

SENSORIAMENTO REMOTO DE RECURSOS MINERAIS E ENERGÉTICOS  
NA DÉCADA DE OITENTA

I. Vitorello

Instituto de Pesquisas Espaciais

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Caixa Postal 515, 12200 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Com o intuito de orientar os esforços no incremento da contribuição de Sensoriamento Remoto no âmbito geológico, são analisados neste trabalho os problemas de utilização desta técnica, tendo-se em vista as perspectivas de avanços tecnológicos e metodológicos, os recursos humanos e econômicos e as necessidades brasileiras nos próximos anos, nas áreas de *Imageamentos por sistema sensores multiespectrais, de radar e fotos aéreas*. Devido as perspectivas futuras de desenvolvimento de novos e mais elaborados sensores e respectivos produtos, com melhores resoluções espectral, espacial e radiométrica, facilidade de estereoscopia, como também avanços na manipulação de dados através de métodos quantitativos por computadores, espera-se na década dos anos oitenta uma maior contribuição de sensoriamento remoto no âmbito geológico.

ABSTRACT

The problems of the use of remote sensing techniques are analysed in view of the perspectives of technological and methodological advances, human and economic resources, and Brazilian needs for the coming years in the areas of *aerial photography, radar and multispectral images*, for the purpose of orienting efforts aimed at increasing remote sensing contribution to geology. A greater remote sensing contribution is expected for the 1980's due to the perspectives of development of new and more elaborated sensors and products characterized by improved spectral, spatial and radiometric resolution, stereo viewing capability, and recent advances in computer manipulation of data by quantitative approaches.

1 - INTRODUÇÃO

É um consenso da comunidade geológica que novas técnicas exploratórias sejam desenvolvidas, avaliadas e aplicadas. Deste modo, este simpósio oferece uma rara oportunidade para a análise em retrospectiva da contribuição geológica de sensoriamento remoto nas últimas décadas, com o intuito de orientar os esforços e estudos que visem o aumento desta contribuição nos próximos anos. Neste trabalho pretende-se levantar alguns dos problemas mais básicos encontrados na aplicação de dados de sensoriamento remoto, para que possam servir de base para uma discussão mais profunda com relação às perspectivas de avanços do sensoriamento remoto nos anos oitenta.

2 - PROPOSIÇÃO DE ANÁLISE

De uma maneira simplificada, a Figura 1 procura mostrar que a utilização eficiente de produtos e métodos de sensoriamento remoto pode ser alcançada quando, para cada necessidade

de da comunidade geológica, existem recursos econômicos para o avanço tecnológico, e recursos humanos adequadamente treinados para aplicarem os novos conhecimentos adquiridos.

Para esta discussão, supondo-se que as necessidades no campo geológico possam ser estimadas de trabalhos executados por vários tipos de levantamentos geológicos, em diferentes escalas, propõe-se que, para cada aumento na escala de mapeamento, haja a necessidade de um ganho equivalente na melhoria da resolução espacial, espectral e radiométrica dos produtos de sensoriamento remoto a serem utilizados, para que haja um aumento equivalente na contribuição de informações geológicas com estes produtos. Esta proposição é baseada no fato de que, geralmente, mapas geológicos são obtidos de compilações de dados coletados no campo que, se complementados por análise de produtos de sensores remotos, possibilitarão estabelecer correlações dos elementos geológicos de uma área

para outra, a fim de se determinar a distribuição das unidades litológicas e suas relações estratigráficas, e a determinação de feições estruturais.

Consequentemente, é obvio que a contribuição do sensoriamento remoto poderá tornar-se ainda mais útil, na medida em que o Brasil é altamente carente de mapas geológicos, sobretudo mapas em escalas regionais. Porém, como se verá a seguir, os produtos de sensoriamento remoto utilizados e recursos

existentes no Brasil estão muito aquém das necessidades; portanto, há premissa para definições de linhas de ação, especialmente no tocante a recursos humanos.

Como no Brasil utilizam-se principalmente três tipos de dados de sensoriamento remoto-fotos aéreas verticais, mosaicos de radar de visada lateral e imagens MSS orbitais-, discutir-se-á o relacionamento entre necessidades, avanços e recursos, para cada um destes produtos.

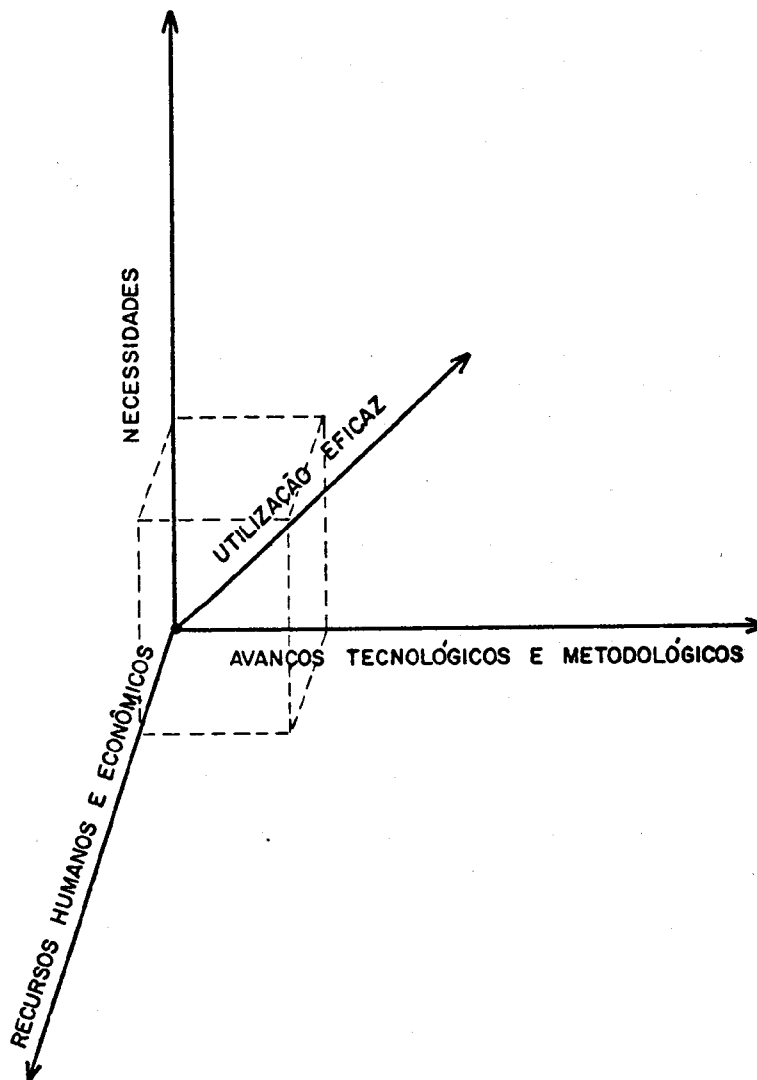


Fig. 1. Representação esquemática das relações entre os avanços tecnológicos e metodológicos de sensoriamento remoto, os recursos humanos e econômicos, e as necessidades na área de geociências.

### 3 - FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS

A experiência brasileira em sensoriamento remoto teve seus primórdios nos vários levantamentos aero-fotográficos, nos anos 50 e 60, e na receptividade destes produtos pela comunidade geológica, que os tem utilizados, desde então, em vasta gama de problemas geológicos, em virtude da facilidade de estereoscopia, associada a uma boa resolução espacial e à fidelidade geométrica, como se verá na Seção 3.1.

É largamente reconhecido que análises e métodos de fotointerpretação, baseiam-se na análise de parâmetros como o relevo, a drenagem, os processos erosivos, as coberturas de solo e vegetação, para determinar o significado de feições geológicas e obter dados quantitativos de direção, mergulhos e geometria de estruturas e de unidades geológicas.

Infelizmente, os recobrimentos fotográficos existentes, a maioria dos quais realizados vários anos atrás com filme preto e branco pancromático, cobrem somente parte do território nacional, principalmente a região Sudeste do País. Por outro lado, levantamentos fotográficos mais específicos, como os do Projeto RADAM (infravermelho e multiespectrais), da Missão 96 do DNPM-INPE-USGS (Departamento Nacional de Produção Mineral - Instituto de Pesquisas Espaciais - United States Geological Survey), e do Estado de Santa Catarina (infravermelho), por exemplo, foram até agora subutilizados em trabalhos de geologia.

Muito embora algumas companhias nacionais de aerofotogrametria encontrem-se atualmente bem aparelhadas, raramente o geólogo tem podido exigir, por razões econômicas ou limitações de prazo de execução do trabalho, missões fotográficas cuidadosamente preparadas para os objetivos de sua pesquisa. Missões cuidadosas requerem a utilização apropriada de várias combinações entre tipos de filmes e câmeras e tipos de abordagem, em termos de variações na elevação do vôo, estação do ano, repetibilidade, condições de iluminação e habilidade do operador com os equipamentos topográficos.

Não se espera para os próximos anos avanços tecnológicos na área de filmes, filtros e câmeras; porém, a tecnologia disponível é satisfatória para uma grande contribuição em mapeamentos básicos executados com o auxílio de levantamentos fotográficos bem planejados, cujos custos são relativamente baixos.

Analisando-se a Figura 1 dentro do contexto de fotografias aéreas, pode-se concluir

que se tem uma tecnologia de avanço estabilizada, cuja metodologia de aplicação encontra-se disponível a geólogos capacitados para a análise destes produtos. Porém, para uma utilização altamente eficaz será necessário uma aplicação mais intensa destes produtos em mapeamentos geológicos em geral.

#### 3.1 - SISTEMA DE CÂMERAS FOTOGRAFICAS

As diversas vantagens deste sistema são:

- 1- Resolução espacial e geometria melhores do que em outros sistemas;
- 2- Capacidade de várias resoluções e escala de acordo com elevação e distância focal;
- 3- Existência de vários tipos de filmes e filtros que oferecem alguma escolha de intervalo espectral a ser utilizado ou que facilitam o emprego de sistemas de multibandas. (Fotografias UV: 0,35-0,40 $\mu$ m; UV-Azul: 0,35-0,50 $\mu$ m; branco e preto convencional e colorido normal: 0,5-0,7 $\mu$ m; infravermelho branco e preto e infravermelho colorido: 0,7-0,9 $\mu$ m);
- 4- Facilidade de estereoscopia, de identificação, de interpretação e determinação visual;
- 5- Processamentos e ampliações simples e rápidos, não envolvendo processos eletrônicos; equipamentos com custos relativamente módicos;
- 6- Fotografias pancromáticas disponíveis a preços baixos;
- 7- Obtenção de dados planimétricos através de medidas diretas.

As desvantagens deste sistema são:

- 1- Aquisição fotográfica realizada somente com boas condições meteorológicas e de visibilidade;
- 2- Levantamentos restritos a comprimentos de ondas entre 0,35 a 0,90, bandas espectrais largas, e altamente afetadas pela atmosfera.
- 3- Produtos nem sempre podem ser processados por computadores;
- 4- A maior parte do território nacional não tem recobrimento adequado, em termos de escala, tipo de filme e filtro, qualidade época e horário;

5- Levantamentos fotográficos com objetivos específicos podem tornar-se onerosos.

#### 4 - MOSAICOS DE RADAR DE VISADA LATERAL

Por ocasião do início da década passada, o Ministério das Minas e Energia (MME) iniciou o levantamento por radar de abertura sintética e câmeras fotográficas de uma área de 1,5 milhões de km<sup>2</sup>, a maior parte da qual recoberta por uma densa floresta tropical (Amazonas) e de geologia praticamente desconhecida. Esta área inicial foi expandida para 4,6 milhões de km<sup>2</sup>, que englobava todo o Norte e parte do Nordeste brasileiro e, finalmente, todo território nacional, aproximadamente 8,5 milhões de km<sup>2</sup>. Este trabalho foi documentado através de aproximadamente, 550 mosaicos de radar semicontrolado, na escala de 1:250.000, e tornou-se o mais extenso levantamento do mundo por radar de abertura sintética.

A justificativa da utilização de imagens de radar baseou-se na distinta vantagem deste sistema em esboçar as características morfológicas do terreno independente das condições de visibilidade, como será apresentada na Seção 4.1. Além disto, o ângulo oblíquo dos sistemas de visada lateral (SLAR - "Side Looking Airborne Radar") utilizado neste levantamento facilita a observação de feições sutis no terreno, quando favorecido pela relação, posição do terreno e direção do sinal, ou por alto grau de contraste da intensidade do retorno do sinal entre o alvo e suas vizinhanças. Em áreas com densa vegetação, as feições geomorfológicas são enfatizadas, dado que em sistemas de alta frequência, como a banda Ka e X, o sinal retorna principalmente do topo da cobertura vegetal. Onde a vegetação é rala, a resposta é bastante sensível à rugosidade da superfície do terreno. Na imagem, as graduações de cinza variam com a intensidade do sinal de retorno, pois quanto mais rugosa é a superfície, mais forte é a resposta e mais claro se torna este ponto na imagem.

Para a interpretação dos mosaicos de radar dentro de um contexto multi-disciplinar que envolve Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Hidrologia, Vegetação e Uso do Solo, criou-se no MME, o projeto RADAM (Radar da Amazonia), que se tornou RADAMBRASIL por ocasião da expansão da área inicial.

Quanto à utilização dos mosaicos semicontrolados pela comunidade geológica em geral, tem-se visto suas aplicações em geologia de petróleo e estudos estruturais. O maior uso, entretanto, tem sido como mapa base para lançamentos de dados geológicos de campo. Os mosaicos de radar têm sido suficientemente explorados pela equipe do RADAMBRASIL e, prova-

velmente, pouca informação adicional poderia ser obtida destes mosaicos por outros fotoanalistas.

Atualmente existem no exterior diversos tipos de sistemas de radar que operam em várias bandas (Ka, X, L) com polarização paralela, vertical, horizontal, ou cruzada (VV, HH, VH, HV), e mesmo em multifrequência e multipolarização, acoplados em aeronaves ou satélites (SEASAT e SPACE SHUTTLE-SIR), estes últimos a nível de pesquisa. Muito embora haja a necessidade de estudos metodológicos para aplicações destes vários sistemas em ambientes típicos do Brasil, pouco tem sido feito neste sentido.

Regiões com densa vegetação ou constante cobertura de núvens, provavelmente, poderiam justificar a utilização de algum tipo de radar, contanto que esta escolha fosse precedida por estudo de viabilidade. Infelizmente as perspectivas futuras de recobrimentos por radar no Brasil são pequenas, tendo-se em vista o alto custo destes recobrimentos e a existência de outros tipos de sensores remotos.

Em resumo, na área de radar será necessário grande esforço para colocar o geólogo a par dos últimos avanços tecnológicos e metodológicos, a maioria dos quais desenvolvidos em caráter sigiloso dentro da área militar e industrial no exterior, como também do desenvolvimento da capacitação do geólogo em aplicações de seu interesse.

#### 4.1 - SISTEMA DE RADAR DE VISADA LATERAL

As diversas vantagens deste sistema são:

- 1- O intervalo espectral é complementar aos outros sistemas (Ka=0,86cm; X=3cm; L=25cm)
- 2- Os levantamentos são independentes das condições meteorológicas não muito adversas e de visibilidade.
- 3- Os sistemas com alta frequência tendem a suprimir detalhes de vegetação, enfatizando a topografia.
- 4- A absorção e o espalhamento atmosférico são menores do que em sistemas no visível e infravermelho.
- 5- A polarização e a direção de voo podem ser controlados para realçar feições de interesse.
- 6- O ângulo de visada produz sombreamento do relevo evidenciando feições geomorfológicas, falhas, sistemas de fraturas e lineamentos.

7- Os mosaicos semicontrolados na escala 1:250.000 são disponíveis para todo o Brasil, a preços baixos e úteis para investigações de caráter regionais.

8- O produto pode ser computarizado após digitalização

As desvantagens deste sistema são:

1- A resolução espacial de alvos naturais é menor do que a de sistemas de câmeras fotográficas.

2- As variações de tons de cinza são restritas devido a pequenas variações de contraste entre alvos naturais.

3- O produto é de difícil interpretação, visto que a intensidade da resposta é dependente das propriedades da superfície imagemada (constantes dielétricas e rugosidade) e do sistema (polarização, ângulo de depressão, frequência).

4- O produto é altamente dependente da direção do voo.

5- A capacidade de estereoscopia é muito pequena.

6- Os mosaicos semicontrolados apresentam pequenas distorções geométricas e imperfeições geográficas, devido a movimentação da aeronave.

7- Em áreas de relevo acidentado, grande parte da área não fornece informação devido ao "sombreamento".

8- Os equipamentos e os sistemas de processamento são onerosos e não existem no Brasil

9- As reproduções "offset" disponíveis no Brasil a preços irrisórios não são satisfatórias para trabalhos geológicos.

## 5 - IMAGENS MULTIESPECTRAIS ORBITAIS

Nesta área, o Brasil tem disponível as imagens multiespectrais do SKYLAB, com recobrimentos parciais do território, e do quase operacional sistema LANDSAT, de recobrimento repetitivo (Tabela 1).

A partir de 1973 o Brasil começou a receber imagens do Satélite LANDSAT, através da Estação de Recepção e Gravação do INPE/CNPq em Cuiabá, ao mesmo tempo em que foi instituído e desenvolvido um programa de atividades de pesquisa científica voltado ao desenvolvimento tecnológico de equipamentos e de técnicas para a extração de informações geológicas,

geomorfológicas, pedológicas, agrônômicas, florísticas, oceanográficas e de análises ambientais, a partir de dados de sensoriamento remoto em geral. Um programa voltado especificamente a recursos minerais e energéticos foi, então, criado para aplicar estes dados em levantamentos geológicos de caráter regional e, naturalmente, reconhecimentos de bens minerais e energéticos. Além disto, o programa visa as atividades de disseminação dos conhecimentos tecnológicos e metodológicos às instituições de ensino e pesquisa, e à comunidade geológica em geral, através de participação em simpósios, publicações diversas, trabalhos conjuntos com outras entidades, e participação em atividades de formação de pessoal técnico, como cursos de pós-graduação, de aperfeiçoamento e treinamentos específicos a interessados.

De maneira generalizada, o enfoque principal de aplicação no Brasil tem sido no desenvolvimento de metodologias de interpretação, adaptadas aos critérios de análises de fotografias aéreas, para mapeamentos geológicos regionais. Porém, com o advento das imagens multiespectrais em faixas espectrais mais discretas do que em câmeras fotográficas, o potencial de aplicação deste produto passou a residir também na possibilidade de diagnosticar diferentes materiais superficiais em função da análise das respostas espectrais registradas. Obviamente, a não-aplicação dos aspectos espectrais e sazonais das imagens constitui grave subutilização de qualquer produto multiespectral, fato que tem ocorrido com frequência, devido, principalmente, à escassez de informações sobre o comportamento espectral dos alvos naturais de interesse geológico.

A utilização das imagens multiespectrais LANDSAT para a identificação direta de corpos litológicos e rególitos, é limitada pelas características das bandas espectrais existentes, porém, as perspectivas de avanços futuros residem na aplicação de produtos de novos sensores que tenham maior resolução espacial (como os futuros produtos do LANDSAT D e SPOT), espectral (no caso do LANDSAT D), e de facilidade de estereoscopia (como no SPOT e no projetado STEREO-SAT) e outros sensores que abordem faixas adicionais no visível, infravermelho próximo, médio e termal (varredores multiespectrais aerotransportados). Na Seção 5.1 são mostrados as principais vantagens e desvantagens das imagens MSS do LANDSAT 1, 2 e 3.

Com o aperfeiçoamento de novos algoritmos para tratamento e análise digital de imagens multiespectrais e equipamentos radiométricos de campo e de aeronave, a ênfase nos trabalhos futuros deverá voltar-se a estudos espectrais e sazonais de dados de sensoriamento remoto, visando o melhor entendimento do comportamento espectral dos alvos naturais encontrados em di-

TABELA 1  
 CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS SENSORES ORBITAIS  
 APLICÁVEIS À GEOLOGIA, NO BRASIL

Satélite	Período de Recobrimento	Repetição	Sistema Sensor	Banda	Faixa Espectral (µm)	ERT (m)	Área Imageada (Km x Km)	Observações				
LANDSAT 1 e 2	1972 1978	18 dias	RBV	1	0.475 - 0.575	79	185	Desativado após o Lançamento				
			RBV	2	0.580 - 0.680	79	185					
			RBV	3	0.690 - 0.830	79	185					
			LANDSAT 3	desde 1978	18 dias	MSS	4	0.5 - 0.6	79	185	Um dos detetores foi desativado após o lançamento	
						MSS	5	0.6 - 0.7	79	185		
						MSS	6	0.7 - 0.8	79	185		
						MSS	7	0.8 - 1.1	79	185		
MSS	8	10.5 - 12.6				240	185					
RBV	-	0.505 - 0.750				40	99					
MSS	4	0.5 - 0.6				79	185					
LANDSAT D	Previsão 1983	16 dias	MSS	1	0.5 - 0.6	82	185					
			MSS	2	0.6 - 0.7	82	185					
			MSS	3	0.7 - 0.8	82	185					
			MSS	4	0.8 - 1.1	82	185					
			TM	1	0.45 - 0.52	30	185					
			TM	2	0.52 - 0.60	30	185					
			TM	3	0.63 - 0.69	30	185					
			TM	4	0.76 - 0.90	30	185					
			TM	5	1.55 - 1.75	30	185					
			TM	7	2.08 - 2.35	30	185					
			TM	6	10.40 - 12.50	120	185					
			SKYLAB	1973 1974	3 Recobrimentos esporádicos	S190A (câmera)			0.4 - 0.7	85	163	Filme colorido normal Filme preto e branco Filme preto e branco Filme Infravermelho Colorido
						S190A (câmera)			0.5 - 0.6	60	163	
						S190A (câmera)			0.6 - 0.7	60	163	
S190A (câmera)		0.5 - 0.9				145	163					
S190B (câmera)		0.4 - 0.7				15	109	Filme preto e branco Filme colorido normal Filme infravermelho colorido				
S190B (câmera)		0.4 - 0.7				30	109					
S190B (câmera)		0.5 - 0.9				30	109					
MSS-S192	1	0.41 - 0.45				79	74	Alto espalhamento				
S192	2	0.44 - 0.52				79	74					
S192	3	0.49 - 0.56				79	74					
S192	4	0.53 - 0.61				79	74					
S192	5	0.59 - 0.67				79	74					
S192	6	0.64 - 0.76				79	74					
S192	7	0.75 - 0.90				79	74					
S192	8	0.90 - 1.08				79	74					
S192	9	1.00 - 1.24				79	74					
S192	10	1.10 - 1.35				79	74					
S192	11	1.48 - 1.85				79	74					
S192	12	2.00 - 2.43				79	74					
S192	13	10.20 - 12.50	79	74								
SPOT	Previsão 1985	26 dias	HRV	1	0.50 - 0.59	20	117	Terá recurso de estereos cópia e uma dada região poderá ser observada 12 vezes durante cada ciclo. Pancromático				
			"push-broom"	2	0.61 - 0.68	20	117					
			"push-broom"	3	0.79 - 0.89	20	117					
					0.51 - 0.73	10	117					

RBV - "Return Beam Vidicon"

MSS - "Multispectral Scanner"

TM - "Thematic Mapper"

ERT - Elemento de Resolução no Terreno

SPOT - "Système Probatoire d'Observation de la Terre"

HRV - "High Resolution Visible"

ferentes ambientes geológicos, geomorfológicos, pedológicos e botânicos.

Dentre os três produtos considerados, fotografias aéreas, mosaicos de radar e imagens multiespectrais, estas últimas oferecem atualmente maior potencial em aplicações geológicas. Para tanto, estes produtos exigem, por parte do geólogo, maiores entendimentos quanto a dados de espectroscopia de campo e laboratório, modelos do comportamento espectral de alvos naturais e de processamentos digitais.

O nível de aplicação, dentro do esquema da Figura 1, dependerá, essencialmente, da capacitação dos geólogos brasileiros, assunto que será melhor discutido adiante

#### 5.1 - SISTEMA DE VARREDURA MULTIESPECTRAL ORBITAL

As vantagens deste sistema são:

- 1- Intervalo espectral maior (0,40-12,5µm) e melhor subdividido em bandas do que câmeras.
- 2- Imagens LANDSAT com cobertura mínima de nuvens são disponíveis para todo o Brasil, sem restrições e a preços módicos.
- 3- Repetição de recobrimentos (cada cena tem 20 recobrimentos durante o ano) oferece imagens em diferentes estações e, conseqüentemente, diferentes condições de iluminação.
- 4- Azimute e ângulo solar apropriados podem realçar certas feições geológicas sutis.
- 5- Aviso sinóptica e uniformidade de iluminação em toda a cena favorece estudos regionais.
- 6- Disponibilidade de armazenamento em fitas magnéticas e uniformidade nas condições de iluminação favorecem processamentos digitais de realce e classificações.
- 7- Distorções geométricas e geográficas são mínimas e facilmente corrigidas, o que torna as imagens úteis como mapa base.

As desvantagens deste sistema são:

- 1- Facilidade de estereoscopia é mínima
- 2- Resolução espacial é inferior às câmeras.

3- Recobrimentos são limitados pelas condições meteorológicas e de visibilidade.

4- Equipamentos para processamentos digitais são onerosos.

5- Custos relacionados a recepção, gravação, processamento e distribuição são elevados.

#### 6 - COMO TRANSPOR A BARREIRA DE COMUNICAÇÃO/DIVULGAÇÃO

Devido a diversos problemas inerentes à disseminação de tecnologia importada, não tem sido oferecido a um grande número de geólogos brasileiros a oportunidade de se familiarizarem com os principais produtos de sensoriamento remoto, exceção feita talvez às fotografias aéreas convencionais e aos mosaicos de radar em cópias "offset". Estas dificuldades impediram, na década dos anos setenta, uma utilização mais ampla dos produtos de sensoriamento remoto entre os usuários potenciais, o que poderia ter contribuído de maneira mais significativa para o conhecimento geológico do território nacional.

Para transpor esta barreira é necessário, em primeiro plano, reconhecer os elementos que a compõem:

1- Quanto a complexidade tecnológica:

- a) a tecnologia de sensoriamento remoto tem caráter dinâmico, demonstrado pela constante evolução dos produtos nas últimas duas décadas.
- b) O assunto é essencialmente multidisciplinar.
- c) Ela envolve equipamentos sofisticados para a aquisição de dados e uso de computadores para processamentos.

2- Quanto aos problemas de comunicação:

- a) Existe terminologia específica de difícil familiarização.
- b) Poucos são os meios de comunicação entre o especialista e a comunidade geológica.
- c) A maioria das publicações são trabalhos de vanguarda em revistas internacionais de difícil acesso aos geólogos brasileiros. Existem poucos trabalhos que descrevem a tecnologia e suas potencialidades e limitações.
- d) Frequentemente o pesquisador nacional é incentivado a estudar assuntos de interesse internacional.

3- Quanto aos aspectos políticos/econômicos:

- a) Geralmente novos avanços tecnológicos têm sido implantados dentro de instituições governamentais, podendo tornar-se domínio exclusivo destas instituições. Este domínio pode ocorrer em casos de pesquisadores especializados, após treinamento no exterior.
- b) Os planos e as diretrizes governamentais muitas vezes têm sido insuficientes, especialmente no tocante a fundos econômicos.
- c) O setor privado e os meios universitários têm tido pouca participação na utilização de sensoriamento remoto.
- d) Existem ainda certas dificuldades de acesso aos vários produtos: centros de distribuição são poucos, falta uma melhor divulgação quanto à existência dos produtos e aos procedimentos para sua aquisição, alguns dos quais disponíveis a custos fora do alcance do geólogo.

Para uma utilização mais ampla entre os geólogos nacionais, é necessário o engajamento da comunidade que utiliza sensoriamento remoto, no sentido de discutir e formular diretrizes adequadas às necessidades nacionais e tentar obter recursos compatíveis com as propostas sugeridas.

A título de proposta preliminar para discussões, sugerem-se diversas linhas de ação consideradas condizentes com a realidade atual:

- Aumento das atividades de disseminação dos conhecimentos tecnológicos e metodológicos, adquiridos pelas instituições de ensino/pesquisa, à comunidade geológica.
- Incremento das atividades de formação de pessoal técnico e científico.
- Maior acesso a todos os produtos de sensoriamento remoto.
- Ênfase a trabalhos conjuntos entre entidades de ensino/pesquisa e empresas privadas e governamentais.
- Facilidade de criação de centros de pesquisas e aplicações localizadas em ambientes diversos do território nacional.

- Incentivos às atividades de pesquisas multidisciplinar que explorem aspectos espectrais, espaciais e temporais dos alvos naturais de interesse geológico.

Devido às perspectivas futuras de desenvolvimento de novos e mais sofisticados sensores e produtos com melhor resolução espectral, espacial e radiométrica, facilidade de estereoscopia, como também avanços na manipulação de dados através de métodos quantitativos por computadores, espera-se, na década dos anos oitenta, uma maior contribuição do sensoriamento remoto no âmbito geológico.

O Programa de Sensoriamento Remoto de Recursos Minerais e Energéticos (RECM) do INPE espera fornecer o elo entre os avanços tecnológicos e as peculiaridades das necessidades brasileiras no campo das geociências, no sentido de sensibilizar a comunidade geológica sobre as potencialidades, limitações e precauções associadas a estas técnicas e a estes produtos.

#### 7 - AGRADECIMENTOS

O autor agradece as discussões oferecidas pelos seus colegas do Programa RECM-INPE.