundo N50-60W/80NE, sem grande destaque em imagens.

Cerca de 3 a 3,5 km a sudoeste de Itapitangui (trecho entre os locais B e C, Figura 2), pela Estrada do Ariri, podem ser observados alguns cortes em granitos cinza-rosados porfiróides (Suíte Mandira) com diferentes famílias de fraturas. Na parte mais a sudoeste, as orientações principais se fazem segundo N20W e N50-60E subverticais. Pouco depois, para NE, os fraturamentos constituem famílias conspícuas segundo N10-20W/40-70NE e N55-70E subvertical para SE. Na porção mais a NE, 3 km a sudoeste de Itapitangui (local C, Figura 2), são observadas famílias de juntas orientadas segundo N80W/60SW e N50-65E subverticais. Ao longo destas últimas estão por vezes alojados diques de rochas alcalinas profundamente alteradas, com espessuras inferiores a 1 m. Nas fraturas N80W ocorrem algumas apófises (espessura até 20-30 cm) dos diques de rochas alcalinas. As famílias desta porção mostram boa concordância com lineamentos obtidos em imagens MSS.

Boa correlação entre sistemas de juntas e lineamentos está presente também na pedraira situada a cerca de 2,5 km ao norte do Itapitangui (local D, Figura 2) com as direções N70-80E e N40W e mergulhos subverticais.

Em cortes da estrada Itapitangui-Jacupiranga, às margens do Rio Itapitangui, procurou-se verificar a relação de um extenso lineamento N73E, presente na imagem MSS de julho, não assinalado nos mapas existentes, com estruturas nos granitóides. A sudoeste do lineamento (local E, Figura 2) ocorrem, nos biotita-riebekita granitos, famílias de juntas preenchidas por material argiloso e orientados preferencialmente segundo N45-65W (ao longo da qual está encaixado o Rio Itapitangui) e N35-45E subverticais, além de uma família secundária orientada segundo N10E subvertical. Para noroeste, sobre o lineamento (local F, Figura 2), o granito semelhante ao anterior e profundamente decomposto, apresenta-se intensamente fraturado, com três orientações principais: N55-75E/subvertical para NW; N40E/vertical exibindo freqüente e por vezes espesso (cm) preenchimento de material argiloso, ceroso, fibroso, compacto, verde, cuja análise mineralizadora revelou argilo-minerais do grupo da caulinita e da esmectita; e o sistema N-NNE com mergulhos ao redor de 40-50° para NW. Estes planos de fratura freqüentemente encontram-se estriados, configurando uma megabrecha no granito.

A nível geral pode-se dizer que as observações de campo mostram boa correspondência entre os principais sistemas de lineamentos e estruturas no terreno, sem contudo permitir uma boa separação das diferentes gerações de fraturas existentes na área. Entretanto o fato de não ter sido possível a separação de diferentes gerações de fraturas obstaculizou em parte um maior refinamento no sentido da definição de áreas potencialmente mineralizadas. A colocação dos granitóides pode ter propiciado mineralizações em fraturas mais antigas, pré-cambrianas, e/ou fraturas coevas ao emplacement. Seus estágios tardios poderiam ter mineralizado fraturas dessa fase e mais antigas, fora da área dos granitóides, inclusive. A reativação Mesozóico-Cenozóica, por sua vez, pode localmente ter promovido a remobilização e concentração de sulfetos ao longo de fraturas.

Por outro lado, os dados da literatura bem como as investigações de campo, não permitiram a constatação de evidências de que a zona da cúpula dos granitóides tenha sido preservada da erosão, de sorte que a busca das mineralizações porventura existentes nessas porções talvez tenha que ser realizada nos depósitos colúviais e sedimentares marinhos adjacentes.

#### APLICABILIDADE DOS DADOS

Embora ao nível das técnicas de sensoriamento remoto empregadas nesta área não tenha sido

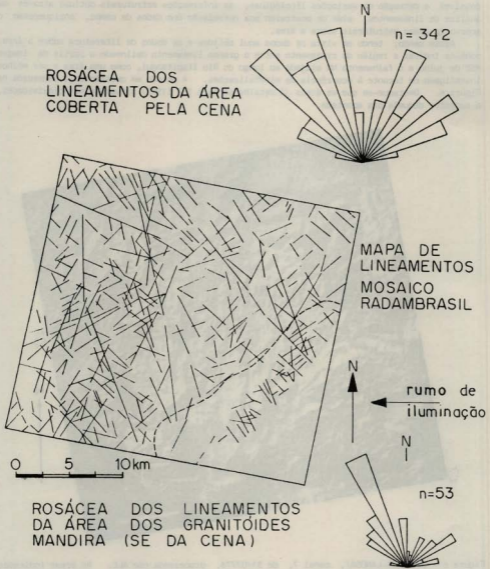


Figura 5 - Resultados da análise do mosaico RADAMBRASIL.

possível a detecção de variações litológicas, as informações estruturais obtidas através da análise de lineamentos, além de mostrarem boa correlação com dados de campo, enriqueceram o acervo de dados estruturais sobre a área.

Assim sendo, tendo em vista os dados aqui obtidos e os dados da literatura sobre a área, pode-se indicar a região do cruzamento entre o grande lineamento delineado a partir da imagem MSS de julho e o falhamento NW alojado ao longo do Rio Itapitangui, como uma área a ser melhor investigada no tocante à ocorrência de mineralizações. A porção em questão está demarcada na Figura 6. Destaque-se que as áreas já detalhadas pelo IPT (1982) situam-se nas proximidades, a sudeste, daquela ora apontada.



Figura 6 - Cena MSS-LANDSAT, canal 7, de 31/07/76, processada com ALC. As áreas indicadas para estudos de maior detalhe estão delimitadas por traços contínuos. As áreas delimitadas com linhas pontilhadas foram selecionadas unicamente com base no critério estrutural. As setas indicam o lineamento N73E revelado na análise das cenas de julho. Traço branco no canto inferior direito = 5km. Imagem fornecida pelo INPE/CNPq.

A indicação de outras áreas além dessa acima sugerida, só pode ser baseada em apenas um dos critérios, qual seja o estrutural, relativo às zonas mais fraturadas. Nesse caso as áreas delimitadas na Figura 6 poderiam ser, eventualmente, alvo de estudos mais detalhados.

Extrapolando-se estes critérios estruturais para o Granitóide de Guaraú, algumas áreas podem também ser apontadas para estudos posteriores. Elas estão também indicadas na Figura 6.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise de lineamentos em produtos de sensores remotos conduzida para área dos Granitóides Mandira mostrou claramente que produtos obtidos em diferentes épocas do ano forneceram resultados bastante interessantes em termos de uma melhor definição estrutural. A associação dos dados obtidos da análise multisazonal de imagens LANDSAT, e os de radar, além de demonstrar as incorreções a que se está sujeito com o emprego de produtos com um único rumo de iluminação, proporcionou um enriquecimento das informações estruturais em relação ao conhecimento prévio, mesmo quando este foi calcado em fotografias aéreas, cujo poder de resolução geométrica - embora com caráter sinóptico prejudicado é muito maior que aquele dos produtos de sensores remotos aqui utilizados.

Como consequência da melhor definição estrutural dos fraturamentos e falhamentos que afetam os Granitóides Mandira, inclusive com a detecção de novas estruturas, abrem-se novas perspectivas para a prospecção mineral na área, de vez que os controles das mineralizações já estabelecidos estão a elas relacionados.

A realização desta análise propiciou o estabelecimento de alguns critérios orientativos para estudos futuros de sensoriamento remoto neste tipo de terreno. O que pode ser evidenciado é que em áreas como a estudada, com forte controle morfológico e relevo relativamente acidentado, as técnicas de sensoriamento remoto devem ser norteadas na abordagem dos aspectos morfológicos e suas decorrências estruturais e litológicas. Para áreas mais planas a componente espectral poderá proporcionar melhores respostas e ser utilizada com maior segurança.

Faço ao início de operação de sensores da nova geração como o *Thematic Mapper* (TM) LANDSAT, lançado em 1984 e com imagens recebidas pelo INPE a partir do final de julho do mesmo ano e do *Système Probatoire d'Observation de la Terre* (SPOT), lançado em fevereiro de 1986, com maior gama espectral e notável incremento na resolução geométrica, as potencialidades multiplicam-se de forma quase que exponencial em termos de suas aplicações à prospecção mineral e mapeamentos geológicos (CROSTA & RICCOMINI, 1984).

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos professores Valdecir de Assis Janasi, Caetano Juliani (IG/USP) e Rubens Luiz Monteiro (UFMT) pela leitura e sugestões ao texto. Agradecimentos também são devidos aos relatores indicados pelo Boletim, Drs. Jorge Silva Bettencourt e Yociteru Hasui, pelos comentários que em muito enriqueceram a versão original do manuscrito.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISTRICHI, C.A.; CARNEIRO, C.D.R.; DANTAS, A.S.L.; PONÇANO, W.L.; CAMPANHA, G.A.C.; NAGATA, N.; ALMEIDA, M.A.; STEIN, D.P.; MELO, M.S.; CREMONINI, O.A.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. (1981) Mapa geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, IPT. Escala

1:500.000 (Monografia, 6).

- BOIN, M.N.; SILVA, J.R.B.; SILVA, R.B.; MELLO, I.S.C. (1982) Mineralizações polimetálicas hidrotermais, associadas aos granitóides alcalinos de Mandira, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., Salvador, 1982. *Anais*. Salvador, SBG. V.3, p.945-956.
- CORDANI, U.G. & KAWASHITA, K. (1971) Estudos geocronológicos pelo método Rb-Sr, de rochas graníticas intrusivas no Grupo Apungui. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo, 1971. *Anais*. São Paulo, SBG. V.1, p.105-110.
- CRÓSTA, A.P. & RICCOMINI, C. (1984) Mapeamentos geológicos: perspectivas de aplicação de imagens de satélites. *Jornal do Geólogo*, (25):12.
- GAMA, C.D. (1982) Computação gráfica interativa de dados geológicos vetoriais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2., Brasília, 1982. *Anais*. São José dos Campos, INPE/CNPq. V.1, p.17-24.
- GENERAL ELECTRIC (1975) Image-100, user manual. Daytona Beach. 119p.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A. (1978) Os granitos e granitóides da região de dobramentos sudeste nos Estados de São Paulo e Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., Recife, 1978. *Anais*. Recife, SBG. V.6, p.2594-2608.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT (1981) *Interpretação das estruturas da região pré-cambriana paulista, através da utilização de imagens de satélite*. São Paulo, IPT. (Relatório IPT nº 15.565).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT (1982) *Definição de ocorrências e mineralizações hidrotermais de Zn, Pb, Cu e Mo nos Granitóides Mandira e avaliação das suas potencialidades - fases de detalhe e semi-detalhe*. São Paulo, IPT. (Relatório nº 17.699).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT (1984) *Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da potencialidade mineral de corpos graníticos do sul do Estado de São Paulo*. São Paulo, IPT. (Relatório IPT nº 20.950).
- JANASI, V.A. & ULBRICH, H.H.G.J. (1985) Avaliação das informações disponíveis para os granitóides do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5., São Paulo, 1985. *Atas*. São Paulo, SBG. V.1, p.133-146.
- KAUL, P.F.T. (1984) Significado dos granitos anorogênicos da Suite Intrusiva Serra do Mar na evolução da crosta do sul-sudeste do Brasil, no âmbito das Folhas SG.22 - Curitiba e SG.23-Iguape. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., Rio de Janeiro, 1984. *Anais*. Rio de Janeiro, SBG. V.6, p.2815-2825.
- LOWELL, J.D. & GUILBERT, J.M. (1970) Lateral and vertical alteration - mineralization zoning in porphyry ore deposits. *Economic Geology*, 65(4):373-408.
- O'LEARY, D.W.; FRIEDMAN, S.D.; POHN, H.A. (1976) Lineament, linear, lineation: some proposed new standards for old terms. *Geological Society of America Bulletin*, 87(10):1463-1469.

- PARADELLA, W.R. & VITORELLO, I. (1981) Application of computerized techniques using Landsat images for geological studies. In: COGEDATA IAGM MEETING FOR SOUTH AMERICA, 1., Rio de Janeiro, 1981. *Anais*. Rio de Janeiro, CENPES/Petrobrás. p.1-26.
- RICCOMINI, C. (1984) Estudo comparativo entre diferentes produtos de sistemas sensores aplicados à análise litológico-estrutural no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. São José dos Campos, INPE. 216p. (Dissertação de Mestrado, INPE) (INPE-3210-TDL/174).
- RICCOMINI, C.; CRÓSTA, A.P.; ALMEIDA FILHO, R.; HASUI, Y.; MARINGOLO, V. (1985) Sensoriamento remoto aplicado à prospecção mineral na área dos granitóides de Mandira e Itadca, e no Maciço de Três Córregos (SP). In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5., São Paulo, 1985. *Resumos*. São Paulo, SBG. p.20.
- RICCOMINI, C.; CRÓSTA, A.P.; PIRES, F.A. (1988) Selecting Granitoid targets for mineral exploration by the use of remote sensing techniques in São Paulo State (Southeastern Brazil). In: THEMATIC CONFERENCE ON REMOTE SENSING FOR EXPLORATION GEOLOGY, 6., Houston, 1988. *Proceedings*. Houston, 1988. V.2, p.595-596.
- ROWAN, L.C.; WETLAUFER, P.H.; GOETZ, A.F.H.; BILLINGSLEY, F.C.; STEWART, J.H. (1974) Discrimination of rock types and detection of hydrothermally altered areas in south-central Nevada by the use of computer - enhanced erts images. *Geological Survey Professional Paper*, (883):35p.
- SABINS Jr., F.F. (1978) *Remote sensing: principles and interpretation*. San Francisco, Freeman. 464p.
- SIMONEN, A. & VORMA, A. (1969) Amphibole and biotite from rapakivi. *Bulletin de la Commission Géologique de Finlande*, (238):28p.